БІОРЕСУРСИ
І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Науковий журнал

Входить до Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук (Накази Міністерства освіти і науки України від 12.05.2015 № 528 та від 07.10.2015 № 1021).

Журнал включено до бібліографічних баз даних наукових публікацій Ulrich's Periodicals Directory, РИНЦ, AGRIS, Index Copernicus, EBSCO, USJ та індексується Google Scholar і MIAR.

ТОМ 10 • № 3-4
2018

БІОРЕСУРСИ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

Науковий журнал • Том 10, №3-4, 2018

Засновники:
• Національний університет біоресурсів і природокористування України
• Міністерство аграрної політики та продовольства України
• Міністерство охорони навколишнього природного середовища України

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 15722-4194Р від 12.10.2009 року

Адреса редакції: 03041, Київ, вул. Героїв Оборони, 15. Тел./факс: +380 44 527 87 20
e-mail: nti_dep@nubip.edu.ua
Рекомендовано до друку
Вченою радою Національного університету біоресурсів і природокористування України
Протокол № 10 від 30.05.2018 р.

Підписано до друку 27.08.2018 р. Формат 70×100/16. Друк офсетний.
Папір офсетний. Ум. друк. арк. 19,5. №12168.

Віддруковано у ТОВ "ПРІНТЕКО"
03150 м. Київ, вул. Предславинська, 28, тел.\факс: 360-2-360

UDC 57.08 + 631

ECONOMICALLY PROFITABLE NOVEL QUALITY EVALUATION METHOD FOR RAW HOP *(HUMULUS LUPULUS L.)*

A. L. BOJKO, *Doctor of Biological Science, Professor, Academician of NAAS, Leading Researcher*
E-mail: agroecology_naan@ukr.net
YU. A. NYKYTYUK, *Doctor of Economic Sciences, Senior Research Officer*
E-mail: andreyniks2@gmail.com
Institute of Agroecology and Environmental management of NAAS

M. YA. SPIVAK, *Doctor of Biological Science, Professor, Corresponding Member of the NAS of Ukraine, Head of the Department of Problems of interferon and immunomodulators*
E-mail: spivak.spivakn@gmail.com
Danylo Zabolotny
Institute of Microbiology and Virology of NAS Ukraine
O. A. BOJKO, *Candidate of Biological Science (Ph. D.), Associate Professor, Head of the Department of Physiology, Plant Biochemistry and Bioenergetics*
E-mail: olga_bojko@ukr.net
National University of Life and Environmental Science of Ukraine

R. I. RUDYK, *Candidate of Agricultural science (Ph. D.), Director*
E-mail: isgpo_zt@ukr.net
Institute of Agriculture of the Polissya of NAAS

YA. V. CHABANYUK, *Doctor of Agricultural Science, Senior Research Officer, Head of the Department of Agroecology and Biosafety*
E-mail: nauka25@ukr.net
N. P. SUS, *Postgraduate Student*
E-mail: nazar.sus@gmail.com
Y. O. SOLOHUB, *Postgraduate Student*
E-mail: happ1ness8@ukr.net
V. O. TSVIHUN, *Candidate of Biological Sciences (Ph. D.)*
E-mail: vika-natcevich@ukr.net
A. V. ORLOVSKYY, *Postgraduate Student*
E-mail: mumuk6500@gmail.com
Institute of Agroecology and Environmental management of NAAS

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.001

Based on years of research the technology of determining the raw hops quality on the results of morphological and structural indices of lupulin glands of hop cones study has been proposed. Several variants of the methodology have been developed based on scanning electron, luminescent and light microscopy. All fragments of the technique have

a significantly lower cost and a simpler algorithm compared to commonly accepted European methods for determining the quality of raw hops, namely the content of the bitter substances and the main component - -acid. The hop`s Carlavirus, which has a considerable spread on hop plantations, caused a significant reduction in the quality of raw materials of this valuable crop, was used in the work as a model system. The proposed technique can be applied (with simple microscopy) in field conditions on different hop types; for express evaluation of raw materials at customs; for evaluation of lupulin at brewery and pharmaceutical, food, cosmetic, special laboratories; for analysis of lupulin after treatment of hops with preparations of various composition.

Introduction. Common hop (*Humulus lupulus L.*) – culture of multipurpose use. The raw material of this culture is used for various industries: baking, pharmaceutical, food, fodder, brewing, alcoholic beverage, textile, official and traditional medicine, cosmetology, paintwork, ornamental horticulture, etc. *Humulus lupulus* L. female plants propagated by cuttings are cultivated for industrial purposes. *Humulus lupulus* L. female inflorescence form a cone which is the most valuable part of this plant due to the complex of specific resins, polyphenolic compounds, essential oils and biologically active substances that have not only taste and aromatics, but also antibiotic, antioxidant and therapeutic properties. From the vegetative mass of plants the silage and feed meal are prepared or it is used for the manufacture of durable rough fiber and in fresh form - for feeding animals.

The bitter substances (the most valuable in brewing is -acid humulene) are most important for production among all the compounds present in the cones (fig.1). They give the beer a pleasant bitter taste and a specific (bear) aroma.

The valuable part of the hop cones are lupus glands (lupulin grains, lupulin) – multicellular thyroid hairs, which are formed from the the epidermis cells and are on the inside of the scales of hop cones, as well as ovary and spindle bumps, in which the synthesis of biologically active substances takes place. Lupular glands are also on male anthers inflorescences, they are less on leaves and they are small (only -acids are synthesized) [1-3].

So quality control of raw hops, in particular the determination of the bitter substances content and α-acids are extremely important. High-performance liquid, fine-layer, paper-based chromatography, conductomet-

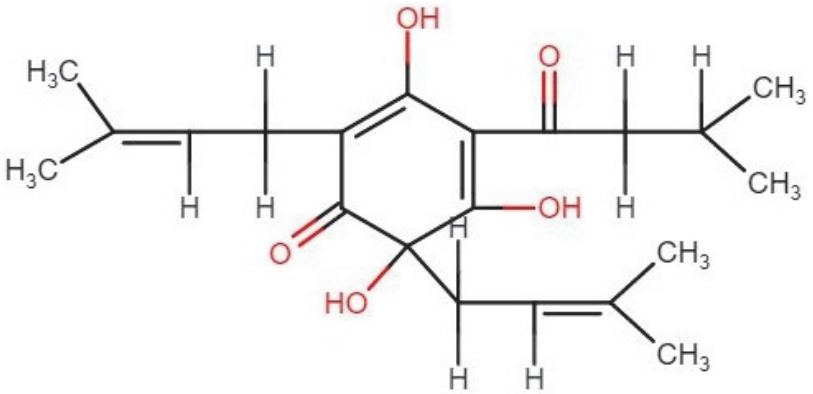


Fig.1. The humulene structural formula [2–4]

ric, gravimetric, spectrophotometric and other methods are used to determine the content of certain components of bitter substances. It should be noted that the important criteria of our proposed method for controlling the quality of raw hops are widely available in practice. It is important that in conditions of agrocenoses hops are affected by pathogens of different taxonomic groups and raw materials from such plants require a dynamic analysis of its quality.

Particular danger to hops is caused by pathogens of viral nature. Among them *Carlavirus* has a significant spread. It affects up to 32 or more plants. The virus has a length of 632 nm, diameter – 10-12 nm, genome (+)RNA-containing. It is well observed in the cytoplasm in ultrathin cuts. Pathogen causing significant degradation of cell organelles, causes destruction of the leaves and the whole plant. The *Carlavirus* also infects hops along with the *Ilarvirus* and the *Tobamovirus*.

Purpose. The purpose of our research was to develop economically profitable express method for determining quality of raw hop, which propagate under different conditions of cultivation technological processes: cuttings, in vitro.

Methods. Our work is based on the results of many years of research on raw hops under the conditions of a virus infection [4-7].

The samples were studied using raster electron, luminescent and light microscopy.

Previous studies of structural differences between lupulin glands of plants, that were virus-infected and not infected plants carried out using a scanning electron microscope JSM-U3 by scanning electron microscopy method. Fixing electroconductive glue coated grid were used before applying the samples, which then were uniformly sprayed with technical gold in a vacuum [4-6]. To study the samples by the method of luminescent microscopy unlike the light one, lupulin glands were fixed in 1.5% acetic acid solution for 2 minutes and washed with distilled water for 3 minutes. the preparations were stained with a fluorescent dye - acridine orange for 5 minutes and visualized in a luminescent microscope ML-2 with a set of photocells: VL-2, WL-8, YL-18, YGL-19 and with lenses 20,0 x 0,40; 40 x 0,65; 90,0 x 1,25 [4-6]. As a model system of influence on the indices of lupulin glands the infectivity of the *Carlavirus* genus virus, which infected hop plants, was used. Non-viral plants were as controls in experiments. Infected plants were selected by plant-indicator, electron microscopic and ELISA. For possible stimulation of growth and development of hop plants, which were sprayed with biological Bioecofunge-1 composition, which was based on the biochemical fractions of mushrooms (Basidiomycetes) (developed by the National University of Life and environmental science of Ukraine) [8].

Results. Our researches show that there is a causal relationship between structural features of the form of lupulin glands and the content of bitter substances and their -acids component Based on this dependence and based on our developed methods for determining the quality of raw hops, which, unlike commonly used technologies, have lower cost and are much simplified [2]. This is especially true of technological processes using light and luminescent microscopy.

The cause-effect relationships are detected between size, color, shape, quantitative composition of lupulin glands, the varietal affiliation of hops donor plants and eco-factors (climatic, data processing of plants with pesticides, biopreparations, hop damage by viruses of various taxa, etc.), which has an extraordinary negative impact on these plants. For example, for the favorable influence of the listed factors on hop plants their lupine grains always have amber-yellow, golden-green color and rounded-ribbed form when visualization with SEM and other methods) [5].

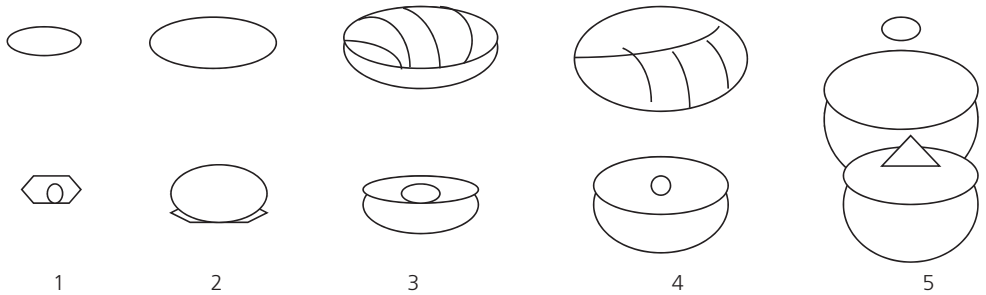


Fig. 2. A schematic representation of themorphology of lupulin grains that supplement the graph (fig. 2)
1 - strong destruction lupulin glands, 2 - average destruction lupulin glands, 3 - weak destruction lupulin glands
4 - almost healthy plants lupulin glands, 5 - plants (0,5%) treated with Bioecofunge-1»

The methods for determining the quality of raw hops were developed based on the detected changes in the structural features of shape, color, the size of lupulin and their casual dependence on the content of bitter substances.

The essence of the proposed techniques is to determine the degree of destruction of lupulin grains, by their visualizing with methods of light and luminescent microscopy and comparing the observed image with those in the schematic determinant (fig. 2), and after determining the degree of destruction, the total content of the bitter substances is estimated according to the calibration schedule (fig .3.).

Thus, taking into account the advantages of the proposed methodological processes, they can be applied (with simple microscopy) in field conditions on different hop types; for express evaluation of raw materials at customs; for evaluation of lupulin at brewery and pharmaceutical, food, cosmetic, special laboratories; for analysis of lupulin after treatment of hops with preparations of various composition.

Discussion. The analysis of morphological and structural indices of lupulin seeds of hops cones provides an opportunity, based on calibration indicators (graphs), to evaluate the quality of raw materials on the pro-

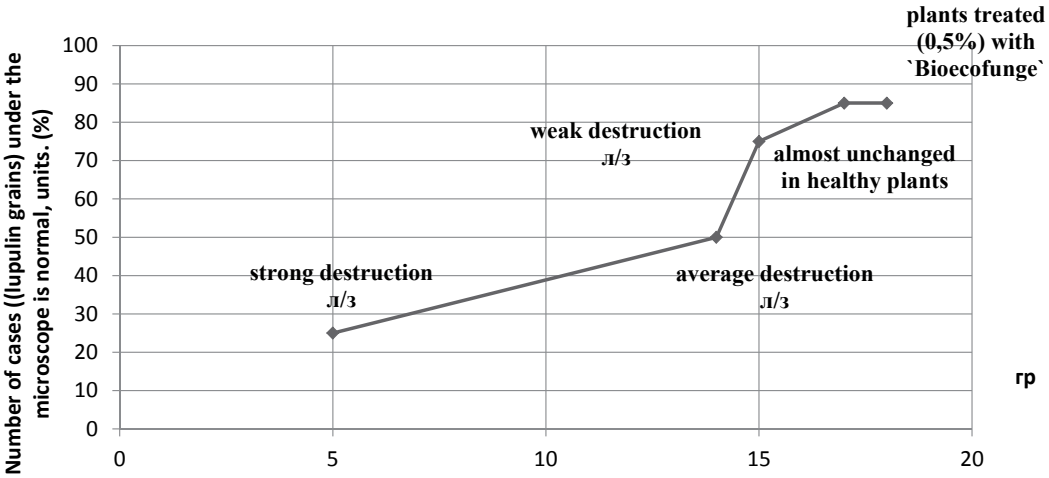


Fig. 3. Adaptive total content of bitter substances (%dry matter) corresponding degradation lupulin grains hops

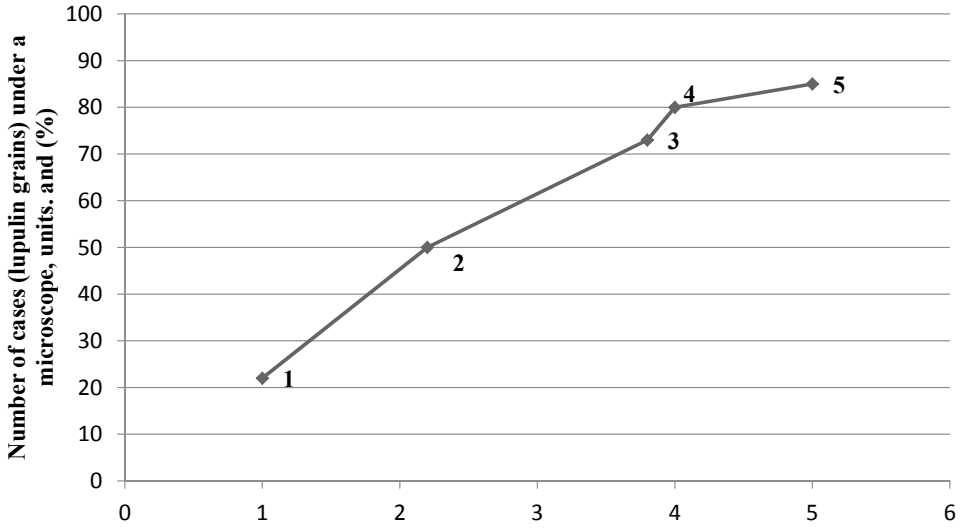


Fig. 4. The content of α-acids according to the morphological and structural analysis of hops lupulin grains 1 – 22%grains of normal; 2 – 50%grains of normal; 3 – 73% grains of normal; 4 – 80% grains of normal; 5 – 85% grains of normal (processing of sample plants 0,5% with `Bioekofunge-1` solution)

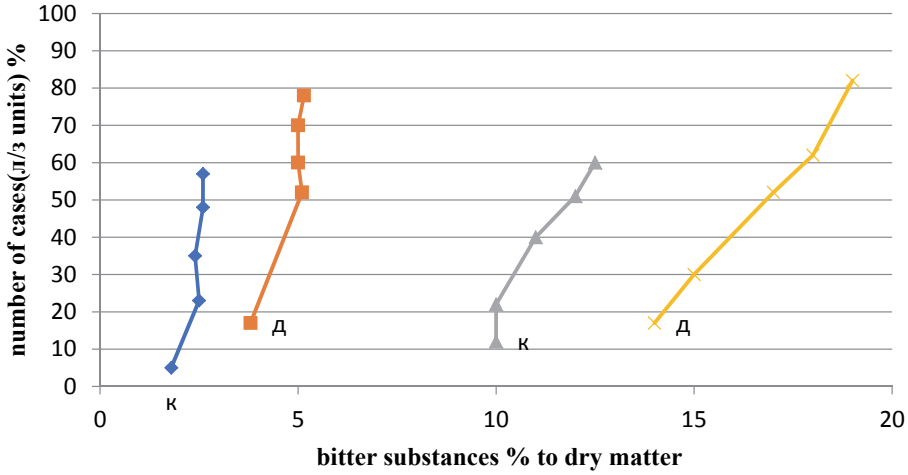


Fig 5. The content of α-acid and bitter substances in hops plant affected with Carlavirus and treated «Bioekofunge – 1» (0,5 %) C – control (untreated plants); R – research (double spray); lupulin glands – 10–30% - strong destruction; lupulin glands – 40–50% - average destruction; lupulin glands – 60–85% - weak destruction

posed economically profitable method of express analysis, which is more profitable in 2,3 - 3,0 times in comparison with known cost prototypes. Based on calibration graphs the developed technology provides an opportunity to evaluate the formation of lupulin grains under different conditions of hop growing: viral infection, growth stimulation and the development of plants when using biocompounds and other factors.

References

1. Boyko, A.L, Nikityuk, Yu.A. (2015) Ekonomichna otsinka syrovyny khmelyu za umov urazhennya virusnoyu infektsiyeyu [Economic evaluation of the hop raw materials under conditions of the lesions with viral infection]. Balanced Nature Using, 4, 38–44.
2. Lyashenko N.I. (2002) Biohimiya hmelya i hmeleproduktov [Biochemistry of hops and hop products]. Zhitomir: Polissya, 388.
3. Lyashenko, M. I., Protsenko, L. V., Rudyk, R. I., Bober, A.V., Hryniuk,T. P., Vlasenko, A.S. (2017). Doslidzhennya hirkykh rechovyn lupulinu riznykh sortiv khmelyu [Research of bitter substances of lupulin in different types of hops]. Naukovyy visnyk NUBiP Ukrayiny, 269, 224-233.
4. Mamedova, S.A., Boyko, A.L., Vasiliev, A.D. (1974). Isledovaniye metodom skaniruyushchey elektronnoy mikroskopii lupulinovykh zeren khmelya, porazhennogo virusnymi zabolevaniyami [Research with the scanning electron microscopy of lupulin grains of the hops infected with viral diseases]. Nauchnyye doklady vysshey shkoly. Biologicheskiye nauki, 8, 130-132.
5. Boyko, A.L. (1976). Virusy i virusnyye zabolevaniya khmelya i rozy efiromaslichnoy [Viruses and viral diseases of hops and oil-bearing roses]. Naukova dumka, 111.
6. Boyko, A.L. (1990). Ekologiya virusov rasteniy [Ecology of plant viruses]. Vyshcha shkola, 165.
7. Boyko, A.L., Zaritsky, M.M., Tovkach, F.I. (2012). Virusolohiia v elektronnohrafiiakh: albom [Virology in electronography: album]. Kyiv: DIA, 54.
8. Boyko, O.A., Veselskiy, S.P., Grygoryuk, I.P., Melnychuk, M.D. (2014). Stvorennia biopreparativ na osnovi biokhimichnykh komponentiv riznykh vydiv bazydiomitsetiv ta vyshchykh roslyn [The creation of biopreparation based on biochemical components of different basidiomycetes species and higher plants]. Naukovyy visnyk NUBiP Ukrayiny, 204, 120-126.

АНОТАЦІЯ

А. Л. Бойко, Ю. А. Никитюк, М. Я. Співак, О. А. Бойко, Р. І. Рудик, Я. В. Чабанюк, Н. П. Сус, Ю. О. Сологуб, В. О. Цвігун, А. В. Орловський. *Економічно-вигідний оригінальний спосіб оцінки якості сировини хмелю (humulus lupulus l.) // Біоресурси і природокористування.– 2018. – **10**, №3–4. – С.5–10. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.001*

На основі багаторічних досліджень запропонована технологія визначення якості сировини хмелю на результатах вивчення морфолого-структурних показників лупулінових залоз шишок хмелю. Розроблено декілька варіантів методики, що ґрунтуються на скануючій електронній, люмінесцентній та світловій мікроскопії. Всі фрагменти методики мають значно нижчу собівартість та простіший алгоритм у порівнянні з загальноприйнятими європейськими методами визначення якості сировини хмелю, а саме вмісту гірких речовин та головного компонента α-кислоти. Як модельну систему в роботі використано Carlavirus хмелю, який має значне розширення на хмелеплантаціях, де він викликає значне зниження якості сировини цієї цінної культури. Запропонована методика може бути застосована (при звичайному мікроскопіюванні) у польових умовах на різних сортах хмелю; для експрес-оцінки сировини на митницях; для оцінки лупуліну на пивзаводах та фармацевтичних, харчових, косметичних, спец-лабораторіях; для аналізу лупуліну після обробки рослин хмелю препаратами різного складу.

Ключові слова: *сировина хмелю, метод, Carlavirus, ВТМ, лупулін*

АННОТАЦИЯ

А. Л. Бойко, Ю. А. Никитюк, Н. Я. Спивак, О. А. Бойко, Р. И. Рудик, Я. В. Чабанюк, Н. П. Сус, Ю. А. Сологуб, В. А. Цвигун, А. В. Орловский. *Экономически выгодный оригинальный способ оценки качества сырья хмеля (humulus lupulus l.)// Биоресурсы и природопользование. – 2018. – **10**, №3–4. – С.5–10. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.001*

На основе многолетних исследований предложена технология определения качества сырья хмеля по результатам изучения морфолого-структурных показателей лупулиновых желез шишек хмеля. Разработано несколько вариантов методики, основанных на сканирующей электронной, люминесцентной и световой микроскопии. Все фрагменты методики имеют значительно более низкую себестоимость и простой алгоритм по сравнению с общепринятыми европейскими методами определения качества сырья хмеля, а именно содержания горьких веществ и главного компонента α-кислоты. Как модельная система в работе использован Carlavirus хмеля, который имеет широкое распространение на хмелеплантациях, где он вызывает значительное снижение качества сырья этой ценной культуры. Предложенная методика может быть применена (при обычном микроскопировании) в полевых условиях на различных сортах хмеля; для экспресс-оценки сырья на таможнях; для оценки лупулина на пивзаводах и фармацевтических, пищевых, косметических, спец-лабораториях; для анализа лупулина после обработки растений хмеля препаратами различного состава.

Ключевые слова: *сырье хмеля, метод, Carlavirus, ВТМ, лупулин*

УДК [604.6:633.34]:599.323.45-14

ПОСТНАТАЛЬНИЙ РОЗВИТОК ПРИПЛОДУ САМОК ЩУРІВ ТА МАСОМЕТРИЧНІ ПОКАЗНИКИ ОРГАНІВ ЩУРІВ ДВОХ ПОКОЛІНЬ ПРИ ВЖИВАННІ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНОЇ СОЇ ТА РАУНДАПУ

І. В. ЧОРНА, *здобувач*
Національний технічний університет «Харківського політехнічного інституту»
E-mail: chorna8@ukr.net
Г. В. ДРОНИК, *доктор біологічних наук, професор, академік НААН*
Буковинська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.002

У всьому світі найбільше вирощують гліфосат-резистентну генетично модифіковану сою, а гербіцид «Roundup» є широко використовуваним у сільському господарстві. У статті подані результати дослідження впливу традиційної, гліфосат-резистентної генетично модифікованої сої та вплив самого гербіциду «Roundup» на постнатальний розвиток приплоду самок щурів, а також на масометричні показники внутрішніх органів щурів двох поколінь. Токсичні речовини можуть призводити до зміни масометричних показників внутрішніх органів та зміни постнатального розвитку щурів, тому дослідження впливу генномодифікованої сої та гербіциду «Roundup» на організм тварин є дуже актуальними. Метою даних дослідження було вивчити постнатальний розвиток щурів та маси внутрішніх органів двох поколінь щурів при згодовуванні традиційної, генетично модифікованої сої та раундапу.

Дослідження проводилися на щурах лінії Вістар, які були поділені на п'ять груп: I група – інтактна група; II група – у раціоні щурів 20-26 % корму замінювали на традиційну сою; III група – у раціоні щурів 20-26 % корму замінювали генномодифікованою соєю, яку не обробляли гербіцидом «Roundup»; IV група – щурі, які вживали генномодифіковану сою, яку обробляли гербіцидом; V група – щурі, отримували разом із питною водою гербіцид «Roundup». Через 42 доби після початку вживання традиційної та генетично модифікованої сої, самки всіх груп були спаровані та продовжували отримувати той же раціон та гербіцид у питній воді. Постнатальний розвиток вивчався за кількістю приплоду в кожній групі та аналізуючи виживаність щуренят другого покоління протягом двох місяців, також вивчали динаміку маси тіла щуренят при народжені, через двадцять днів та через два місяці.

Досліджень показали, що застосування раціону, який містив традиційну сою та генетично модифікованої, яку не обробляли гербіцидом «Roundup» не призводить до змін постнатального розвитку та змін масометричних показників порівняно з контролем. Аналіз результатів дослідження інших груп показав, що за вживання генетично модифікованої сої, яка була оброблена гербіцидом «Roundup» та самого гербіциду з питною водою призводить до збільшення маси селезінки на 36 % та на 4 % маса печінки у IV групі щурів першого покоління, така ж картина спостерігається і у другому поколінні щурів маса селезінки збільшується на 33 %, а маса печінки на 6 %. У V групі маса

печінки збільшується на 5 % та селезінки на 6 % порівняно з контрольною групою, тобто спостерігається незначне збільшення маси печінки та селезінки. У IV та V групі спостерігається зменшування народжуваності щурів другого покоління та підвищується їх смертність протягом двох перших місяців.

При надходженні в організм щурів гербіциду та генетично модифікованої сої оброблену гербіцидом спостерігається збільшення печінки, що може свідчити про токсичний вплив гербіциду та генетично модифікованої сої, яка була оброблена гербіцидом «Roundup», а збільшення селезінки може свідчить про негативну дію раундапу на імунну систему тварини.

Ключові слова: *масометричні показники, постнатальний розвиток, традиційна та трансгенна соя, раундап, генетично модифіковані організми, коефіцієнти маси внутрішніх органів*

Актуальність. Прискорення темпів наукового та технологічного прогресу на нашій планеті зумовлює посилення впливу людей на природу. У теперішній час постало дві основні проблеми: забруднення навколишнього середовища та подолання голоду в світі. Для подолання голоду науковцями було створенні генетично модифіковані організми, які мали властивості не притаманні відомим на той час сортам.

Генетично модифіковані організми є результатом застосування технологій генної інженерії, що дозволяють вбудовувати гени або сегменти ДНК. Створення таких трансгенних рослин дає можливість одержання організмів з новими ознаками (морозостійкість, посухостійкість, стійкість до гербіцидів та інше) [1, 2].

Найбільш широко використовувана серед усіх сільськогосподарських культур – соя, адже її широко використовують в харчовій промисловості. Насіння сої містить білок, вуглеводи, вітаміни, поліненасичені жирні кислоти, макро- й мікроелементи, кількість яких у нативної та трансгенної сої майже індентична. Крім поживних речовин соя також містить і антипоживні: уреаза, сапоніни, лектини, антивітаміни, інгібітори трипсину й хімотрипсину. Для того щоб знешкодити ці речовини сою піддають термічній обробці, але після обробки активними залишаються ізофлавони, які гідролізуються у кишечнику, водночас утворюються речовини з естрогенною активністю (геністеїн, дейдзеїн, біоканін-А та ін.) [3, 4]. Також для боротьби з бур'янами вже багато років використовують гербіцид «Roundup». На сьогодні вчені створили трансгенну сою, яка стійка до дії цього гербіциду, це стало можливим завдяки внесенню в ДНК сої гену бактерії Agrobacterium tumefaciens. Трансгенна соя синтезує бактеріальну EPSPS, що замінює інгібований гербіцидом фермент в рослині. Тому генетично модифікована соя стійка до гліфосату і продовжує рости у разі обробки поля гербіцидом «Roundup», тоді як бур'яни гинуть [4].

Мета дослідження – вивчити постнатальний розвиток щурів та маси внутрішніх органів щурів двох поколінь за згодовування традиційної, раундапостійкої генетично модифікованої сої, яку обробляли гербіцидом і генетично модифікованої сої, яку не обробляли гербіцидом, та впливу самого гербіциду. Дослідити смертність новонароджених щуренят та здатність їх до виживання у перші два місяці життя.

Матеріали й методи дослідження. Дослідження проводилися на щурах лінії Вістар, які були поділені на п'ять груп. У кожній групі було по 12 щурів віком (5-6 місяців), масою тіла (207-230 г) та утримувалися в однакових умовах. Тварини були поділені на такі групи: I група – контрольна група вживали стандартний віварійний корм (інтактна група); II група – вживали стандартний віварійний корм в якому 20-26 % замінювали на традиційн сою; III група – в раціоні щурів 20-26 % корму замінювали на генномодифіковану

сою, яку не обробляли гербіцидом «Roundup»; IV група – в раціоні щурів 20-26 % корму замінювали генномодифікованою соєю, яку обробляли гербіцидом; V група – щурі, які отримували разом із питною водою гербіцид (0,1 мкг/л), що є допустимою концентрацією в межах вимог Європейського Союзу. Зразки сої обох сортів перевірялись на наявність генетичної модифікації, що підтверджено Українською лабораторією якості і безпеки продукції АПК протоколом №1691-Н. У зразка № 2 виявлені цільові послідовності промотора 35S вірусу мозаїки цвітної капусти (CaMV), та термінатора NOS (T-NOS) T1 плазміди Agrobacterium tumifaciens. Соєві боби перед додаванням в корми термічно оброблялись при 140° протягом 2 год, для знешкодження антипоживних речовин та зниження уреазної активності. Через 42 доби після початку вживання традиційної та генетично модифікованої сої, самки всіх груп були спаровані, самки та самці продовжували отримувати той же раціон та гербіцид з питною водою. Статистичну обробку результатів проводили за допомогою стандартного пакету програм Microsoft Excel, використовуючи t-критерій Стьюдента. Різниці між величинами вважали статистично вірогідними: $P \leq 0,05^{*}$; $P \leq 0,01^{**}$; $P \leq 0,001^{***}$.

У роботі дотримувалися нормативів утримання лабораторних тварин відповідно до Європейської конвенції із захисту хребетних тварин, що використовуються для експериментальних чи інших наукових цілей (Страсбург, 1986 р.) [5]. Для декапітації відбиралися по дванадцять тварин із кожної групи, евтаназію проводили під легким ефірним наркозом, дотримуючись міжнародних положень стосовно проведення експериментальних робіт.

Результати дослідження та їх обговорення. Від кожної тварини відбирали внутрішні органи для масометричних досліджень. Постнатальний розвиток приплоду, який оцінювали за кількістю живих та мертвонароджених щуренят та їх масою, а також здатністю до виживання у перші два місяці життя.

Кількість приплоду в контрольній групі коливалася в межах фізіологічної норми і серед новонароджених не було виявлено мертвих щурів. Однак смертність щурят від самок II і III дослідних груп склала відповідно 8,6 і 8,5 %. У дослідних групах смерть щурят наступала перші 5 діб життя, що говорить про порушення пренатального і постнатального розвитку.

Постнатальний розвиток тварин оцінювали шляхом підрахування кількості живих та мертвонароджених плодів, а

Постнатальний розвиток приплоду самок щурів, до раціону яких додавали боби з нативної, трансгенної сої (яка оброблена гербіцидом), трансгенної сої (яка не оброблена гербіцидом) та яким давали в питну воду гербіцид (0,1 мкг/л) (M ± m, n = 12).

Група	Кількість приплоду у гнізді в перший день після народження	Життєздатність приплоду		
		Кількість приплоду в групі, голів	Кількість приплоду, що загинула	Живі від народження у двомісячному віці, %
I	9,8 ± 0,32	59	5	91,5 %
II	9,7 ± 0,21	58	5	91,4 %
III	9,8 ± 0,32	59	5	91,5 %
IV	9,5 ± 0,22	57	7	87,7 %
V	7,7 ± 0,21	46	11	76,1 %

Динаміка маси приплоду самок щурів, до раціону яких додавали боби з нативної, трансгенної сої (яка оброблена гербіцидом), трансгенної сої (яка не оброблена гербіцидом) та яким давали в питну воду гербіцид (0,1 мкг/л), г (M ± m, n = 12).

Динаміка маси тіла однієї тварини, г			
Група	**при народженні**	**20 днів**	**два місяці**
I	4,93 ± 0,069	34,90 ± 0,044	92,5 ± 0,032
II	4,925 ± 0,068	33,57 ± 0,61	102,49 ± 0,53
% до контролю	98,5	96,2	110,80
III	4,7 ± 0,059	33,2 ± 0,64	98,2 ± 0,56
% до контролю	96,5	91,7	106,16
IV	4,5 ± 0,067	32,5 ± 0,05	97,5 ± 0,54
% до контролю	91,3	93,1	105,4
V	3,5 ± 0,075	27,1 ± 0,043	67,5 ± 0,53
% до контролю	71	77,7	73

також шляхом контролювання, фізіологічного стану, життєздатності та живої маси щуренят протягом двох перших місяців життя. Результати досліджень показали, що спостерігається збільшення маси щуренят II та III групи порівняно з контролем. Кількість приплоду в дослідних і контрольній групах коливалася в межах норми (табл. 1). Протягом двох місяців зафіксовано смертність щуренят контрольної групи 8,5%, хоча це значення коливається в межах фізіологічної норми (3,6-9,2%). Смертність щуренят від самок II та III дослідних груп становила 8,6 % і 8,5 %, відповідно [9]. Смертність щуренят від самок IV та V дослідних груп становила 12,3% та 23,9%. Основна смертність приплоду в цих дослідних групах спостерігалась у перші доби життя, що може свідчити про народження ослабленого та менш життєздатного потомства.

Через три доби після народження щуренят проводилося зважування щурів, достовірних міжгрупових відмінностей за значеннями живої маси невиявлено (табл. 3).

Середня маса новонароджених тварин II та III дослідних груп була меншою відповідно на 1,5 % і 3,5 % порівняно з контрольною. Така тенденція прослідковулася й на 20 добу життя тварин 3,8 % та 8,3 %, що може бути зумовлено залишковою активністю ізофлавонів у насінні сої. Маси тіла щурів у двомісячному віці у II та III групах зростає на 10,8 та 6,2 % порівняно з контролем, що свідчить про позитивний вплив компонентів сої на ріст та масу приплоду. Це може свідчити про краще засвоєння білка сої тваринами та про його біологічну цінність. У IV та V групах при народженні маси щуренят були менші на 8,7 та 29 % порівняно з контролем, на 20 добу спостерігається та сама картина маси щуренят менші на 6,9 та 22,3 % від інтактної групи. Через два місяці маси щуренят у IV групі збільшується на 5 % та V групі зменшується на 27 %.

У першому поколінні щурів спостерігається незначне зменшення загальної ваги тіла в усіх дослідних груп порівняно з контролем. За вивчення масометричних показників внутрішніх органів щурів спостерігається зменшення маси нирок та печінки: II група – на 15 % та 1,1 %; III група – на 8,5 % та 20 %; IV група – на 10 % та 6 %; у V групі зменшення маси нирок на

Маси внутрішніх органів щурів першого покоління, до раціону яких додавали боби з нативної, трансгенної сої (яка оброблена гербіцидом), трансгенної сої (яка не оброблена гербіцидом) та яким додавали в питну воду гербіцид (0,1 мкг/л) (г/кг M ± m, n = 12)

Група	Загальна вага	Легені	Нирки	Печінка	Серце	Селезінка
I	230 ± 8	1,85 ± 0,13	2,06 ± 0,19	9,50 ± 0,38	1,16 ± 0,13	1,04 ± 0,054
II	231 ± 9,55	1,84 ± 0,027*	1,7 ± 0,14	9,4 ± 0,035	1,04 ± 0,06	1,1 ± 0,05**
% до контролю	100	99,5	85	98,9	89,7	120
III	200 ± 1,83	1,84 ± 0,03*	1,83 ± 0,02	7,6 ± 0,69	1,23 ± 0,055	1,043 ± 0,04
% до контролю	86,6	99,5	91,5	80	106	115
IV	221 ± 8,9	1,97 ± 0,17*	1,8 ± 0,15	8,93 ± 0,7	1,02 ± 0,10	1,24 ± 0,089*
% до контролю	96	106,5	90	94	87,9	136
V	209 ± 4,5*	1,6 ± 0,14*	1,85 ± 0,057	10,2 ± 0,78	0,998 ± 0,077	1,059 ± 0,019*
% до контролю	91	86,5	87,4	107,4	86	116

Маси внутрішніх органів щурів другого покоління, до раціону яких додавали боби з нативної та трансгенної сої (г/кг M ± m, n = 12)

Група	Загальна вага	Легені	Нирки	Печінка	Серце	Селезінка
I	217 ± 10	1,9 ± 0,109	2,03 ± 0,14	9,42 ± 0,53	1,05 ± 0,085	1,04 ± 0,054
II	227 ± 5,12*	2 ± 0,19	1,93 ± 0,065*	9,38 ± 0,68	0,97 ± 0,046	1,1 ± 0,07*
% до контролю	114	105	93,1	99,6	92,4	105,8
III	207 ± 2,5***	1,359 ± 0,12	1,6 ± 0,06	9,11 ± 0,8	1,3 ± 0,05*	1,08 ± 0,054*
% до контролю	95,4	71,5	78,8	96,7	124	103,8
IV	229 ± 6,1*	1,87 ± 0,095***	2,056 ± 0,08***	10 ± 0,67	1,01 ± 0,01	1,39 ± 0,09**
% до контролю	106	98,4	101,3	106	96,2	133,7
V	215,4 ± 7,4	1,3 ± 0,034***	1,78 ± 0,195	9,9 ± 0,95	0,956 ± 0,094	1,1 ± 0,05
% до контролю	99,3	68,4	87,7	105	91	106

12,6 % та збільшення маси печінки 7,4 %. Також спостерігається зменшення маси серця: II група на 10,3 %; III група – на 6 %; IV група – на 12,1 % та у V групі – 14 % серця та легень на 13,5 %. Крім того спостерігається збільшення маси селезінки: II група на 20 %; III група – на 15 %; IV група – на 36 %; у V групі – на 16 %.

Зміни загальної ваги щурів другого покоління, які досягли шестимісячного віку у дослідних групах були: у II та IV – збільшилася на 14 % та 6 %; у III – зменшилася на 5,6 %, а у V групі не змінилася порівняно з контролем. При вивченні масометричних показників внутрішніх органів щурів II та III групах другого

покоління спостерігається зменшення маси органів: нирки на 6,9 % та 21,2 %; печінка на 1,4 % та 3,3 %; серце на 7,1 % (II група) також слід відзначити про збільшення селезінки у II групі на 5,8 % та легенів на 5%; III групі –на та 3,8 % та у IV – групі на 33,7 %.

Висновки і перспективи. За вживання генетично модифікованої сої, яка була оброблена гербіцидом та самого гербіциду спостерігається збільшення смертності щуренят другого покоління протягом перших двох місяців на 12,3 % у IV групі та 23,9 % у V групі. Під час вимірювання коефіцієнтів маси органів спостерігається зменшення маси внутрішніх органів як у першому, так і у другому поколінні, хоча відмічається збільшення маси печінки та селезінки у IV групі щурів першого покоління на 4 % та 36 %; у V групі на 7,4 % та відповідно на 16 %. У другому поколінні також прослідковується збільшення маси печінки та селезінки – у IV групі відповідно на 6 % та 33,7 %, а у V групі на 5 % та 6 %. Такі дані можуть свідчити про токсичний вплив гербіциду раундап та генетично модифікованої сої, які була оброблена гербіцидом. Хоча такого ефекту не спостерігається у разі вживаня трансгенної сої, яка не була оброблена гербіцидом. Саме такий токсичний вплив може бути зумовлений умістом гербіциду у насінні сої. У подальшому необхідно дослідити біохімічні показники крові та печінки для підтвердження токсичного вплив гербіциду на організм тварин.

Література

1. Салига Н. О., Снітинський В. В. Генетично модифіковані рослини та їх вплив на організм тварин // Біологія тварин. 2010. Т. 12, № 2. С. 61-74
2. Marty M. S. Inter-laboratory control data for reproductive endpoints requited in the OPPTS 870 3800/OECD 416 reproduction and fertility test / M. Marty, B. Allen, R. Chapin et al. // Br Defects Res. (Part B). 2009. Vol. 86. P. 470–489.
3. Romero V., Dela Cruz C., Pereira O. C. M. Reproductive and toxicological effects of isoflavones on female offspring of rats exposed during pregnancy // Anim. Reprod. 2008. Vol. 5, № 3, 4. P. 83–89.
4. Долайчук О. П., Матюха І. А., Федорук Г. С. Показники репродуктивної здатності і коефіцієнти маси внутрішніх органів самок щурів в процесі дії компонентів натуральної та трансгенної сої // Науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. 2012. Т. 2. С. 55-60.
5. European convention for the protection of vertebrate animals used forexperim. and other scientific purposes. //Coun. of Europe-Strasbourg. 1986. P. 53.

References

1. Salyha N.O., Snitinsky V.V (2010). Genetically modified plants and their influence on the organism of animals. Biology of animals. Vol. 12, 2: 61-74.
2. Marty M., Allen B., Chapin R. et al. (2009). Inter-laboratory control data for reproductive endpoints requited in the OPPTS 870 3800/OECD 416 reproduction and fertility test. Br Defects Res. (Part B). Vol. 86: 470-489.
3. Romero V., Dela Cruz C., Pereira O. C. M. (2008). Reproductive and toxicological effects of isoflavones on female offspring of rats exposed during pregnancy. Anim. Reprod. Vol. 5, № 3, 4: 83–89.
4. Dolaychuk O.P., Matyukha I.A., Fedoruk G.S. (2012). Indices of reproductive capacity and coefficients of mass of internal organs of females of rats in the process of action of components of natural and transgenic soybean. Scientific Bulletin of the Volyn National University named after Lesya Ukrainka. Vol 2: 55-60.
5. European convention for the protection of vertebrate animals used forexperim. and other scientific purposes.Coun. of Europe-Strasbourg. (1986). P. 53.

SUMMARY

I. V. Chorna, G. V. Dronik. *Postal development of rats and masometric parameters of internal organs of rats of two generations in the exercise of glifosat-resistants genetically modified soy and roundup // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P. 11–18. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.002*

Glyphosate -resistant genetically modified soybeans are the most widely grown throughout the world, and Roundup is widely used in agriculture. The article presents the results of the study of the effect of traditional, glyphosate-resistant genetically modified soybeans and the effect of the "Roundup" herb on the postnatal development of female rats, as well as on the massometric indices of the internal organs of rats of two generations. Toxic substances can lead to changes in the massometric indices of the internal organs and changes in the postnatal development of rats, therefore the study of the influence of genetically modified soya and herbicide "Roundup" on the body of animals is very relevant.

The research was conducted on the rats of the Vistar line, which were divided into five groups: Ist group - intact group; IInd group - on the diet of rats 20-26% of the feed was replaced by traditional soy; IIIrd group - of the diet, 20-26% of the feed was replaced by genetically modified soy which was not treated with herbicide "Roundup"; IVth group of rats that used genetically modified soy which was treated with a herbicide; Vth group of rats, which received herbicide with drinking water. 42 days after the commencement of traditional and genetically modified soy was used, the females of all groups were mating and continued to receive the same diet and herbicide in drinking water. Postnatal development was studied by the number of litter in each group and analysis of the survival rate of second-generation of rats during the two months, as well as the dynamics of body was weighted after the twenty days and two months of their birth.

Studies have shown that the use of a diet which contained traditional soy and genetically modified, which was not treated with the herbicide "Roundup", did not lead to changes in postnatal development and changes in massometric indices compared to controls. The analysis of the results of other groups' studies showed that the use of genetically modified soy which was treated with the herbicide "Roundup" and the herbicide with drinking water lead to an increase in the liver mass by 4% and a spleen by 36% in the IVth group of first generation of rats, the same pattern was observed in the second generation of rats. In the Vth group, the weight of the liver increased by 7% and the spleen by 16% compared to the control group of first generation of rats, and by 5% and 6% the second generation, and a slightly increased in the mass of the liver and the spleen. In the IVth and Vth group, the fertility rate of the second generation of rats was reduced and their mortality increased during the first two months.

When the herbicide and genetically modified soy was put to the body, and increased in the liver it indicated the toxic effect. The increase of the spleen indicated a negative effect of the roundabout on the immune system.

Keywords: *massometric indices, postnatal development, traditional and transgenic soy, roundup, genetically modified organisms, coefficients of mass of internal organs*

АННОТАЦИЯ

И. В. Черная, Г. В. Дроник. *Постнатальное развитие приплода самок крыс и масометрические показатели органов крыс двух поколений при употребления генетически модифицированной сои и раундапа// Биоресурсы и природопользование. – 2018. – **10**, №3–4. – С. 11–18. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.002*

Во всем мире больше всего выращивают глифосат-резистентною генетически модифицированную сою, а гербицид «Roundup» является широко используемым в сельском хозяйстве. В статье представлены результаты исследования влияния традиционной, глифосат-резистентной генетически модифицированной сои и влияние самого гербицида «Roundup» на постнатальное развитие потомства самок крыс, а также на масометричиские показатели внутренних органов крыс двух поколений. Токсичные вещества могут приводить к изменению масометричних показателей внутренних органов и изменения постнатального развития крыс, поэтому исследования влияния генномодифицированной сои и гербицида «Roundup» на организм животных являются очень актуальными. Целью данных исследования было изучить постнатальное развитие крыс и массы внутренних органов двух поколений крыс при употребление традиционной, генетически модифицированной сои и гербицида «Roundup».

Исследования проводились на крысах линии Вистар, которые были разделены на пять групп:

I группа – интактная группа; II группа – в рационе крыс 20-26 % корма заменяли на традиционную сою; III группы – в рационе крыс 20-26 % корма заменяли генномодифицированной соей, которую обрабатывали гербицидом «Roundup»; IV группа – крысы, которые употребляли генномодифицированную сою, которую обрабатывали гербицидом; V группа – крысы, получавшие с питьевой водой гербицид «Roundup». Через 42 суток после начала употребления традиционной и генетически модифицированной сои, самки всех групп были спаренные и продолжали получать тот же рацион и гербицид в воде. Постнатальное развитие изучалось по количеству приплода в каждой группе и анализируя выживаемость крысят второго поколения в течение двух месяцев, также изучали динамику массы тела крысят при рождении, через двадцать дней и через два месяца.

Исследований показали, что применение рациона, который содержал традиционную сою и генетически модифицированную, которую не обрабатывали гербицидом «Roundup» не приводит к изменениям постнатального развития и изменений масометричних показателей по сравнению с контролем. Анализ результатов исследования других групп показал, что за употребление генетически модифицированной сои, которая была обработана гербицидом «Roundup» и самого гербицида с питьевой водой приводит к увеличению массы селезенки на 36 % и на 4 % масса печени в IV группе крыс первого поколения, такая же картина наблюдается и во втором поколении крыс масса селезенки увеличивается на 33 %, а масса печени на 6 %. В V группе масса печени увеличивается на 5 % и селезенки на 6 % по сравнению с контрольной группой, то есть наблюдается незначительное увеличение массы печени и селезенки. В IV и V группе наблюдается уменьшения рождаемости крыс второго поколения и повышается их смертность в течение двух первых месяцев.

При поступлении в организм крыс гербицида и генетически модифицированной сои обработанную гербицидом наблюдается увеличение печени, что может свидетельствовать о токсическом воздействии гербицида и генетически модифицированной сои, которая была обработана гербицидом «Roundup», а увеличение селезенки свидетельствует о негативном воздействии гербицида на иммунную систему животного.

Ключевые слова: *масометричние показатели, постнатальное развитие, традиционная и трансгенная соя, генетически модифицированные организмы, коэффициенты массы внутренних органов*

УДК 579.62: 579.873.13

ВІДНОВЛЕННЯ ТА КОРЕКЦІЯ БАЛАНСУ МІКРОБІОТИ ШЛУНКОВО-КИШКОВОГО ТРАКТУ КРОЛІВ, ПОРУШЕНОГО ВНАСЛІДОК ВВЕДЕННЯ АНТИБІОТИКІВ

Ю. М. ПОХИЛЬКО, *аспірант**
Н. О. КРАВЧЕНКО, *кандидат ветеринарних наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії пробіотиків*
Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН
E-mail: pohilko.yura@gmail.com

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.003

Формування, збереженість та корекція балансу мікробіоти шлунково-кишкового тракту є складним процесом, в якому беруть участь фактори зовнішнього та внутрішнього середовища. Для вирішення вищезазначених проблем використовують пробіотичні препарати. Пробіотики, які на сьогодні застосовуються для профілактики та лікування захворювань шлунково-кишкового тракту кролів, мають у своєму складі бактерії, виділені з різних еконіш. Проте відомо, що найбільшою ефективністю характеризуються пробіотичні препарати на основі представників облігатної мікробіоти шлунково-кишкового тракту того виду тварин, для якого рекомендовані зазначені препарати. У зв'язку з цим актуальним залишається створення пробіотичного препарату для кролів на основі біологічно активних представників облігатної мікробіоти їх шлунково-кишкового тракту. Мета – дослідити здатність штаму бактерій Lactobacillus helveticus 13/2 відновлювати та коригувати баланс мікробіоти шлунково-кишкового тракту молодняку кролів, порушеного внаслідок використання антибіотиків. Методи: мікробіологічні та статистичні. Результати: відновлення балансу мікробіоти шлунково-кишкового тракту кролів, порушеного внаслідок введення антибіотиків, розпочалося вже на першу добу після додавання бактеріальної суспензії штаму Lactobacillus helveticus 13/2 до питної води. Титр бактерій становив 1×108 КУО/мл. Найвищою ефективністю відзначалося введення високих доз (50 та 100 мл/л) бактеріальної суспензії, що забезпечувало позитивну динаміку чисельності облігатної (молочнокислі бактерії, біфідобактерії, кишкова паличка) та зниження чисельності факультативної мікробіоти (дріжджоподібні гриби) у кишківнику дослідних тварин порівняно з інтактними.

Ключові слова: *кишкова мікробіота, дисбактеріоз, пробіотики, молочнокислі бактерії, кролі*

Вступ. Мікробна система макроорганізму виконує широкий спектр життєво важливих локальних і системних функцій, бере участь у процесах їх регуляції, істотно впливає на структурно-функціональний стан внутрішніх органів та імунну систему. Тому збереження здоров'я людини та тварин цілком залежить від формування та підтримання нормальної мікробної екосистеми макроорганізму [1-4].

* Науковий керівник – кандидат ветеринарних наук Н. О. Кравченко

Формування і збереженість мікробіоценозів є складним динамічним багатоступеневим процесом, в якому беруть участь фактори зовнішнього та внутрішнього середовища. Одним з найважливіших мікробних угруповань макроорганізму є біоценоз шлунково-кишкового тракту (ШКТ). Середовище кишківника відповідає екологічному оптимуму тільки для порівняно невеликої кількості видів мікроорганізмів, що складають загальне різноманіття його мікробіоти [2]. Заселення облігатною мікробіотою біотопів макроорганізму розпочинається відразу після народження. У становленні взаємовідносин мікробіота-хазяїн виділяють три фази: заселення, адаптація і відбір та збереження відібраних популяцій [6, 7]. Надалі на баланс мікробіоти впливає багато екзогенних та ендогенних факторів. Важливим завданням є збереження балансу та корекція кишкового біоценозу макроорганізму. Найвагомішим фактором бар'єрної функції кишківника є взаємодія кишечної мікробіоти, епітелію та імунної системи його слизової оболонки [8]. Зазначені чинники утворюють кишковий бар'єр, який забезпечує захист організму від негативного біологічного впливу і можливість адекватної імунної реакції [9-12].

Успіх корекції дисбактеріозу кишківника безпосередньо залежить від того, наскільки ефективно з нього будуть елімінованi чужорідні й патогенні мікроорганізми. З цією метою застосовують антибіотики, кишкові антисептики, бактеріофаги. Проте їх використання з метою деконтамінації патогенної та умовно-патогенної мікрофлори пов'язано з низкою побічних ефектів і може поглибити дисбаланс у складі кишкової мікробіоти.

У зв'язку з цим упродовж останніх років в Україні та світі підвищилась зацікавленість до бактеріальних препаратів на основі живих мікробних культур – пробіотиків. Найчастіше до складу таких препаратів входять молочнокислі бактерії (МКБ). Характерною властивістю МКБ є здатність продукувати речовини (органічні кислоти, етанол, гідроген пероксид, лізоцим, низин, ацидофілін, лактоцил, лактобревін, лактобацилін та ін.), що мають виражену антибіотичну активність. МКБ проявляють антагонізм до різних груп мікроорганізмів, у тому числі патогенних та умовно-патогенних [5].

Пробіотики, які застосовуються для профілактики та лікування захворювань шлунково-кишкового тракту кролів, мають у своєму складі бактерії, виділені з різних еконіш. Такі препарати є універсальними та рекомендовані для різних видів тварин, у тому числі і кролів. У зв'язку з цим актуальним залишається створення пробіотичного препарату на основі біологічно активних представників облігатної мікробіоти шлунково-кишкового тракту саме цих тварин.

Раніше нами показано, що чисельність молочнокислих бактерій у шлунково-кишковому тракті кролів перевищує чисельність біфідобактерій незалежно від раціону та типу годівлі [13]. Тому перспективною групою мікроорганізмів для створення пробіотичного препарату для кролів є бактерії роду *Lactobacillus*, які мають статус «Generally recognized as safe» та «Qualified presumption of safety», тобто їх використання є абсолютно безпечним.

Мета роботи – дослідити здатність штаму бактерій *Lactobacillus helveticus* 13/2 відновлювати баланс мікробіоти ШКТ молодняку кролів та коригувати його порушення, що були спричинені введенням антибіотиків.

Під терміном «відновлення» балансу мікробіоти шлунково-кишкового тракту ми розуміли встановлення чисельності груп мікроорганізмів у межах норми, що спостерігається у тварин інтактної групи;

під терміном «корекція» – збільшення чисельності облігатної та/або зменшення факультативної мікробіоти відносно інтактної групи.

Матеріали та методи досліджень. Досліди проводили на безпородних здорових кролях віком 28 діб, що харчувалися за комбінованим типом годівлі у віварії лабораторії пробіотиків Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН України (ІСМАВ НААН). Перед початком проведення експерименту відбирали проби вмісту товстого кишківника для дослідження видового та кількісного складу мікробоценозу ШКТ молодняку кролів.

Тварин розділено на три контрольні та п'ять дослідних груп тварин , по 8 голів у кожній. Перша контрольна група тварин залишалась інтактною упродовж всього експерименту. Решта кролів отримували препарат «Трисульфонвет» (Україна) для моделювання у тварин штучного дисбактеріозу кишківника. Добова доза складала 100 мл препарату на 100 л питної води упродовж 5 діб, відповідно до інструкції. По завершенню курсу у тварин фіксували дисбактеріоз мікробіологічними дослідженнями. Після антибіотикотерапії тварини другої контрольної групи отримували ферментно-пробіотичнукормовудобавку«Імунобактерин-D» (Україна), до складу якої входять бактерії *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis,* а тварини третьої контрольної групи отримували лише звичайний раціон.

У дослідних групах тварин використовували штам молочнокислих бактерій *Lactobacillus helveticus* 13/2, виділений зі шлунково-кишкового тракту кроля. Даний штам попередньо досліджений та індентифікований в лабораторії пробіотиків ІСМАВ НААН [19-21]. Тваринам четвертої групи до питної води додавали суспензію МКБ, культивованих на гідролізованому молоці в розрахунку 1мл/л, тваринам п'ятої групи – 5 мл/л, тваринам шостої групи – 10 мл/л, тваринам сьомої групи – 50 мл/л, тваринам восьмої групи – 100 мл/л. Титр бактерій становив 1 10^8 КУО/мл.

Експеримент тривав 14 діб. Проби відбирали на першу, третю, сьому та чотирнадцяту добу експерименту.

Видовий та кількісний склад мікробоценозу ШКТ молодняку кролів визначали шляхом висівання проб вмісту товстого кишківника на селективні живильні середовища: біфідобактерії — на середовище Блаурокка, молочнокислі бактерії — на капустяний агар (за Є. І. Квасниковим) та MRS (за J. C. De Man, M. Rogosa and M. E. Sharp), бактерії групи кишкової палички — на середовище Ендо, дріжджоподібні гриби — на середовище Сабуро з 0,1 г/л антибіотику ципрофлоксацину. Ідентифікацію вирослих мікроорганізмів проводили за морфологічними, культуральними, фізіологічними та біохімічними властивостями [17].

Загальну кількість бактерій розраховували за формулою:

$X = Z \times 10^n / Y$,

де X — кількість бактерій, КУО/г;

Z — кількість вирослих колоній;

10^n — величина, зворотна розведенню;

Y — посівна доза, мл.

Статистичну обробку даних здійснювали методом дисперсійного аналізу, використовуючи програму "Microsoft Excel 2010". Різницю між значеннями показників, що порівнювалися, вважали вірогідною при $p \leq 0,05$ [18].

Результати досліджень та їх обговорення. Для усунення дисбактеріозу у сільськогосподарських тварин дедалі більшої популярності набуває застосування пробіотиків. Дана робота присвячена відновленню і корекції балансу мікробіоти ШКТ кролів після антибіотикотерапії за використання штаму МКБ, виділеного з

травного тракту кроля та відібраного нами у попередніх дослідженнях як перспективного для створення пробіотику.

Відомо, що вся мікробіота ШКТ поділяється на облігатну та факультативну. Облігатна мікробіота представлена в основному біфідо- та молочнокислими бактеріями. Біфідобактерії є природними біосорбентами та здатні накопичувати значну кількість сполук важких металів, феноли, формальдегіди та ін. токсичні речовини, які потрапляють в макроорганізм із навколишнього середовища. Вони здатні посилювати гідроліз (розщеплення) білків, зброджувати цукор, розщеплювати жири, розчиняти клітковину, стимулювати перистальтику кишечнику та забезпечувати нормальну евакуацію його вмісту. Біологічно активні речовини, які вони продукують, беруть участь в обмінних процесах організму, знижують токсичне навантаження на печінку. За їх впливу нормалізується склад крові (підвищується вміст гемоглобіну та знижується швидкість осадження еритроцитів) тощо [25].

Вже після першої доби експерименту нами відмічено поліпшення кількісного складу кишкової мікрофлори у тварин дослідних груп та другої контрольної групи, що отримувала «Імунобактерин-D» порівняно із тваринами, які отримували тільки звичайний раціон (третя група) (табл. 1.).

Достовірну різницю за чисельністю біфідобактерій у ШКТ спостерігали у тварин всіх дослідних груп стосовно контрольних. Так, кількість біфідобактерій у другій і третій контрольних групах становила не більше ніж $(4{,}2 \pm 0{,}3)\times10^{2}$, у четвертій дослідній групі підвищувалася до $(3{,}1\pm0{,}2)\times10^{3}$, у п'ятій – збільшувалася ще на порядок $(2{,}8 \pm 0{,}6)\times10^{4}$), а у шостій-восьмій групах наближалася до інтактної $(4{,}1\text{-}5{,}8)\times10^{6}$).

Молочнокислі бактерії заселяють різні відділи травного тракту, починаючи з ротової порожнини і закінчуючи прямою кишкою. Вони продукують молочну кислоту, лактазу, пероксид водню, лізоцим та різноманітні антибіотикоподібні сполуки, які пригнічують ріст гнилісних, умовно патогенних та патогенних мікроорганізмів [23]. Бактерії цієї групи стимулюють фагоцитоз та синтез імуноглобулінів, формують колонізаційну резистентність тощо [24]. Значення біфідо- та молочнокислих бактерій обумовлено двома взаємопов'язаними функціями: їх участю в обмінних процесах і захистом макроорганізму від проникнення інфекцій іззовні.

Чисельність молочнокислих бактерій, що колонізують шлунково-кишковий тракт дослідних тварин, після першої доби експерименту відрізнялася меншою мірою. Використання «Імунобактерину-D» сприяло збільшенню кількості МКБ у шлунково-кишковому тракті тварин другої групи вже після першого введення порівняно з третьою контрольною групою. На нашу думку, такий результат обумовлений наявністю у складі препарату ферментативних речовин (ксиланаза, протеаза, амілаза), які здатні проявляти пребіотичний ефект та стимулювати ріст облігатної мікробіоти шлунково-кишкового тракту.

Збільшення чисельності МКБ відносно третьої контрольної групи, нами відмічено також у сьомій та восьмій дослідних групах тварин, за введення більш високих доз (50 та 100 мл на 1 л питної води) бактеріальної суспензії досліджуваного штаму МКБ.

Бактерії групи кишкової палички з нормальною ферментативною активністю, що зброджують лактозу, належать до облігатної мікробіоти шлунково-кишкового тракту тварин та людини. Зазначені бактерії є головним конкурентом умовно-патогенних мікроорганізмів, вони перешкоджають заселенню чужорідними мікроорганізмами кишкової стінки. Кишкова паличка всередині кишківника поглинає вільний молекулярний кисень,

який є токсичним для біфідобактерій і молочнокислих бактерій, і таким чином створює сприятливі умови для розвитку бактерій даних груп [22]. Кишкова паличка зі слабко вираженими ферментативними властивостями, що погано зброджує лактозу є умовно-патогенною для макроорганізму, значне підвищення її чисельності опосередковано свідчить про початок дисбактеріозу, адже відбувається за рахунок скорочення кількості нормальної мікрофлори кишківника.

Згідно одержаних нами результатів, після першої доби експерименту частка кишкової палички з нормальною ферментативною активністю в інтактній групі становила 82 %. Найбільш істотне зниження даного показника стосовно інтактної групи – до 71 % спостерігали у третій контрольній групі. У другій контрольній і четвертій-шостій дослідних групах частка кишкової палички з нормальною ферментативною активністю перебувала в межах 78-81 %. Співвідношення кишкової палички з нормальною та слабко вираженою ферментативною активністю у тварин сьомої та восьмої груп становило відповідно 83-82 % до 17-18 %. Вищезазначене дає змогу зробити висновок, що введення високих доз бактеріальної суспензії МКБ забезпечує не тільки загальне підвищення чисельності кишкової палички у кишківнику дослідних тварин, але і нормалізує співвідношення бактерій з нормальною і слабко вираженою ферментативною активністю (табл. 1).

Дріжджоподібні гриби належать до умовно-патогенних мікроорганізмів, які у невеликій кількості входять до складу мікробіоти ШКТ. Порушення імунітету з різних причин, у тому числі і внаслідок антибіотикотерапії, призводять до стрімкого підвищення їх чисельності. Як свідчать дані, наведені у таблиці 1, найбільшу кількість дріжджоподібних грибів порівняно з інтактною групою нами виявлено у тварин третьої контрольної групи, які не отримували жодних речовин для відновлення або корекції балансу кишкової мікробіоти. Дещо підвищена чисельність дріжджоподібних грибів була відмічена за використання «Імунобактерину-D» (друга група) і бактеріальної суспензії МКБ у дозі 10 мл/л (шоста група). У тварин четвертої та п'ятої дослідних груп встановлено зниження чисельності дріжджоподібних грибів у шлунково-кишковому тракті як відносно другої і третьої контрольних, так і щодо інтактної групи. Кількість дріжджоподібних грибів у тварин сьомої і восьмої груп, які одержували 50 і 100 мл/л бактеріальної суспензії МКБ відповідно, була практично на рівні з інтактною групою.

Склад мікробіоти ШКТ молодняку кролів на третю добу експерименту наведено у таблиці 2. Звертає на себе увагу достовірне збільшення чисельності біфідобактерій у тварин сьомої та восьмої груп стосовно інтактної групи. Чисельність МКБ у тварин п'ятої-восьмої дослідних груп істотно підвищувалася порівняно з відповідними результатами, одержаними на першу добу експерименту. Кількість МКБ у восьмій дослідній групі тварин на третю добу вийшла на рівень інтактної групи. Чисельність дріжджоподібних грибів у тварин всіх дослідних груп не перевищувала $3{,}3\times10^3$, і була достовірно нижчою, ніж у тварин інтактної групи (табл. 2).

Як свідчать результати, наведені у таблиці 3, вже на сьому добу експерименту чисельність біфідобактерій у шлунково-кишковому тракті тварин четвертої-сьомої дослідних груп достовірно не відрізнялася від показника інтактної групи, а восьмої групи – навіть перевищувала зазначений показник (табл. 3). Кількість МКБ у дослідних групах була дещо нижчою щодо інтактної, хоча і зростала стосовно другої та третьої кон-

1. Склад мікробоценозу шлунково-кишкового тракту молодняку кролів на 1 добу експерименту, КУО/г (M ± m, n = 8)

Групи бактерій	Контрольні групи тварин			Дослідні групи травин				
	Перша група (Інтактна)	Друга група (Імунобактерин-D)	Третя група (вода)	Четверта група (1 мл/л)	П'ята група (5 мл/л)	Шоста група (10 мл/л)	Сьома група (50 мл/л)	Восьма група (100 мл/л)
Біфідобактерії	$(7{,}8 \pm 0{,}6)\times10^{6}$	$(4{,}2 \pm 0{,}3)\times10^{2}$	$(1{,}8 \pm 0{,}2)\times10^{2}$	$(3{,}1 \pm 0{,}2)\times10^{3abc}$	$(2{,}8 \pm 0{,}6)\times10^{4abc}$	$(4{,}1 \pm 0{,}3)\times10^{6bc}$	$(4{,}8 \pm 0{,}6)\times10^{6bc}$	$(5{,}8 \pm 0{,}2)\times10^{6bc}$
Молочнокислі бактерії	$(7{,}4 \pm 0{,}3)\times10^{8}$	$(3{,}7 \pm 0{,}6)\times10^{4}$	$(4{,}9 \pm 0{,}4)\times10^{3}$	$(1{,}3 \pm 0{,}1)\times10^{4ac}$	$(2{,}2 \pm 0{,}3)\times10^{4ac}$	$(3{,}2 \pm 0{,}6)\times10^{4ac}$	$(3{,}8 \pm 0{,}5)\times10^{5abc}$	$(5{,}1 \pm 0{,}3)\times10^{5abc}$
Загальна кількість кишкової палички	$(8{,}7 \pm 0{,}7)\times10^{5}$	$(4{,}2 \pm 0{,}2)\times10^{5}$	$(1{,}9 \pm 0{,}1)\times10^{2}$	$(3{,}3 \pm 0{,}5)\times10^{3abc}$	$(2{,}6 \pm 0{,}1)\times10^{4abc}$	$(4{,}3 \pm 0{,}2)\times10^{6abc}$	$(4{,}7 \pm 0{,}7)\times10^{6abc}$	$(5{,}6 \pm 0{,}3)\times10^{6abc}$
Кишкова паличка з нормальною ферментативною активністю, %	82	78	71	78	81	79	83	82
Кишкова паличка зі слабко вираженою ферментативною активністю, %	18	22	29	22	19	21	17	18
Дріжджоподібні гриби	$(9{,}8 \pm 1{,}2)\times10^{3}$	$(6{,}7 \pm 0{,}6)\times10^{4}$	$(2{,}9 \pm 0{,}3)\times10^{5}$	$(3{,}7 \pm 0{,}3)\times10^{3bc}$	$(2{,}8 \pm 0{,}2)\times10^{3bc}$	$(5{,}2 \pm 0{,}6)\times10^{4ac}$	$(1{,}6 \pm 0{,}2)\times10^{4ac}$	$(1{,}2 \pm 0{,}4)\times10^{4ac}$

Примітка: a-достовірна різниця порівняно з першою групою; b-достовірна різниця порівняно з другою групою; c-достовірна різниця порівняно з третьою групою.

2. Склад мікробоценозу шлунково-кишкового тракту молодняку кролів на 3 добу експерименту, КУО/г (M ± m, n = 8)

Групи бактерій	Контрольні групи тварин			Дослідні групи тварин				
	Перша група (Інтактна)	Друга група (Імунобактерин-D)	Третя група (вода)	Четверта група (1 мл/л)	П'ята група (5 мл/л)	Шоста група (10 мл/л)	Сьома група (50 мл/л)	Восьма група (100 мл/л)
Біфідобактерії	$(5{,}1 \pm 0{,}4)\times10^{6}$	$(3{,}1 \pm 0{,}1)\times10^{4}$	$(1{,}2 \pm 0{,}1)\times10^{3}$	$(2{,}4 \pm 0{,}4)\times10^{4ac}$	$(1{,}4 \pm 0{,}1)\times10^{5abc}$	$(2{,}7 \pm 0{,}2)\times10^{6abc}$	$(1{,}3 \pm 0{,}2)\times10^{7abc}$	$(2{,}7 \pm 0{,}1)\times10^{7abc}$
Молочнокислі бактерії	$(6{,}7 \pm 0{,}3)\times10^{8}$	$(2{,}7 \pm 0{,}2)\times10^{6}$	$(1{,}9 \pm 0{,}1)\times10^{6}$	$(2{,}8 \pm 0{,}1)\times10^{6ac}$	$(8{,}7 \pm 0{,}6)\times10^{6abc}$	$(4{,}3 \pm 0{,}7)\times10^{6abc}$	$(2{,}0 \pm 0{,}1)\times10^{7abc}$	$(6{,}4 \pm 0{,}4)\times10^{8bc}$
Загальна кількість кишкової палички	$(7{,}9 \pm 0{,}5)\times10^{5}$	$(4{,}2 \pm 0{,}2)\times10^{5}$	$(5{,}9 \pm 0{,}7)\times10^{4}$	$(3{,}7 \pm 0{,}4)\times10^{4abc}$	$(2{,}7 \pm 0{,}3)\times10^{5abc}$	$(1{,}8 \pm 0{,}2)\times10^{6abc}$	$(3{,}2 \pm 0{,}3)\times10^{6abc}$	$(2{,}3 \pm 0{,}3)\times10^{6abc}$
Кишкова паличка з нормальною ферментативною активністю,%	84	80	79	78	80	82	84	83
Кишкова паличка зі слабко вираженою ферментативною активністю,%	16	20	21	22	20	18	16	17
Дріжджоподібні гриби	$(7{,}3 \pm 0{,}8)\times10^{3}$	$(1{,}2 \pm 0{,}2)\times10^{5}$	$(4{,}0 \pm 0{,}5)\times10^{5}$	$(2{,}6 \pm 0{,}2)\times10^{3abc}$	$(3{,}3 \pm 0{,}4)\times10^{3abc}$	$(1{,}8 \pm 0{,}2)\times10^{3abc}$	$(2{,}6 \pm 0{,}3)\times10^{3abc}$	$(2{,}2 \pm 0{,}6)\times10^{3abc}$

Примітка: a-достовірна різниця порівняно з першою групою; b-достовірна різниця порівняно з другою групою;c-достовірна різниця порівняно з третьою групою.

Таблиця 3 Склад мікробоценозу шлунково-кишкового тракту молодняку кролів на 7 добу експерименту, КУО/г (M ± m, n = 8)

Групи бактерій	Контрольні групи тварин			Дослідні групи тварин				
	Перша група (Інтактна)	Друга група (Імунобактерин-D)	Третя група (вода)	Четверта група (1 мл/л)	П'ята група (5 мл/л)	Шоста група (10 мл/л)	Сьома група (50 мл/л)	Восьма група (100 мл/л)
Біфідобактерії	$(8,3 \pm 0,6)\times10^{6}$	$(1,3 \pm 0,1)\times10^{6}$	$(1,8 \pm 0,2)\times10^{5}$	$(7,7 \pm 0,9)\times10^{6\ bc}$	$(7,8 \pm 0,6)\times10^{6bc}$	$(7,3 \pm 1,2)\times10^{6bc}$	$(8,0 \pm 1,1)\times10^{6bc}$	$(7,7 \pm 0,9)\times10^{7abc}$
Молочнокислі бактерії	$(5,2 \pm 0,5)\times10^{8}$	$(2,5 \pm 0,1)\times10^{6}$	$(1,8 \pm 0,1)\times10^{6}$	$(6,3 \pm 0,1)\times10^{6abc}$	$(6,8 \pm 1,1)\times10^{6abc}$	$(1,2 \pm 0,3)\times10^{7abc}$	$(6,4 \pm 0,6)\times10^{7abc}$	$(8,2 \pm 1,1)\times10^{7abc}$
Загальна кількість кишкової палички	$(5,2 \pm 0,3)\times10^{5}$	$(2,0 \pm 0,1)\times10^{6}$	$(1,5 \pm 0,2)\times10^{5}$	$(1,3 \pm 0,1)\times10^{5ab}$	$(3,0 \pm 0,3)\times10^{6abc}$	$(1,4 \pm 0,2)\times10^{6abc}$	$(2,5 \pm 0,4)\times10^{6ac}$	$(2,3 \pm 0,6)\times10^{6}$
Кишкова паличка з нормальною ферментативною активністю,%	84	81	77	78	82	84	81	82
Кишкова паличка зі слабко вираженою ферментативною активністю,%	16	19	23	22	18	16	19	18
Дріжджоподібні гриби	$(5,5 \pm 0,6)\times10^{3}$	$(5,5 \pm 0,6)\times10^{3}$	$(1,0 \pm 0,2)\times10^{4}$	$(3,7 \pm 0,6)\times10^{4abc}$	$(3,0 \pm 0,2)\times10^{3abc}$	$(1,5 \pm 0,5)\times10^{2abc}$	$(3,0 \pm 0,1)\times10^{2abc}$	$(5,0\pm0,2)\times10^{2abc}$

Примітка: a-достовірна різниця порівняно з першою групою; b-достовірна різниця порівняно з другою групою; c-достовірна різниця порівняно з третьою групою.

Таблиця 4. Склад мікробоценозу шлунково-кишкового тракту молодняку кролів на 14 добу експерименту, КУО/г (M ± m, n = 8)

Групи бактерій	Контрольні групи тварин			Дослідні групи тварин				
	Перша група (Інтактна)	Друга група (Імунобактерин-D)	Третя група (вода)	Четверта група (1 мл/л)	П'ята група (5 мл/л)	Шоста група (10 мл/л)	Сьома група (50 мл/л)	Восьма група (100 мл/л)
Біфідобактерії	$(4,3 \pm 0,8)\times10^{6}$	$(3,7 \pm 0,3)\times10^{6}$	$(2,2 \pm 0,6)\times10^{6}$	$(4,0 \pm 0,5)\times10^{6c}$	$(3,7 \pm 0,6)\times10^{6c}$	$(3,5 \pm 0,5)\times10^{6c}$	$(4,0 \pm 0,8)\times10^{6c}$	$(1,2 \pm 0,3)\times10^{7abc}$
Молочнокислі бактерії	$(3,1 \pm 0,1)\times10^{8}$	$(1,2 \pm 0,1)\times10^{7}$	$(5,8 \pm 1,1)\times10^{6}$	$(5,7 \pm 0,6)\times10^{6ab}$	$(1,7 \pm 0,1)\times10^{7abc}$	$(1,8 \pm 0,1)\times10^{7abc}$	$(4,5 \pm 0,5)\times10^{8bc}$	$(7,0 \pm 0,1)\times10^{8abc}$
Загальна кількість кишкової палички	$(1,8 \pm 0,1)\times10^{6}$	$(4,5 \pm 0,6)\times10^{6}$	$(3,7 \pm 0,3)\times10^{6}$	$(4,7 \pm 0,8)\times10^{6a}$	$(3,7 \pm 0,7)\times10^{6a}$	$(5,0 \pm 0,1)\times10^{6ac}$	$(4,2 \pm 0,7)\times10^{6a}$	$(4,1 \pm 0,8)\times10^{6a}$
Кишкова паличка з нормальною ферментативною активністю,%	86	83	79	82	81	83	82	81
Кишкова паличка зі слабко вираженою ферментативною активністю,%	14	17	21	18	19	17	18	19
Дріжджоподібні гриби	$(1,8 \pm 0,3)\times10^{3}$	$(3,0 \pm 0,2)\times10^{3}$	$(1,8 \pm 0,6)\times10^{4}$	$(1,0 \pm 0,2)\times10^{4ab}$	$(0,7 \pm 0,1)\times10^{4abc}$	$(2,0 \pm 0,1)\times10^{3bc}$	$(7,8 \pm 1,3)\times10^{2abc}$	$(1,8 \pm 0,4)\times10^{2abc}$

Примітка: a-достовірна різниця порівняно з першою групою; b-достовірна різниця порівняно з другою групою; c-достовірна різниця порівняно з третьою групою.

трольних груп. Особливо слід зауважити, що нами відмічено суттєве зменшення чисельності дріжджоподібних грибів (10^2 КУО/г) у дослідних тварин, що отримували суспензію досліджуваного штаму МКБ у дозі 10 і більше мл на літр питної води (таб. 3).

Дані мікробіологічного дослідження складу мікробіоти шлунково-кишкового тракту кролів на 14-ту добу експерименту представлено в таблиці 4. Згідно отриманих даних, підвищення чисельності біфідобактерій до $(1,2\pm0,3)\times10^7$ КУО/г спостерігали у тварин восьмої дослідної групи.

Про ефективність застосування штаму *L. helveticus* 13/2 для корекції та відновлення мікробіоти ШКТ кролів, свідчить зростання чисельності МКБ у сьомій та восьмій дослідних групах порівняно з контрольною інтактною групою тварин. Звертає на себе увагу, що у зазначених дослідних групах кролів також зберігалася тенденція до зменшення чисельності дріжджоподібних грибів (10^2 КУО/г).

Отже, додавання суспензії молочнокислих бактерій *L. helveticus* 13/2 до питної води упродовж 14 діб забезпечувало достовірне зниження чисельності факультативної мікробіоти та підвищення чисельності біфідобактерій і МКБ у шлунково-кишковому тракті кролів.

Висновки. Виявлено здатність штаму молочнокислих бактерій *Lactobacillus helveticus* 13/2 відновлювати та коригувати баланс мікробіоти шлунково-кишкового тракту молодняку кролів, викликаного застосуванням антибіотиків.

Отримані дані можуть бути використані для створення пробіотичного препарату для кролів на основі штаму *Lactobacillus helveticus* 13/2.

Література

1. Biagi, E., Candela, M., Franceschi, C., & Brigidi, P. The aging gut microbiota: new perspectives. Ageing research reviews. 2011. Vol. 10, No. 4. P. 428 –429.
2. Interactive probiotics. Enrica P. Department of Life Sciences and Systems Biology University of Torino. Italy: CRC Press, 2014. P. 274.
3. Todar K. The Normal Bacterial Flora of Humans. Todar's Online Textbook of Bacteriology. Madison, WI: Kenneth Todar. – Retrieved 2012.04.06 – URL:http://textbookofbacteriology.net/index.html (дата звернення: 12.04.2018).
4. Erkosar B. Transient adult microbiota, gut homeostasis and longevity: novel insights from the Drosophila model. FEBS Lett. 2014. Vol. 588, No. 22. P. 4250–4257.
5. Ornellas R. Maria S. et al. "Selection of Lactic Acid Bacteria with Probiotic Potential Isolated from the Fermentation Process of “Cupuazu”(Theobroma grandiflorum)." Advances in Microbiology, Infectious Diseases and Public Health. Springer, Cham, 2017. 1-16.
6. Walker W. Initial intestinal colonization in the human infant and immune homeostasis. Ann Nutr Metab. 2013. Vol. 63, No. 2. P. 8–15.
7. Langhendries J. P. Early bacterial colonisation of the intestine: why it matters. Ital J Pediatr. 2005. Vol. 31. P. 360–369.
8. Kosiewicz M. M. Gut Microbiota, Immunity, and Disease: A Complex Relationship. Front Microbiol. 2011. Vol. 2, No. 180.
9. Haller, Dirk, et al. Guidance for Substantiating the Evidence for Beneficial Effects of Probiotics: Probiotics in Chronic Inflammatory Bowel Disease and the Functional Disorder Irritable Bowel Syndrome–3. The Journal of nutrition. 2010. Vol. 140. No 3. P. 690–697.
10. Schenk M., Mueller C. The mucosal immune system at the gastrointestinal barrier. Best Practice and Research Clinical Gastroenterology. 2008. Vol. 22. No. 3. P. 391–409.
11. Lievin-Le Moal V., Servin, A. L. The front line of enteric host defense against unwelcome intrusion of harmful microorganisms: mucins, antimicrobial peptides, and microbiota. Clin Microbiol Rev. 2006. Vol. 19. No 2. P. 315–337.

12. Magalhaes J. G., Tattoli I., Girardin S. E. The intestinal epithelial barrier: how to distinguish between the microbial flora and pathogens. Semin Immunol. 2007. Vol. 19. No.2. P. 106–115.
13. Похилько Ю. М., Кравченко Н. О., Божок Л. В., Агеєв В. О., Дмитрук О. М. Особливості кишкового мікробоценозу молодняку кролів за різних типів годівлі. Сільськогосподарська мікробіологія. 2015. № 22. С. 48–52.
14. Антипова Л. В., Глотова И. А., Рогов И. А. Методы исследования мяса и мясных продуктов. Современные проблемы науки и образования. 2009. № 1. С. 22-22.
15. Влізло В. В., Сімонов М. А., Каплінський В. П. Засоби підвищення резистентності курчат. Ветеринарна медицина України. 2006. № 7. С. 42–47.
16. В. В. Мокрозуб, Л. М. Лазаренко, Л. П. Бабенко, Спивак Н. Ю. Антибактеріальні й імуномодулювальні властивості штамів лакто- та біфідобактерій за експериментальної стафілококової інфекції. Biotechnologia Acta. 2012. Т. 5. № 2. С. 98–104.
17. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology: Volume One: The Archaea and the Deeply Branching and Phototrophic Bacteria. Springer Science & Business Media. Garrity G. M., 2012. 1422 p.
18. Motulsky H. Intuitive biostatistics: a nonmathematical guide to statistical thinking. Oxford University Press, USA, 2014. 517 p.
19. Похилько Ю. М.; Кравченко Н. О. Вплив середовища культивування на антагоністичну активність молочнокислих бактерій. Сільськогосподарська мікробіологія. 2016. № 24. С. 64-72.
20. Похилько Ю. М., Кравченко, Н. О. Виділення із травної системи кролів молочнокислих бактерій, перспективних для створення пробіотичних препаратів. Біоресурси і природокористування. 2016. Т. 8(5-6). С. 63-66.
21. Похилько Ю. М.; кравченко Н. О. Стійкість бактерій роду lactobacillus до метаболітів травної системи. Мікробіологія і біотехнологія. 2017. № 2 (38). С. 101-111.
22. Білько І. П. Біофункціональна роль нормальної мікрофлори організму людини. Сімейна медицина. 2009. № 1. С. 74–75.
23. Klaenhammer T. R. Genetics of bacteriocins produced by lactic acid bacteria. FEMS microbiology reviews. 1993. № 12(1-3). P. 39-86.
24. Pablo M. A., Gaforio J. J., Gallego A. M. et al. Evaluation of immunomodulatory effects of nisin-containing diets on mice. FEMS Immunology and Medical Microbiology. 1999. № 24(1). P. 35-42.
25. Коршунов В.М., Ефимов Б.А., Пикина А.П. Характеристика биологических препаратов и пищевых добавок для функционального питания и коррекции микрофлоры кишечника. Журн. микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2000. №3. С. 86-91.

References

1. Biagi, E., Candela, M., Franceschi, C., & Brigidi, P. (2011). The aging gut microbiota: new perspectives. Ageing research reviews, 10(4), 428-429.
2. Pessione, E. ed. (2014). Interactive probiotics. Italy: CRC Press, 274.
3. The Normal Bacterial Flora of Humans. Available at: http://textbookofbacteriology.net/index.html
4. Erkosar, B., & Leulier, F. (2014). Transient adult microbiota, gut homeostasis and longevity: novel insights from the Drosophila model. FEBS letters, 588(22), 4250-4257.
5. Ornellas, R. M. S., Santos, T. T., Arcucio, L. B., Sandes, S. H. C., Oliveira, M. M., Dias, C. V., Nicoli, J. R. (2017). Selection of Lactic Acid Bacteria with Probiotic Potential Isolated from the Fermentation Process of "Cupuazu"(Theobroma grandiflorum). In Advances in Microbiology, Infectious Diseases and Public Health (pp. 1-16). Springer, Cham.
6. Walker, W. A. (2013). Initial intestinal colonization in the human infant and immune homeostasis. Annals of Nutrition and Metabolism, 63(Suppl. 2), 8-15.
7. Langhendries, J. P. (2005). Early bacterial colonisation of the intestine: why it matters. Italian Journal of Pediatrics, 31(6), 360.
8. Kosiewicz, M. M., Zirnheld, A. L., & Alard, P. (2011). Gut microbiota, immunity, and disease: a complex relationship. Frontiers in microbiology, 2, 180.
9. Haller, D., Antoine, J. M., Bengmark, S., Enck, P., Rijkers, G. T., & Lenoir-Wijnkoop, I. (2010). Guidance for Substantiating the Evidence for Beneficial Effects of Probiotics: Probiotics in Chronic

Inflammatory Bowel Disease and the Functional Disorder Irritable Bowel Syndrome–3. The Journal of nutrition, 140(3), 690-697.
10. Schenk, M., Mueller, C. (2008). The mucosal immune system at the gastrointestinal barrier. Best Practice and Research Clinical Gastroenterology, 22(3), 391-409.
11. Liйvin-Le Moal, V., Servin, A. L. (2006). The front line of enteric host defense against unwelcome intrusion of harmful microorganisms: mucins, antimicrobial peptides, and microbiota. Clinical microbiology reviews, 19(2), 315-337.
12. Magalhaes, J. G., Tattoli, I., Girardin, S. E. (2007). The intestinal epithelial barrier: how to distinguish between the microbial flora and pathogens. In Seminars in immunology, 19(2), 106-115.
13. Pokhilko Yu. M., Kravchenko N. O., Bozhok L.V., Ageev V.O., Dmitruk O.M. (2015). Osoblyvosti kyshkovogo mikrobocenozu molodnjaku kroliv za riznyh typiv godivli [Features of intestinal micrococoenosis of young rabbits for different types of feeding. Agricultural Microbiology]. Agricultural Microbiology. 22, 48-52.
14. Antipova L.V., Glotova I.A., Rogov I. A. (2009). Metody issledovanija mjasa i mjasnyh produktov [Methods of studying meat and meat products]. Modern problems of science and education. 1, 22-22.
15. Vlaslo V.V., Simonov M.A. Kapilnyj V.P. (2006). Zasoby pidvyshhennja rezystentnosti kurchat [Means of increasing the resistance of chickens]. Veterinary Medicine of Ukraine. 7, 42-47.
16. Mokrozub V.V., Lazarenko L.N., Babenko L.P., Shinkarenko L.N., Spivak N. Ya. (2012). Antybakterial'ni j imunomoduljuval'ni vlastyvosti shtamiv lakto- ta bifidobakterij za eksperymental'noi' stafilokokovoi' infekcii' [Antibacterial and immunomodulating properties of strains of lactoid bifidobacteria in experimental staphylococcal infection]. Biotechnologia Acta. 5 (2), 98-104.
17. Garrity, G. M. (2012). Bergey's Manual of Systematic Bacteriology: Volume One: The Archaea and the Deeply Branching and Phototrophic Bacteria. Springer Science and Business Media,1422 p.
18. Motulsky, H. (2014). Intuitive biostatistics: a nonmathematical guide to statistical thinking. Oxford University Press, USA. 517.
19. Pokhilko Yu. M., Kravchenko N. O. (2016). Vplyv seredovyshha kul'tyvuvannja na antagonistychnu aktyvnist' molochnokyslyh bakterij [Influence of cultivation environment on antagonistic activity of lactic acid bacteria]. Agricultural Microbiology. 24, 64-72.
20. Pokhilko Yu. M., Kravchenko, N.O. (2016). Vydilennja iz travnoi' systemy kroliv molochnokyslyh bakterij, perspektyvnyh dlja stvorennja probiotychnyh preparativ [Isolation from the digestive system of rabbits lactic acid bacteria, promising for the creation of probiotic preparations]. Bioresources and nature management. 8 (5-6), 63-66.
21. Pokhilko Yu. M., Kravchenko, N.O. (2017). Stijkist'' bakterij rodu lactobacillus do metabolitiv travnoi' systemy [Resistance of bacteria of the genus lactobacillus to the metabolites of the digestive system]. Microbiology and Biotechnology. 2 (38), 101-111.
22. Bilko I.P. (2009). Biofunkcional'na rol' normal'noi' mikroflory organizmu ljudyny [Biophunctional role of normal microflora of human organism]. Family medicine. 1, 74-75.
23. Klaenhammer, T. R. (1993). Genetics of bacteriocins produced by lactic acid bacteria. FEMS microbiology reviews, 12(1-3), 39-85.
24. Pablo M. A., Gaforio J. J., Gallego A. M. et al. (1999). Evaluation of immunomodulatory effects of nisin-containing diets on mice. FEMS Immunology and Medical Microbiology, 24(1), 35-42.
25. Korshunov V. M., Efimov B. A., Pikina, A. P. (2000). Harakteristika biologicheskih preparatov i pishhevyh dobavok dlja funkcional'nogo pitanija i korrekcii mikroflory kishechnika [Characteristics of biological preparations and food supplements for functional nutrition and correction of intestinal microflora]. Microbiology, 3, 86-91.

SUMMARY

Yu.M. Pokhylko, N.O. Kravchenko. *Recovery and correction of the balance of microbiota of the gastrointestinal tract of rabbits, disabled as resulting from the use of antibiotics // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.19–31. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.003*

The formation, preservation and correction of the balance of the microbiota of the gastrointestinal tract is a complex process in which factors of the external and internal environment participate. To solve the above problems, probiotic preparations are used. However, probiotics, which are used for the preven-

tion and treatment of diseases of the gastrointestinal tract of rabbits, include bacteria isolated from various ecological niches. However, probiotic preparations are more effective, if they include representatives of obligate microbiota of the gastrointestinal tract of animals for which the drug is used. In connection with this, the creation of a probiotic preparation based on biologically active representatives of the obligate microbiota of the gastrointestinal tract of these animals remains topical. Goal. To investigate the ability of the strain of Lactobacillus helveticus 13/2 bacteria to restore and correct the balance of the microbiota of the gastrointestinal tract of young rabbits disrupted by the use of antibiotics. Methods. Microbiological and statistical. Results. Restoration of microbiota balance of the gastrointestinal tract of rabbits, impaired due to the introduction of antibiotics began in the first day after addition of the strain Lactobacillus helveticus 13/2 bacterial suspension to drinking water. The bacteria titer was 1 × 108 CFU / ml. The highest observed efficiency of administration of high doses (50 and 100 ml / l) of the bacterial suspension, provided the positive dynamics of obligate (lactic acid bacteria, bifidobacteria, E. coli) and reducing the number of optional microbiota (yeast-like fungi) in experimental animals as compared with the intestine intact.

Keywords: *intestinal microbiota, dysbiosis, probiotics, lactic acid bacteria, rabbits*

АННОТАЦИЯ

Ю. Н. Похилько, Н. А. Кравченко. *Восстановление и коррекция баланса микробиоты желудочно-кишечного тракта кролей, нарушенного в результате введения антибиотиков //Биоресурсы и природопользование. – 2018. –* ***10****, №3–4. – С.19–31. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.003*

Формирование, сохранность и коррекция баланса микробиоты желудочно-кишечного тракта является сложным процессом, в котором участвуют факторы внешней и внутренней среды. Для решения вышеуказанных проблем используют пробиотические препараты. Однако пробиотики, которые применяются для профилактики и лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта кролей, имеют в своем составе бактерии, выделенные из различных эконишь. Однако более эффективны пробиотические препараты в состав которых входят представители облигатной микробиоты желудочно-кишечного тракта животных, для которых применяется препарат. В связи с этим актуальным остается создание пробиотического препарата для кролей на основе биологически активных представителей облигатной микробиоты желудочно-кишечного тракта именно этих животных. Цель: исследовать способность штамма бактерий Lactobacillus helveticus 13/2 восстанавливать и корректировать баланс микробиоты желудочно-кишечного тракта молодняка кролей, нарушенного в результате использования антибиотиков. Методы: микробиологические и статистические. Результаты: восстановление баланса микробиоты желудочно-кишечного тракта кроликов, нарушенного вследствие введения антибиотиков, началось уже в первые сутки после добавления бактериальной суспензии штамма Lactobacillus helveticus 13/2 к питьевой воде. Титр бактерий составлял 1 × 108 КОЕ / мл. Наивысшей эффективностью отмечалось введения высоких доз (50 и 100 мл / л) бактериальной суспензии, обеспечивало положительную динамику численности облигатной (молочнокислые бактерии, бифидобактерии, кишечная палочка) и снижение численности факультативной микробиоты (дрожжеподобные грибы) в кишечнике подопытных животных по сравнению с интактными.

Ключевые слова: *кишечная микробиота, дисбиоз, пробиотики, молочнокислые бактерии, кроли*

УДК 614.777:504.064.3 (282.247.32)

ЕКОЛОГО-ГІГІЄНІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ДНІПРОВСЬКОЇ ВОДИ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ІНТЕГРАЛЬНОГО ОЦІНЮВАННЯ ТА КЛАСТЕРНОГО АНАЛІЗУ

М. Ю. АНТОМОНОВ, *доктор біологічних наук, професор*
E-mail: antomonov@gmail.com
О. В. ЗОРІНА, *кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник*
E-mail: wateramnu@ukr.net
ДУ «Інститут громадського здоров'я ім. О. М. Марзєєва НАМНУ»

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.004

Виявлено, що якість води річки Дніпро із 12 пунктів відбору проб, що були розташовані від верхньої до нижньої частини річки, протягом 2015 – 2017 рр. характеризувалася підвищеним умістом органічних та біогенних речовин, що збігається з даними 90-х років минулого століття. Середній уміст ХСК майже не змінився (27,66 ± 0,203) та перевищував гігієнічний норматив для джерел питного водопостачання (15,0 мг/л) майже у 2 рази. Інтегральна оцінка екологічного стану річкової води дозволила виділити схожі за якістю зони екологічного стану річки щодо вмісту органічних речовин та оцінити їх кількісно. Виявлено, що найпроблемнішу якість мала вода із пункту відбору проб 6 Кам'янського водосховища (біля м. Горішні Плавні). Пункти відбору проб щодо величини розрахованого інтегрального індексу можливо поділити на групи та розташувати у наступний ряд: 6 > 5 > 1 – 4 > 7 – 11 > 12. Виявлено суттєвий зріст індексу у пункті 5 (у 1,5 рази) та 6 (ще у 1,2 рази), його зниження у пункті 12 (у 1,8 разів). З використанням методу кластерного аналізу за схожими ознаками угруповано показники якості річкової води (розчинений кисень, кольоровість, амоній, хімічне споживання кисню, фосфат-іон, залізо та марганець). Встановлено, що найближче у багатомірному просторі розташовано такі показники, як залізо, марганець, фосфат-іон та амоній, потім до них примикає кисень, зазначені показники утворюють перший кластер; до другого кластеру віднесено ХСК та кольоровість. Відокремлено також два основних кластери з пунктів відбору проб: 1 – 6 (біля м. Київ – біля м. Горішні Плавні) та 7 – 12 (біля м. Кам'янське – м. Херсон). У двох кластерах знаходяться чотири кластери з мінімальними відстанями, що за їх величинами можливо розташувати у наступний ряд: 7 – 8 < 9 – 10 < 11 – 12 (перший кластер) < 2 – 4 (другий кластер). Якість річкової води у двох пунктах відбору проб однієї пари має схожі властивості.

Ключові слова: *поверхневі води, органічні речовини, інтегральна оцінка, кластерний аналіз*

Актуальність. Аналіз ситуації, що склалася на теперішній час в Україні із санітарним станом водойм, у тому числі, як джерел питного водопостачання, свідчить про реальну загрозу водного фактору для здоров'я людей [1, 2]. Майже всі поверхневі джерела України в останні десятиріччя зазнають суттєвого антропогенного впливу. Особливу занепокоєність щодо якості води викликає річка Дніпро, яка забезпечує пит-

ною водою близько 80 % населення України [3]. Систематична акумуляція і перевищення значень гранично допустимих концентрацій важких металів та біогенних речовин у поверхневих водах р. Дніпро унеможливлює забезпечення сприятливих умов для використання води для рекреаційного, рибогосподарського та питного призначення [4]. Пріоритетними забруднювачами поверхневих вод вважають загальні органічні сполуки, сполуки азоту, фосфору, заліза тощо [5].

Розробка науково-обґрунтованих критеріїв оцінки екокризису прісноводних екосистем, що знаходяться під антропогенним впливом різної природи стає все більш актуальною і надзвичайно складним завданням. Необхідна методологія побудови узагальнених критеріїв як для контролю «критичності» антропогенного навантаження, так і для оцінки ступеню трансформації екосистеми. Для практичної оцінки екологічного стану водних об'єктів раціональний, на наш погляд, шлях комплексування тим чи іншим способом параметрів функціонування екосистеми в один або кілька індексів, що грають роль інтегрального критерію. Для розрахунку індексу можливо використовувати найбільш інформативні та широко використовувані у практиці гідрохімічні (органічна речовина, фосфати і ін.) показники [6]. У монографії [7] розглянуто інтегральну оцінку якості води на основі індексу-показника «трьох Б» (безпеки, нешкідливості, сприятливості), який дозволяє вести статистичні бази даних за складом питної води в масштабі регіонів і країни в цілому. В екології існує ряд прийомів, що дозволяють об'єднувати сотні характеристик в одну величину, наприклад, «якість життя». Однак такий підхід має і свої недоліки через різний вплив речовин на організм людини, ефекту синергізму, нерівнозначність точок контролю тощо [8].

Чому методика інтегральної оцінки стає популярною, хоча має свої недоліки? Можливо через доступність, уніфікованість процедури розрахунку, розробки математичного апарату, коли on-line можливо за кілька хвилин вирішити завдання.

Автори монографії [9] наводять повну картину існуючих методик інтегральної оцінки якості води. Методологічною основою уніфікації повинен бути індекс якості води із зазначенням, для якого виду водокористування чи функціонування водних екосистем її розраховано [10].

Отже, вивчення характеристик природних та питних вод може базуватися на використанні різноманітних методичних підходів. Як технологію системного аналізу вирішення багатьох завдань дослідники використовують математичне моделювання, тобто представлення тих чи інших явищ та об'єктів навколишнього середовища в уніфікованому вигляді з метою порівняння їх протягом часу або аналізу сценаріїв розвитку, у тому числі, складних надзвичайних ситуацій, а також кластерний аналіз та інтегральне оцінювання [11, 12].

Мета. Надати еколого-гігієнічну оцінку якості природних вод р. Дніпро на підставі кластерного аналізу та інтегральної оцінки з метою виявлення закономірностей її формування.

Матеріали та методи. Для роботи був використаний масив даних Державного агентства водних ресурсів «Дніпровське басейнове управління водних ресурсів» [13]. Було проаналізовано результати санітарно-хімічних досліджень води р. Дніпро з 2015 р. до 2017 р. із 12 пунктів відбору проб уздовж русла в межах України (1409 проб), а саме в: Київському водосховищі (1 – н/б Київської ГЕС, в/з м. Києва); Канівському водосховищі (2 – м. Канів, н/б Канівської ГЕС); Кременчуцькому водосховищі (3 – в/з м. Черкаси с. Сокирне; 4 – в/з м. Світловодська; 5 – в/з м. Кременчука, с. Власівка); Кам'янському (Дніпродзержин-ському)

водосховищі (6 – в/з м. Горішні Плавні (Комсомольськ); 7 – в/б Середньодніпровської ГЕС, с. Аули, в/з м. Кам'янське); Дніпровському (Запорізькому) водосховищі (8 – с. Н. Кайдаки, в/з м. Дніпро; 9 – в/б ДніпроГЕС, в/з м. Запоріжжя, ДВС-1, ДВС-2); Каховське водосховище (10 – м. Енергодар; 11 – н/б Каховської ГЕС); р. Дніпро-пониззя (12 – м. Херсон). Якість поверхневої води аналізували за показниками: розчинений кисень, кольоровість, амоній, хімічне споживання кисню (ХСК), фосфат-іон, залізо та марганець. Використані методи: експертної оцінки та математичні (статистична обробка кількісних даних - параметричний критерій Стьюдента, метод кластерного аналізу та інтегральної оцінки) [11].

Результати досліджень та їх обговорення. Встановлено, що в цілому якість води річки Дніпро за вмістом досліджених показників з 12 пунктів відбору проб, що були розташовані від верхньої до нижньої частини річки Дніпро, відповідала переважно 2–3 класу згідно з ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання» та характеризувалася підвищеним вмістом органічних та біогенних речовин, що збігається з даними 1994 – 1998 рр. [14]. Середній уміст ХСК (27,66 ± 0,203) перевищував гігієнічний норматив для джерел питного водопостачання (15,0 мг/л) майже у 2 рази (табл. 1).

Зміни у принципах моніторингу якості природних вод диктують необхідність інтеграції підходів до їх оцінки. Для спрощування оцінювання якості річкової води щодо вмісту органічних речовин у різних пунктах відбору проб використовували інтегральний показник (ИП). Суть інтегральної оцінки полягає у трансформації в одну цифру результатів моніторингу якості природної води за показниками, що можуть впливати на вміст органічних речовин (кисень, кольоровість, амоній, ХСК). Методика формування ІП включала наступні етапи: вибір «норми» показника, розрахунок безрозмірних еквівалентів, визначення вагових коефіцієнтів значимості показників, згортка всіх змінних в ІП [11]. Розрахунок вагових коефіцієнтів здійснювався експертним шляхом по методу ієрархій Т. Сааті [11]. Результати розрахунку індексів екологічного стану р. Дніпро щодо вмісту органічних речовин свідчать, що найпроблемнішу якість мала вода у пункті відбору проб 6 Кам'янського водосховища (біля м. Горішні Плавні) (рис. 1).

Інтегральні індекси щодо якості води збігаються у пунктах 1 – 4, а також 7 – 11, зокрема у першій зазначеній групі індекси були у 2 рази більші, ніж у пунктах другої групи. Виявлено суттєве збільшення індексу у пунктах 5 (у 1,5 разів) та 6 (ще у 1,2 рази), його зниження у пункті 12 (у 1,8 разів). Різниця у індексах між пункта-

Вміст показників якості води р. Дніпро протягом 2015 – 2017 рр.

Показник	Значення концентрації у воді, мг/л		
	максимальна	мінімальна	середня
Розчинений кисень	14,4	4	8,722 ± 0,065
Кольоровість	59	6	24,499 ± 0,448
Амоній	1,43	0,1	0,315 ± 0,006
ХСК	50,5	15,2	27,66 ± 0,203
Залізо	0,52	0,02	0,206 ± 0,003
Марганець	0,32	0,01	0,058 ± 0,001
Фосфат-іон	0,9	0,05	0,332 ± 0,014

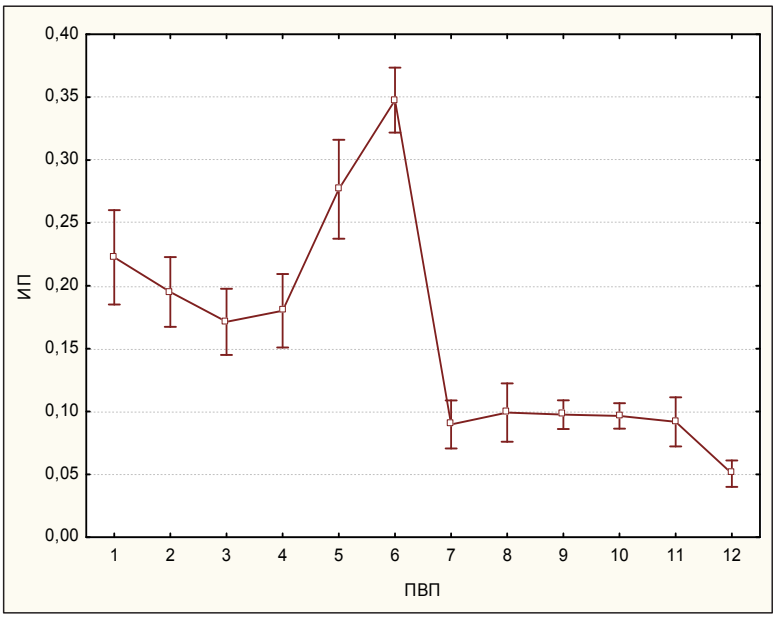


Рис. 1. Модель просторової тенденції зміни якості води із використанням індексу забруднення води: ИП – інтегральний показник, ПВП – пункти відбору проб

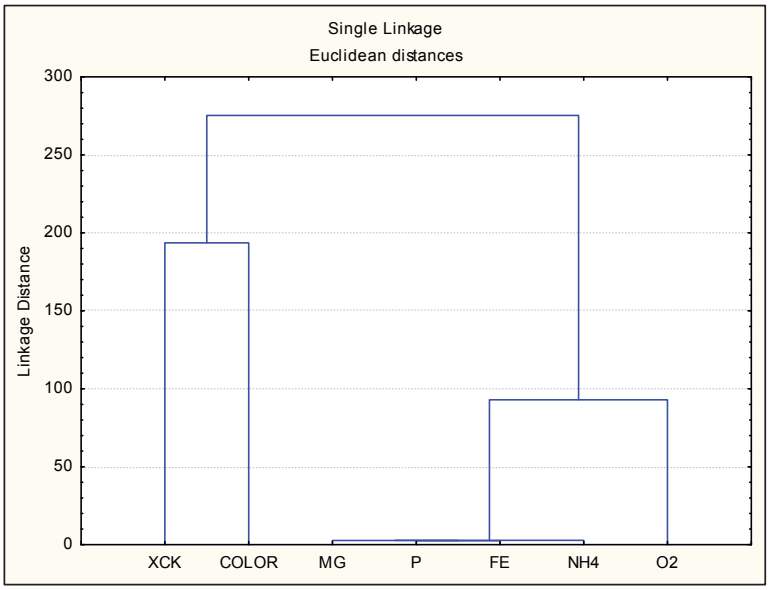


Рис. 2. Дендрограма результатів кластеризації щодо показників якості річкової води: O2 – розчинений кисень, COLOR – кольоровість, NH4 – амоній, Fe – залізо, Mn – марганець, P – фосфат-іон

ми 6 та 12 максимальна та дорівнює 6,9 разів. Отже, інтегральна оцінка дозволила виділити схожі за якістю зони екологічного стану річки щодо вмісту органічних речовин та оцінити їх кількісно.

Для оцінки якості річкової води застосовано один з ефективніших інструментів класифікації – метод кластерного аналізу. З використанням методу кластерного аналізу за схожими ознаками угруповано показники якості річкової води (розчинений кисень, кольоровість, амоній, хімічне споживання кисню, фосфат-іон, залізо та марганець). Кількість кластерів визначалася автоматично. Для здійснення кластерного аналізу був обраний метод одиночного зв'язку, для чого попередньо була розрахована матриця відстаней. У цілому відокремлено два кластери з показників якості річкової води. Найближче у багатомірному просторі розташовано залізо, марганець фосфор та азот, потім до них примикає кисень, зазначені показники утворюють перший кластер; до другого кластеру віднесено ХСК та кольоровість, що характеризують уміст органічних речовин (рис. 2).

Відокремлено також два основних кластери з пунктів відбору проб (ПВП): 1 – 6 (біля м. Київ – біля м. Горішні Плавні) та 7 – 12 (біля м. Кам'янське – м. Херсон). Зазначене можливо пояснити тим, що виявлено суттєві зменшення вмісту ХСК, кольоровості, амонію та збільшення кисню між пунктами 6 та 7, тобто в межах одного Кам'янського водосховища. У двох кластерах знаходяться чотири кластери з мінімальними відстанями (до 2-х одиниць), що можливо розташувати у наступний ряд: 7 – 8 < 9 – 10 < 11 – 12 (перший кластер) < 2 – 4 (другий кластер). Якість річкової води у двох пунктах відбору проб однієї пари має схожі властивості (рис. 3).

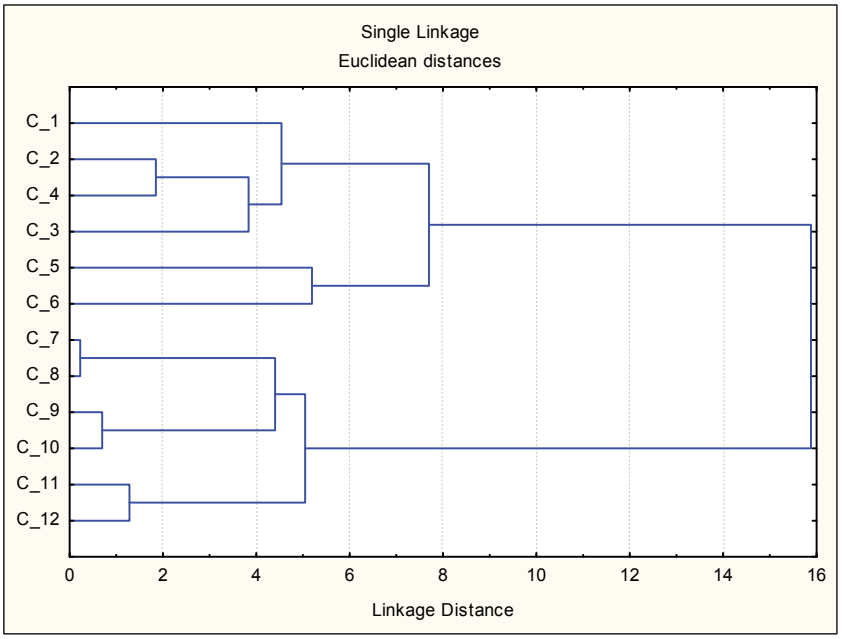


Рис. 3. Дендрограма результатів кластеризації щодо якості води у пунктах відбору проб: C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7, C_8, C_9, C_10, C_11, C_12 – пункти відбору проб

За результатами кластерного аналізу виявлено не дуже близьку схожість характеристик води у пунктах 6 та 5 Кременчуцького водосховища (біля м. Кременчука).

Застосування методів інтегральної оцінки та кластерного аналізу дозволять підвищити ефективність моніторингу якості природних вод згідно з вимогами європейського законодавства.

Висновки

Підтверджено, що якість води річки Дніпро за дослідженими показниками відповідала переважно 2 – 3 класу якості згідно з ДСТУ 4808:2007 «Джерела централізованого питного водопостачання. Гігієнічні та екологічні вимоги щодо якості води і правила вибирання» та характеризувалася підвищеним вмістом органічних та біогенних речовин, що збігається з даними 90-х років минулого століття. Інтегральна оцінка екологічного стану річкової води дозволила виділити схожі за якістю зони екологічного стану річки щодо вмісту органічних речовин та оцінити їх кількісно. За результатами розрахунку індексів інтегральної оцінки виявлено, що найпроблемнішу якість мала вода із пункту відбору проб 6 Кам'янського водосховища (біля м. Горішні Плавні). Пункти відбору проб щодо величини інтегрального індексу можливо поділити на групи та розташувати у наступний ряд: 6 > 5 > 1 – 4 > 7 – 11 > 12. Виявлено суттєве збільшення індексу у пунктах 5 (у 1,5 разів) та 6 (ще у 1,2 рази), його зниження у пункті 12 (у 1,8 разів).

З використанням методу кластерного аналізу за схожими ознаками угруповано показники якості річкової води (розчинений кисень, кольоровість, амоній, хімічне споживання кисню, фосфат-іон, залізо та марганець). Встановлено, що найближче у багатомірному просторі розташовано такі показники, як залізо, марганець, фосфат-іон та амоній, потім до них примикає кисень, зазначені показники утворюють перший кластер; до другого кластеру віднесено ХСК та кольоровість. Відокремлено також два основних кластери з пунктів відбору проб: 1 – 6 (біля м. Київ – біля м. Горішні Плавні) та 7 – 12 (біля м. Кам'янське – м. Херсон). У двох кластерах знаходяться чотири кластери з мінімальними відстанями, що за їх величинами можливо розташувати у наступний ряд: 7 – 8 < 9 – 10 < 11 – 12 (перший кластер) < 2 – 4 (другий кластер). Отже, якість річкової води у двох пунктах відбору проб однієї пари має схожі властивості.

Підтверджено, що з метою ефективного проведення державного моніторингу якості природних вод згідно з вимогами європейського законодавства, у тому числі джерел питного водопостачання, доцільно використовувати методи кластерного аналізу та інтегрального оцінювання. Особливої актуальності методи математичної обробки даних мають у разі обробки великої бази даних з метою виявлення динаміки змін якості природних вод у просторово-часовому аспекті.

Література

1. Прокопов В.О. Гігієнічні проблеми водопостачання в Україні // Досвід та перспективи наукового супроводу проблем гігієнічної науки та практики, Київ, 2011. С. 106-132.
2. Станкевич В.В., Тарабарова С.Б., Гуменнікова Н.М., Беньке Л.В. Гігієнічні аспекти щодо санітарного та екологічного стану затоки Дніпра «Осокорки» та прилеглої до неї території в районі ж/м «Осокорки» та забезпечення оптимальних умов їх використання для рекреаційних цілей / Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України: зб. тез доп. наук.-практ. конф. Київ, 2016. Вип. 16. С. 195 – 197.

3. Прокопов В.О. Проблеми централізованого водовідведення та очистки стічних вод населених пунктів України і шляхи їх вирішення / Актуальні питання гігієни та екологічної безпеки України: зб. тез доп. наук.-практ. конф. Київ, 2011. С. 89-91.
4. Пічура В.І., Шахман І.О., Бистрякова А.М. Просторово-часова закономірність формування якості води в річці Дніпро // Біоресурси і природокористування, 2018. Том 10. № 1-2. С. 25-46.
5. Основи екології / за ред. В.Г. Бардова, В.І. Федоренко. МОЗ України. К.: Нова книга, 2013. 424 с.
6. Гелашвили Д.Б., Зинченко Т.Д., Выхристюк Л.А., Карандашова А.А. Интегральная оценка экологического состояния водных объектов по гидрохимическим и гидробиологическим показателям. 2016. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://cyberleninka.ru/article/n/integralnaya-otsenka-ekologicheskogo-sostoyaniya-vodnyh-obektov-po-gidrohimicheskim-i-gidrobiologicheskim-pokazatelyam
7. Онищенко Г.Г., Рахманин Ю.А., Кармазинов Ф.В. Бенчмаркинг качества питьевой воды. СПб.: Новый журнал, 2013. 464 с.
8. Василенко С.Л., Кобилянський В.Я. Інтегральне оцінювання якості питної води в сильно розгалуженій водопровідній мережі // Комунальне господарство міст, 2015. Вип. 121. С. 21 – 25. [Електронне видання]. Ресурс доступу: http://eprints.kname.edu.ua/41917/1/4.pdf.
9. Abbasi T., Abbasi S.A. Water quality indias. Amsterdam: Elsevier Science Ltd, 2012. 384 p.
10. Войтенко Л.В., Копілева В.А., Срокаль М.П. Концепція інтегральної оцінки якості води для різних видів водоспоживання з використанням функції бажаності Харрінгтона // Біоресурси та природокористування, 2015. № 1-2. Т.5. С. 25-36.
11. Антомонов М.Ю. Математическая обработка и анализ медико-биологических данных. К.: МИЦ «МЕДИНФОРМ», 2018. 579 с.
12. Азаров І.С., Сидоренко В.Л., Демкін А.М., Середа Ю.П. Аналіз методів математичного моделювання екологічної безпеки / Проблеми екологічної безпеки: зб. тез доп. XV міжнар. наук.-тех. конф. Кременчук, 2017. С. 11.
13. Дніпровське басейнове управління водних ресурсів. Державне агентство водних ресурсів URL: http://dbuwr.com.ua/upravlinnya-vodnimi-resursami/monitoring-yakosti-vodi.html (in Ukrainian).
14. Прокопов В.О., Тетенева И.А., Тарабарова С.Б., Мартыщенко Н.В., Некрасова Л.С. и др. Комплексный мониторинг р. Днепр: итоги исследования качества воды и прогноз его изменения // Гигиена населенных мест. 2001. № 38. С. 203 - 207.

References

1. Prokopov V. (2011). Gigienichni problem vodopostachania v Ukraine [Hygienic issues of water supply in Ukraine]. Experience and perspectives of scientific accompaniment and practice. Kyiv, 106-132 (in Ukrainian).
2. Stankevich V., Tarabarova S., Gumennikova N., Benke L. (2016). Gigienichni aspekty shchodo sanitarnogo ta ekologicheskogo stanu zatoki Dnipra "Osokorki" ta prylegloi teritorii v rayoni zh/m "Osokorki" ta zabezpechenia optimalnykh umov ikh vykorystania dlia rekreatsiynykh tsiley [Hygienic aspects of sanitary condition and ecological state of Dnirpo gulf "Osokorky" and surrounding area in area of housing estate "Osokorky" and providing of optimal conditions of their usage for recreational purposes]. Topical issues of hygiene and ecological safety in Ukraine: collection of thesis of academic and practical conference. Kyiv. Vol.16, 195-197 (in Ukrainian).
3. Prokopov V. (2011). Problemy tsentralizovanago vodovidvedenia ta ochistki stichnykh vod naselenykh punktiv Ukrainy I shliakhy ikh vyrishenia [Problemy tsentralizovanago vodovidvedenia ta ochistki stichnykh vod naselenykh punktiv Ukrainy I shliakhy ikh vyrishenia]. Topical issues of hygiene and ecological safety of Ukraine: collection of thesis of academic and practical conference. Kyiv, 89-91 (in Ukrainian).
4. Pichura V., Shahnam I., Bustryakova A. (2018). [Space-time regularity of water quality formation in Dnipro River]. Bio-resources and environmental management. Vol.10. №1-2, 25-46 (in Ukrainian).
5. Osnovy ekologii (2013). [The Fundamentals of Ecology]. Edited by Bardova V., Fedorenko V.: Ministry of Health of Ukraine. K.: New book, 424 (in Ukrainian).
6. Helashvili D., Zinchenko T., Virchrystuk L., Karandashova A. (2016). Integralnaia otsenka ekologicheskogo sostoiania vodnykh obektov po gidrokhimicheskim I gidrobiologicheskim pokazateliam [Integral assessment of ecological state of water bodies according to the hydrohemical and hydro-

biological indicators]. [Electronic source]. Access mode: file:///C:/Users/user%20Pr2016/Downloads/integralnaya-otsenka-ekologicheskogo-sostoyaniya-vodnyh-obektov-po-gidrohimicheskim-i-gidrobiologicheskim-pokazatelyam.pdf (in Russian).
7. Onyshchenko G., Rahmanyn Y., Karmazynov F. (2013). Benchmarking kachestva pitievoy vody [Benchmarking of potable water quality]. Spb.: New journal, 464 (in Russian).
8. Vasylenko S., Kobylyanskii V. Integralne otsiniuvanie iakosti pitnoi vody v sylno rozgaluzheniy vodoprovidniy merezhi [Integral assessment of potable water quality in multi-brench water network]. [Electronic publication]. Access mode: http://eprints.kname.edu.ua/41917/1/4.pdf (in Ukrainian).
9. Abbasi T., Abbasi S.A. Water quality indias. Amsterdam: Elsevier Science Ltd, 2012, 384.
10. Voitenko L., Kopileva V., Srokal M. (2015). Kontseptsia integralnoi otsinki iakosni vody dlia riznykh vydiv vodospozhivania z vykoristaniam funktsii bazhanosti Kharringtona [Concept of integral assessment of water quality for different types of water consumption with the use of Harrington's desirability function]. Bio-resources and environmental management. № 1-2,Vol.5, 25-36 (in Ukrainian).
11. Antomonov M. (2018). Matematicheskaia obrabotka i analiz medico-biologicheskikh danykh [Mathematical treatment and analysis of medical and biological data 2nd edition]. Kyiv: MIC "Medinform", 579 (in Russian).
12. Azarov I., Sydorenko V., Demkin A., Sereda Y. (2017). Analiz metodiv matematychnogo modeliuvania ekologichnoi bezpeky [Analysis ofmethods for mathematical modeling of ecological safety]. Issues of ecological safety: collection of thesis of academic and practical XV conference. Kremenchuk, 11 (in Ukrainian).
13. Dniprovske baseynove upravlinia vodnykh resursiv. Derzhavne agentstvo vodnykh resursov [Dnipro Basin Department of Water Resources. State Agency for Water Resources]. URL: http://dbuwr.com.ua/upravlinnya-vodnimi-resursami/monitoring-yakosti-vodi.html (in Ukrainian).
14. Prokopov V., Teteneva I., Tarabarova S., Martyshchenko N., Nekrasova L. et al. (2001). Kompleksnyi monitoring r. Dnepr: itogi issledovania kachestva vody I prognoz ego izmenenia [Complex monitoring of Dnipro River: results of research of water quality and forecast of its change]. Hygiene of settlements. № 38, 203-207 (in Russian).

SUMMARY

M. Y. Antomonov, O. V. Zorina. *Ecological and hygienic assessment of water quality in Dnipro river using the methods of integral assessment and cluster analysis // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.32–40. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.004*

It was determined that the water quality in Dnipro River in the water of 12 sampling locations, which were located from the upper part to the lower part of the Dnipro River, during 2015-2017 had elevated levels of organic and bioorganic substances, what coincides with the data of 1990s. The average content of COD remained virtually unchanged (27,66 ± 0,203) and exceeded the hygienic standard for the sources of potable water (15,0 мг/л) by almost two times. Integral assessment of ecological state of river water allowed identifying of the areas with the similar quality of ecological state of the river regarding the content of organic substances and conducting of the quantitative assessment. It was found that the most problematic quality was in the water from the sampling location of the 6th Kamianets Reservoir (near Goryshni Plavni). According to the calculated integral index value sampling locations can be divided and can be put in the following row: 6 > 5 > 1 – 4 > 7 – 11 > 12. The significant increase of index was determined in location 5 (1,5 times) and 6 (1,2 times more), its decrease – in location 12 (nearly 1,8 times). Indicators of water quality in river water (dissolved oxygen, color, ammonium, chemical oxygen demand, phosphate ion, iron, and manganese) were grouped based on the method of cluster analysis according to the similar characteristics. It was determined that the nearest location in multidimensional space have iron, manganese, phosphorus, and nitrogen, and then they are adjoined by oxygen; mentioned indicators create the first cluster, COD and color belong to second cluster. Two main clusters were also delineated from the sampling locations: 1 – 6 (near Kyiv – near Goryshni Plavni) and 7 – 12 (Kamianske – Kherson). Two clusters contain four clusters with minimum distances, according to these distances they can be put in the following row: 7 – 8 < 9 – 10 < 11 – 12 (first cluster) < 2 – 4 (second cluster). Quality in the river water in two sampling locations has similar characteristics.

Keywords: *surface water, organic substances, integral assessment, cluster analysis*

АННОТАЦИЯ

М. Ю. Антомонов, О. В. Зорина. *Эколого-гигиеническая оценка качества днепровской воды с использованием метода интегральной оценки и кластерного анализа//Биоресурсы и природопользование. – 2018. – **10**, №3–4. – С.32–40. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.004*

Установлено, что качество воды реки Днепр из 12 пунктов отбора проб, которые были расположены от верхней до нижней части реки, в течение 2015 - 2017 гг. характеризовалось повышенным содержанием органических и биогенных веществ, что совпадает с данными 90-х годов прошлого века. Среднее содержание ХПК почти не изменилось (27,66 ± 0,203 мг/л) и превышало гигиенический норматив для источников питьевого водоснабжения (15,0 мг/л) почти в 2 раза. Интегральная оценка экологического состояния речной воды позволила выделить идентичные по качеству зоны экологического состояния реки относительно содержания органических веществ и оценить их количественно. Обнаружено, что самое проблемное качество имела вода из пункта отбора проб 6 Каменского водохранилища (возле м. Верхние Плавные). Пункты отбора проб по величине рассчитанного интегрального индекса можно разделить на группы и расположить в следующий ряд: 6 > 5 > 1 – 4 > 7 – 11 > 12. Обнаружено существенное увеличение индекса в пунктах 5 (в 1,5 раза) и 6 (в 1,2 раза), его снижение в пункте 12 (в 1,8 раза). С использованием метода кластерного анализа по сходным признакам сгруппированы показатели качества речной воды (растворенный кислород, цветность, аммоний, химическое потребление кислорода, фосфат-ион, железо и марганец). Установлено, что ближайшее в многомерном пространстве расположены железо, марганец фосфат-ион и аммоний, затем к ним примыкает кислород, указанные показатели образуют первый кластер; ко второму кластеру отнесены ХПК и цветность. Отделены также два основных кластера из пунктов отбора проб: 1 – 6 (около г. Киева – около г. Горишни Плавни) и 7 – 12 (около г. Камянское – около г. Херсон). В двух кластерах находятся четыре кластера с минимальными расстояниями, что за их величинами возможно расположить в следующий ряд: 7 – 8 < 9 – 10 < 11 – 12 (первый кластер) < 2 – 4 (второй кластер). Качество речной воды в двух пунктах отбора проб одной пары имеет схожие свойства.

Ключевые слова: *поверхностные воды, органические вещества, интегральная оценка, кластерный анализ.*

УДК 632.4:633.854.78

ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЇ ГРИБА *PHOMOPSIS HELIANTHI* M. ТА ПАТОГЕНЕЗУ ФОМОПСИСУ СОНЯШНИКА

Є. В. СИВОДЕД, *провідний спеціаліст, фітопатолог*
Херсонська обласна фітосанітарна лабораторія
М. М. КИРИК, *доктор біологічних наук, академік НААН України, професор кафедри фітопатології ім. акад. В. Ф. Пересипкіна*
О. В. КОЛЕСНІЧЕНКО, *доктор біологічних наук, професор кафедри декоративного садівництва та фітодизайну*
В. І. МЕЛЬНИК, *кандидат сільськогосподарських наук, начальник відділу науково-технічної інформації*
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: evgeniyasyvoded@gmail.com

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.005

Одним із головних питань успішності вирощування соняшника однорічного є стійкість проти некротрофного гриба Phomopsis helianthi Munt, який спроможний знищити увесь урожай соняшника. Метою дослідження було встановлення особливостей ураження та циклу розвитку гриба Phomopsis helianthi M. на рослинах соняшника. Дослідження проводили в польових умовах на території Генічеського району Херсонської області та у Херсонській обласній фітосанітарній лабораторії. Протягом вегетаційного періоду соняшника патогенез фомопсису відбувається у всіх надземних органах рослин. У насінні тривалий період хвороба перебуває у прихованій формі. Перші її симптоми у вигляді пікнід та посвітління ураженої тканини насіннєвої шкірки проявляються при проростанні насіння. Встановлено наявність стром Diaporthe helianthi Munt Cv, et al. із перитеціями та аскоспорами на насінні, що свідчить про можливість поширення хвороби з насіннєвим матеріалом. Основним джерелом виникнення фомопсису соняшника у польових умовах є аскоспори, які формуються у перитеціях, що розташовані у стромах. Останні виявлені на незаорених рослинних рештках. Під час вегетації соняшника збудник формує анаморфну стадію, а в кінці – телеоморфну.

Ключові слова: *соняшник однорічний, Phomopsis helianthi M., Diaporthe helianthi Munt Cv, et al., біологія розвитку, розповсюдження*

Актуальність. Одним із головних питань успішності вирощування соняшника однорічного є стійкість проти некротрофного гриба *Phomopsis helianthi* Munt – збудника фомопсису. Патоген має широкий спектр інфекційного початку, що забезпечує йому здатність уражувати рослини протягом усього вегетаційного періоду. До найбільш важливих чинників навколишнього середовища, які впливають на зараження та розповсюдження фомопсису, відносяться вологість і температура [1].

У Південному Степу України актуальною задачею є дослідження особливостей біології гриба *P. helianthi* M. за умов зрошення, що сприятиме стабілізації фітосанітарного

стану соняшника, вирішенню проблем його стійкості до патогенів некротрофного типу живлення та отриманню якісної сировини для олійно-переробної галузі агропромислового комплексу України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У світовій літературі не існує єдиної думки відносно джерел інфекції цього патогену. На думку румунських дослідників [2], зараження рослин відбувається на стадії анаморфи Phomopsis sp. Однак вченими із інших країн (Югославії, Франції, Росії) було встановлено, що основним джерелом первинного зараження є рослинні рештки, на яких формуються аскоспори, тобто статева стадія (теліоморфа) гриба Diaporthe *helianthi* Munt Cv, et al. [3-7].

Низка дослідників із різних країн світу [2, 8-10] виявили, що значним джерелом розповсюдження інфекції є насіння соняшника, яке заражене збудником фомопсису.

Підставою для такого твердження автори вважають первинну появу захворювання в місцевостях Росії, де вирощувалось гібридне насіння з Молдови, на полях якої у той час хвороба інтенсивно прогресувала [11].

Під час проростання насіння соняшника лушпиння виноситься на поверхню ґрунту, де може бути субстратом для розвитку міцелію і перитеціїв, що значно підвищує шкідливість фомопсису, особливо у разі первинного прояву в районах, де захворювання до того часу було відсутнє [7].

У природних умовах одним із шляхів поширення фомопсису є перенесення збудника хвороби від рослини до рослини, як повітряно-краплинним шляхом, так і за допомогою комах [12].

Розвиток хвороби та симптоматика залежать від фази зараження соняшника. Масове ураження рослин спостерігається від появи 4 справжніх листків до формування кошика. Воно співпадає з максимальною емісією аскоспор та їх максимальною кількістю в повітрі, що спостерігається із середини другої декади травня до середини другої декади липня і навіть до початку серпня [13].

Гриб може перезимовувати на рослинних рештках і насінні соняшника у формі міцелію, пікнід і, рідше, у стадії перитеціїв [14].

На стеблах соняшника розвиваються дві стадії розвитку хвороби: телеморфна та анаморфна [1]. Анаморфна має назву *Phomopsis helianthi*, телемоморфна *Diaporthe helianthi* Munt Cv, et al. Було визначено, що інфекція поширюється з листків вітром або дощем шляхом вивільнення аскоспор з перезимувалих перитеціїв [11].

Однак біологія розвитку даних хвороб в умовах зрошення у Південному Степу України практично не досліджувалася і потребує ретельної уваги.

Мета дослідження – дослідити особливості ураження та цикл розвитку гриба *Phomopsis helianthi* M. на рослинах соняшника.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження у польових умовах проводили на рослинах гібриду соняшника Одеський 638 у господарствах НВФ «Дріада» Генічеського району Херсонської області та Херсонській обласній фітосанітарній лабораторії. Експертизу з виявлення та ідентифікації некротрофних збудників проводили за загальноприйнятими методиками [15, 16]. З метою визначення наявності внутрішньої інфекції фомопсису в лабораторних умовах із зразка відбирали 200 насінин соняшника. Поверхневу стерилізацію проводили 96 % етиловим спиртом протягом 2-х хв. Після стерилізації насіння соняшника промивали 2–3 рази стерильною дистильованою водою та розкладали на зволожений фільтрувальний папір у чашки Петрі, в подальшому переносили на картопляно-глюкозний агар [17]. Чашки Петрі з насінинами інкубували у термостаті LLI AMBI-Hi 20 CHAMBER за наступних умов: температура – в межах

+23...25 °С; фотоперіод – до 12 год і освітленість – 9–10 тис люкс [18].

Огляд проростаючого у вологих камерах насіння соняшника проводили кожні 24 год за допомогою мікроскопів МБС–1 та МБС–10. З метою подальшого спостереження за розвитком хвороби насінини переносили в окремі стерильні вологі камери. Відібрані насінини на 3–4 добу культивування аналізували з використанням мікроскопів *Karl Zeiss* та *Primo Star Zeiss* з виводом зображення на монітор комп'ютера. Під час експертизи зразків насіння проводили ідентифікацію патогену [17].

У польових умовах з другої декади березня по вересень місяць проводили спостереження за розповсюдженням збудника хвороби та ураження рослин соняшника фомопсисом. Обстеження здійснювали по одній східчастій діагоналі. Із площі до 10 га відбирали 10 проб (по 10 рослин в кожній). Першу пробу відбирали на відстані 10–15 м від краю поля, а наступні – з однаковим інтервалом [15]. Утворення перитеціїв на стеблах соняшника визначали між четвертим та п'ятим листком на площі 10 см^2 у десятикратній повторності.

Дослідження проводили в умовах штучного зрошення за допомогою системи «Фрегат». Норма зрошення – 800 м^3 на гектар за один полив. Полив здійснювали двічі.

Результати дослідження та їх обговорення. У процесі експертизи насіннєвого матеріалу було встановлено, що ураження насінин фомопсисом починається з появи пікнідіальної стадії на насіннєвій шкірці та приквітнику (рис. 1).

У разі ураження приквітника проростання насінин соняшника у вологих камерах майже не відбувалося.

Патоген, який на початку культивування знаходився на насіннєвій шкірці, був здатний поступово заражати корінці під час проростання насінини (рис. 2). Через 2-4 доби корінці темнішали, ставали зморшкуватими, а сім'ядольні листочки не розривали насіннєву шкірку. У подальшому спостерігали суцільне ураження насінини фомопсисом та загибель корінця (рис. 3).

У подальших дослідженнях нами було виявлено, що насіннєвий матеріал містить не тільки анаморфну стадію гриба *(P. helianthi)*, але й телеоморфну *(D. helianthi)* (рис. 4).

Аналіз результатів процесів пророщування насіннєвого матеріалу соняшника, а саме – ураження приквітника насінин *P. helianthi* та виявлення на насіннєвому матеріалі завершеної стадії гриба *D. helianthi* свідчить про наявність фомопсису не тільки у прихованій формі, але й про можливість передачі захворювання з насіннєвим матеріалом до інших регіонів, де ця хвороба відсутня. Саме тому у подальших дослідженнях ми приділили увагу встановленню особливостей розвитку фомопсису соняшника у польових умовах.

Стадію гриба *D. helianthi* у вигляді телеоморфи в польових умовах нами виявлено в кінці травня на стеблах соняшника, що перезимували незаораними після збирання врожаю.

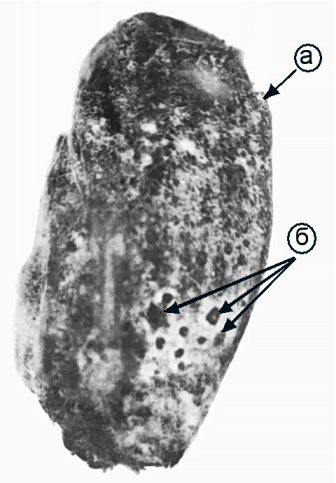


Рис. 1. Ураження фомопсисом *(Phomopsis helianthi Munt)* приквітника насінини соняшника, де: а – зубчастий приквітник; б – скупчення пікнід патогену

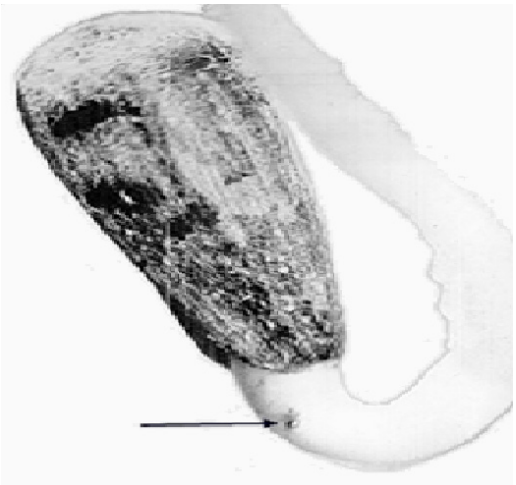


Рис. 2. Початок ураження *P. helianthi Munt* корінця насінини соняшника (7 доба культивування). ×70

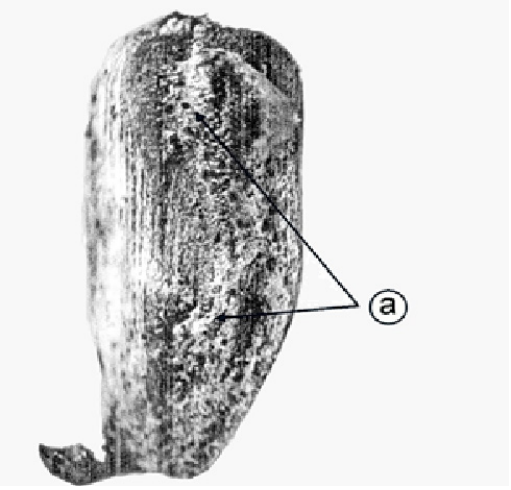


Рис. 3. Суцільне ураження насінини соняшника фомопсисом, де: а – пікніди *Phomopsis helianthi Munt* (10 доба культивування). ×70

На залишках рослин, де були сформовані пікніди збудника фомопсису, нами зафіксовано формування стром *D. helianthi* з 1–5 перитеціями (табл. 1).

Строми патогену були занурені у тканину стебла, а на його поверхні помітні шийки перитеціїв довжиною 210 ± 20 мкм (рис. 5).

Ширина основи перитецію становила 92,5 ± 4,0 мкм, а верхньої частини – 40,0 ± 3,5 мкм.

Виліт аскоспор починався, залежно від метеорологічних умов, на початку другої декади травня. У третій декаді червня відзначено масовий вихід з аскоспор з перитеціїв.

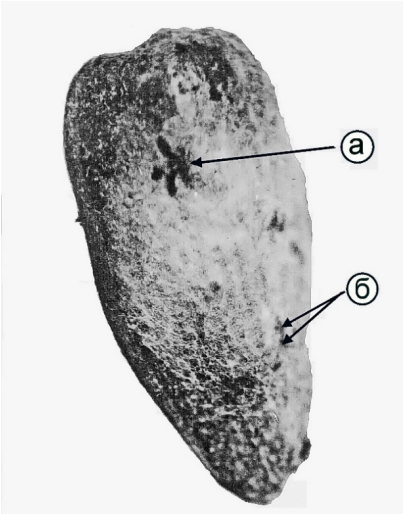


Рис. 4. Спороношення гриба *Diaporthe helianthi Munt Cv*, et al. на насінині соняшника, де: а – шийки перитеціїв *D. helianthi*; б – пікніди Phomopsis helianthi Munt. ×70

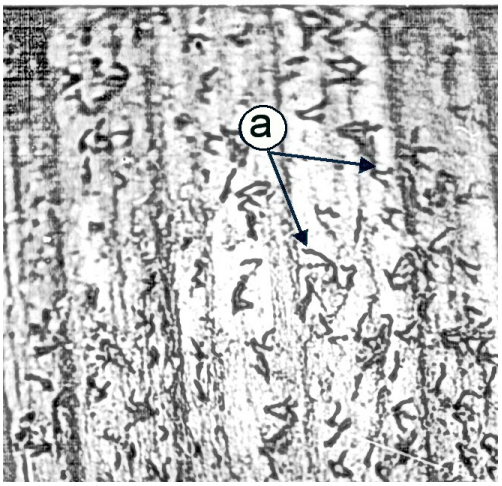


Рис. 5. Стебло соняшника, уражене *Diaporthe helianthi* Munt Cv, et al., де: а – шийки перитеціїв. ×70 (гібрид Одеський 638, господарство НВФ «Дріада», Херсонська область, Генічеський район)

Утворення стром *Diaporthe helianthi* на стеблах соняшника, екз./10 см^2 площі стебла (гібрид Одеський 638, господарство НВФ «Дріада»)

Роки дослідження	Облік первинних проявів, місяці							
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
2011		4,1±0,3	21,4±0,4	31,5±0,4	27,2±0,5	6,3±0,2	3,1±0,1	3,4±0,2
2012			17,4±0,4	19,4±0,6	18,5±0,6	8,4±0,3	2,6±0,1	2,4±0,1
2013			6,3±0,3	11,4±0,4	12,5±0,5	6,2±0,1	6,1±0,2	1,8±0,1
2014	3,3±0,2		5,6±0,3	7,6±0,3	8,5±0,4	3,5±0,2	1,8±0,1	
2015	3,6±0,1		11,7±0,4	11,8±0,5	10,2±0,4	5,4±0,3	1,7±0,1	

Перші ознаки симптомів хвороби на рослинах соняшника у Генічеському районі Херсонської області нами зафіксовані на початку другої декади липня через 10 діб після поливу. На стеблах соняшника між 4-7 парами листків формувалися темно-сірі плями. З часом некроз поширювався по довжині стебла від місця його первинного прояву. Розмір плям на уражених патогеном стеблах коливався у межах від 2,5-3 см до 12,7-14,0 см. Надалі відбувалося руйнування серцевини стебла, що призводило до пошкодження його цілісності.

За ураження фомопсисом листкової пластинки зафіксовано втрату її тургору, в'янення листка, який набував вигляду "обпаленого".

На кошиках рослин соняшника у подальшому формувалися коричневі із сірим відтінком плями. Вони були дещо занурені в тканину що, на нашу думку, сприяло затриманню вологи. Надалі на цих плямах починали активно з'являтися смужки пікноспор, які здатні інфікувати здорову частину кошика. Уражені фомопсисом кошики ставали легкими і не схилялися до низу.

Слід зазначити, що такі прояви патологічного процесу ми спостерігали в роки з теплим та вологим осіннім періодом.

На уражених фомопсисом рослинах соняшника збудник хвороби формував приплюснуто-еліпсоїдальної форми пікніди з отвором. Вони розташовувалися пунктирно вздовж провідних судин і характеризувалися наступними розмірами: 290-520×265-410 мкм. У фазі дозрівання пікніди були помічені на поверхні стебла рослин. Під час дощу або поливу вони проривали епідерміс стебла і на його поверхню у вигляді смужок виходила маса пікноспор.

Таким чином, після фази прихованого патогенезу, збудник активно починає формувати пікнідіальну стадію.

За результатами наших досліджень встановлено, що у пікнідах збудника фомопсису `формувалися α- та β-спори (рис. 6).

В умовах Південного Степу України у третій декаді вересня та на початку жовтня, після збору врожаю, на рослинних залишках соняшника нами зафіксовано формування перитеціїв *D. helianthi*.

Рис. 6. α– (1) та β–пікноспори (2) *Phomopsis helianthi* Munt. ×800
α–спори мали округлу форму, їх розміри варіювали у межах 12,15 ± 0,2 × 6,0 ± 0,1 мкм. β–спори – ниткоподібні, розміром 25,20 ± 0,65 × 2,0 ± 0,20 мкм.

Висновки. Протягом вегетаційного періоду соняшника патогенез фомопсису відбувається у всіх надземних органах рослин. У насінні тривалий період хвороба знаходиться у прихованій формі. Перші її симптоми у вигляді пікнід та посвітління ураженої тканини насіннєвої шкірки проявляються при проростанні насіння. Встановлено наявність стром *Diaporthe helianthi* з перитеціями та аскоспорами на насінні, що свідчить про можливість поширення хвороби з насіннєвим матеріалом.

Виявлено наявність α- та β-спор патогену. Основним джерелом виникнення фомопсису соняшника у польових умовах є аскоспори, які формуються у перитеціях, що розташовані у стромах.

Останні виявлені на незаорених рослинних рештках. Під час вегетації збудник формує анаморфну стадію, а в кінці – телеоморфну. *Phomopsis helianthi* спричиняє ураження надземної частини рослин соняшника у вигляді некротичних плям, пошкодження тканин стебла, втрати тургору, "опіку" листків та недобору врожаю.

Література

1. Петренкова В. П., Боровська І. Ю., Кириченко В. В. Стійкість соняшника до некротрофних патогенів. Харків: "Магда LTD", 2012. 296 с.
2. Investigation related to the prognosis of sunflower stem cancer (Diaporthe helianthi) / Iliescu H., Jinga V., Ciurea A., Ionita A. // Helia,1995. № 8. P. 51–56.
3. Попович В. В. Роль семенной инфекции в распространении фомопсиса подсолнечника // Защита и карантин растений. 1998. № 1. С. 37.
4. Петина В. В. Фомопсис подсолнечника объект повышенного внимания карантинной лаборатории // Защита и карантин растений. 2000. № 8. С. 32–33.
5. Muntanola-Cvetcovic M., Mihaljcevic M., Vucojevic J. The results obtained until now in the investigations of Phomopsis / Diaporthe helianthi on sunflower // Mycological aspects Plant Protection. 1988. № 39 (4). P. 469–478.
6. Якуткин В. И. Фомопсис подсолнечника в России // Защита растений. 1994. № 8. С. 32–33.
7. Пивень В. Т., Долженко Е. Г., Алифирова Т. П. Получение перитециев фомопсиса на семенах подсолнечника в лабораторных условиях // Защита и карантин растений. 1999. № 1. С. 27–28.
8. Никитчин Д. И., Щербак П. Д. Опыт югославских учёных // Технические культуры. 1991. № 4. С. 61–63.
9. Семена подсолнечника как форма сохранения инфекции фомопсиса / А. И. Сметник, И. Н. Александров, О. В. Скрипка, А. Г. Измалкова // Защита и карантин растений. 1998. № 1. С. 35–36.
10. Фомопсис соняшника: джерела інфекції / М. П. Лісовий, А. І. Парфенюк, О. А. Марченко, О. М. Пехота, М. В. Маркевич // Захист рослин. 1997. № 3. С. 6–7.
11. Капустін О. І., Рафальська О. В., Колесніченко Є. В. Фітокарантинний стан соняшника // Захист рослин. 2001. № 5. С. 26–28.
12. Шкодочинні об'єкти / Мовчан О. М., Омелюта В. П., Устінов І. Д., Устінов А. Ф. // Захист рослин. 2001. № 4. С. 23–24.
13. Скрипка О. В. Биологические особенности возбудителя коричнево-серой пятнистости стеблей подсолнечника // Микология и фитопатология. 1996. Т. 3. Вып. 1. С. 56–60.
14. Якуткин В. И., Таволжанский Н. П., Гончаров Н. Р. Защита подсолнечника от болезней // Защита и карантин растений. 2011. № 3. С. 70–91.
15. Карантин рослин. Методи мікологічної експертизи підкарантинних матеріалів, ДСТУ 4180-2003. [Чинний від 2004-07-01]. Київ: Держстандарт України, 2003. 38 с. – (Національний стандарт України).
16. Визначник грибів України / під ред. Д. К. Зерова. – К. : Наукова думка, 1971. Т. 4. 519 с.
17. Методы фитопатологии / Кирай З., Клемент З., Шоймонш Ф., Вереш Й. М. : Колос, 1974. С. 3–40.
18. Degener J., Melchinger A. E., Hahn V. Resistance in the leaf and stem of sunflower after infection with two isolates of Phomopsis // Plant Breeding. 1999. № 118. P. 405–410.
19. Якуткин В. И. Идентификация возбудителя фомопсиса подсолнечника и методы его учета. Методические указания. ВАСХНИЛ, ВИЗР. Л., 1991. 19 с.

References

1. Petrenkova V. P., Borovs'ka I.Yu, Kyrychenko V. V. (2012) Stiykist' sonyashnyku do nekrotrofnykh patoheniv [Sustainability of sunflower to non-corrosive pathogens]. Kharkiv, "Mahda LTD", 296 s.
2. Iliescu N., Jinga V., Ciurea A., Ionita A (1995) Investigation related to the prognosis of sunflower stem cancer (Diaporthe helianthi). Helia, 8, 51–56.
3. Popovych V. V. (1998) Rol' semennoy ynfektsyy v rasprostranenyy fomopsysa podsolnechnyka [The role of seminal infection in distribution of sunflower phomopsis]. Zashchyta y karantyn rastenyy, 1, 37.
4. Petyna V. V. (2000) Fomopsys podsolnechnyka ob"ekt povyshennoho vnymanyya karantynnoy laboratory [Phomopsis of sunflower object of increased attention of quarantine laboratory]. Zashchyta y karantyn rastenyy, 8, 32–33.
5. Muntanola-Cvetcovic M., Mihaljcevic M., Vucojevic J. (1988) The results obtained until now in the investigations of Phomopsis / Diaporthe helianthi on sunflower. Mycological aspects Plant Protection, 39 (4), 469–478.
6. Yakutkyn V. Y. (1994) Fomopsys podsolnechnyka v Rossyy [Phomopsis of sunflower in Russia]. Zashchyta rastenyy, 8. S. 32–33.
7. Pyven' B. T. Dolzhenko E. H., Alyfyrova T. P. (1999) Poluchenye perytetsyev fomopsysa na semenakh podsolnechnyka v laboratornykh uslovyyakh [Preparation of phomopsis peritheces on sunflower seeds in laboratory conditions]. Zashchyta y karantyn rastenyy, 1, 27–28.
8. Nykytchyn D. Y., Shcherbak P. D. (1991) Opyt yuhoslavskykh uchënykh [The Experience of Yugoslav Scientists]. Tekhnycheskye kul'tury, 4, 61–63.
9. Smetnyk A. Y., Aleksandrov Y. N., Skrypka O. V., Yzmalkova A. H. (1998) Semena podsolnechnyka kak forma sokhranenyya ynfektsyy fomopsysa [Sunflower seeds as a form of preservation of phomapsis infection]. Zashchyta y karantyn rastenyy, 1, 35–36.
10. Lisovyy M. P., Parfenyuk A. I., Marchenko O. A., Pekhota O. M., Markevych M. V. (1997) Fomopsys sonyashnyku: dzherela infektsiyi [Phomapsis for sunflower: sources of infection]. Zakhyst Roslyn, 3, 6–7.
11. Kapustin O. I., Rafal's'ka O. V., Kolesnichenko YE. V (2001) Fitokarantynnyy stan sonyashnyku [Phyto-quarantine condition of sunflower]. Zakhyst Roslyn, 5, 26–28.
12. Movchan O. M., Omelyuta V. P., Ustinov I. D., Ustinov A. F. (2001) Shkodochynni ob'yekty / [harmful objects]. Zakhyst Roslyn, 4, 23–24.
13. Skrypka O. V. (1996) Byolohycheskye osobennosty vozbudytelya korychnevo-seroy pyatnystosty stebley podsolnechnyka [Biological features of causative agent of brown-gray spotting of sunflower stems]. Mykolohyya y fytopatolohyya, 3, 1, 56–60.
14. Yakutkyn V. Y., Tavolzhanskyy N. P., Honcharov N. R. (2011) Zashchyta podsolnechnyka ot bolezney [Protection of sunflower against diseases]. Zashchyta y karantyn rastenyy, 3, 70–91.
15. Karantyn roslyn. Metody mikolohichnoyi ekspertyzy pidkarantynnykh materialiv, DSTU 4180-2003. (2003) [Quarantine of plants. Methods of mycological examination of subquarantine materials]. [Chynnyy vid 2004-07-01]. Kyyiv: Derzhstandart Ukrayiny, 38. – (Natsional'nyy standart Ukrayiny)
16. Vyznachnyk hrybiv Ukrayiny (1971) [Identifier of fungi in Ukraine] / pid red. D. K. Zerova, K., Naukova dumka, 4, 519.
17. Kyray 3., Klement 3., Shoymonsh F., Veresh Y (1974) Metody fytopatolohyy [Methods of phytopathology]. Moscow, Kolos, 3–40.
18. Degener J., Melchinger A. E., Hahn V. (1999) Resistance in the leaf and stem of sunflower after infection with two isolates of Phomopsis. Plant Breeding, 118, 405–410.
19. Yakutkyn V. Y. (1991) Ydentyfykatsyya vozbudytelya fomopsysa podsolnechnyka y metody eho ucheta [Identification of causative agent of phoemopsis sunflower and methods of its account]. Ltningrad, (Metodycheskye ukazanyya. VASKHNYL, VYZR), 19.

SUMMARY

Ye. V. Syvoded, M. M. Kyryk, O. V. Kolesnichenko, V. I. Melnyk. *Biology features of fungus phomopis helianthi m. And pathogenesis phomopsis of sunflower// Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.41–48. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.005*

One of the main issues of successful annual sunflower growing is resistance against the necrothrophic fungus Phomopsis helianthi Munt, which is capable to destroy the entire crop of sunflower. The aim of

research was studying cycle of development fungus Phomopsis helianthi M and the features of sunflower plants defeat. The investigations were carried out in the field in Genicheskiy district of Kherson region and in Kherson regional phytosanitary laboratory. During sunflower growing season, the pathogenesis of fomopsis occurs in all plant organs above the ground. In seeds for a long period the disease is in a latent form. Its first symptoms in the form of pycnidia and clarification of affected tissue of the seminal rind are manifested during the germination of seeds. The presence of Diaporthe helianthi Munt Cu, et al., with diatoms and ascospores on seeds was established, which indicates the possibility of spreading the disease by seed. The main source of origin sunflower fomopsis in the field is ascospores, which are formed in perithets, which are located in stroma.

The last are found on unplowed plant remains. During the vegetation, the pathogen forms an anamorphic stage, and at the end - a teleomorphic stage.

Keywords: *annual sunflower, Phomopsis helianthi M., Diaporthe helianthi Munt Cu, et al., biology of development, distribution*

АННОТАЦИЯ

Е. В. Сиводед, Н. Н. Кирик, Е. В. Колесниченко, В. И. Мельник. *Особенности биологии гриба phomopsis helianthi м. и патогенеза фомопсиса подсолнечника//Биоресурсы и природопользование. – 2018. – **10**, №3–4. – С.41–48. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.005*

Одним из главных вопросов успешности выращивания подсолнечника однолетнего является устойчивость против некротрофного гриба Phomopsis helianthi Munt, который способен уничтожить весь урожай подсолнечника. Целью исследования было изучить цикл развития гриба Phomopsis helianthi M. и особенности поражения растений подсолнечника. Исследования проводились в полевых условиях на территории Генического района Херсонской области и в Херсонской областной фитосанитарной лаборатории. В течение вегетационного периода подсолнечника патогенез фомопсиса происходит во всех надземных органах растений. В семенах длительный период болезнь находится в скрытой форме. Первые ее симптомы в виде пикнид и осветления пораженной ткани семенной кожуры проявляются при прорастании семян. Установлено наличие стром Diaporthe helianthi Munt Cu, et al. с перитециями и аскоспорами на семенах, что свидетельствует о возможности распространения болезни с помощью семенного материала. Основным источником возникновения фомопсиса подсолнечника в полевых условиях являются аскоспоры, которые формируются в перитециях, что расположены в строме.

Последние обнаружены на незапаханных растительных остатках. Во время вегетации возбудитель формирует анаморфную стадию, а в конце –телеоморфную.

Ключевые слова: *подсолнечник однолетний, Phomopsis helianthi M., Diaporthe helianthi Munt Cu, et al., биология развития, распространения*

УДК 577.2:575:57.08:658.562

МОНІТОРИНГ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ, КОРМІВ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ СИРОВИНИ В УКРАЇНІ НА ВМІСТ ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНИХ ІНГРЕДІЄНТІВ

Р. В. ОБЛАП, *кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник лабораторії молекулярно-генетичних досліджень*
ДП Укрметртестстандарт
E-mail: roblap@hotmail.com
Н. Б. НОВАК, *кандидат сільськогосподарських наук, науковий співробітник лабораторії молекулярно-генетичних досліджень*
ДП Укрметртестстандарт
Т. М. ДИМАНЬ, *доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри харчових технологій*
Білоцерківський національний аграрний університет

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.006

Відпрацьовано методику та розроблено низку тест-систем для визначення генетично модифікованих (ГМ) рослин методом полімеразної ланцюгової реакції в режимі реального часу (ПЛР-РЧ, Real-Time PCR). За допомогою розроблених тест-систем проведено моніторинг розповсюдження ГМ рослин в Україні. Отримані результати свідчать про необхідність контролю харчової продукції та сільськогосподарської сировини щодо присутності ГМ інгредієнтів, зокрема продуктів переробки сої, кукурудзи та ріпаку.

Ключові слова: *генетично модифіковані організми, полімеразна ланцюгова реакція в режимі реального часу, харчова продукція*

Актуальність. В умовах стрімкого росту населення і виснаження біоресурсів ідея застосування генетично модифікованих організмів (ГМО) у харчовій промисловості «працює» на користь стратегії виживання людства. Значні посівні площі під ГМ культурами у світі є переконливим доказом ефективності, економічної і екологічної переваги та доцільності вирощування біотехнологічних культур, за розумного поєднання з системами відстеження харчової та екологічної безпеки. Так, за даними ISAAA станом на 2016 рік, в 26 країнах світу біотехнологічні культури вирощували на 185,1 млн га, що відповідає більш ніж 10 % придатної орної землі. Найбільші площі зайнято під трансгенними рослинами сої (50 %), кукурудзи (33 %), бавовни (12 %) та ріпаку (5 %) [1] .Однак, як і будь-який витвір людського розуму, використання ГМО несе певні ризики. До таких ризиків можна віднести неконтрольоване поширення трансгенних матеріалів та негативний вплив на традиційні сільгоспкультури і дикі рослини; можливу небезпечність ГМ продуктів для здоров'я людини; економіч-

ні збитки як для окремих фермерів, так і цілих країн за умов масштабного використання нових видів продукції великими транснаціональними корпораціями [2].

Тому в багатьох країнах світу, зокрема в Україні, розроблено нормативну базу, яка регламентує контроль над поширенням ГМО. Вона включає оцінювання безпеки розроблених ГМО, їх реєстрацію та пост-реєстраційний моніторинг харчової продукції, виготовленої за їх участі [3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Оскільки велика частка врожаю сільськогосподарських культур реалізується на зовнішніх ринках, українські експортери зацікавлені в його контролі на наявність ГМО [4]. Стосовно України, офіційні дані щодо вирощування біотехнологічних культур відсутні. Однак дослідження зразків насіння сої, кукурудзи та ріпаку, а також харчової продукції вітчизняного виробництва на вміст ГМО впродовж 2007 –2016 років, проведені в лабораторії молекулярно-генетичних досліджень ДП «Укрметртестстандарт», засвідчили наявність генетично модифікованої складової [5]. Дані, опубліковані на сайті Державної санітарно-епідеміологічної служби України, також підтверджують присутність ГМО в країні [6]. Результати проведених досліджень інститутом свинарства і агропромислового виробництва НААН показали присутність біотехнологічної сої, кукурудзи та ріпаку у потенційній комбікормовій сировині [7].

Для здійснення контролю за обігом ГМО надзвичайно важливим є наявність відповідної матеріально-технічної бази, високоефективних методик визначення ГМО, сучасних, високочутливих та доступних діагностикумів.

Тому метою даної роботи було відпрацювання методики визначення ГМ рослин та розроблення вітчизняних тест-систем для здійснення моніторингу харчових продуктів, кормів та сільськогосподарської сировини в Україні на вміст генетично модифікованих інгредієнтів.

Матеріали і методи. Дослідження проводили у лабораторії молекулярно-генетичних досліджень ДП «Укрметртестстандарт». Матеріалом для виділення ДНК слугували стандартні референтні зразки традиційних та ГМ культур, дослідні зразки харчової продукції, кормів та сільськогосподарської сировини. ДНК виділяли методом СТАБ-преципітації із власними модифікаціями. Концентрацію виділеної нуклеїнової кислоти та її чистоту за співвідношеннями А260/А280 та А260/А230 визначали на спектрофотометрі «BioPhotometer AG 22331» (Eppendorf, Німеччина).

ПЛР-ампліфікацію проводили за допомогою приладів iQCycler (BioRad, Франція) та CFX96 (BioRad, США). Реакційна суміш об'ємом 20 мкл містила 2 мкл ДНК, 10 мМ Тріс-HCl (pH 8,3), 50 мМ KCl, 2,5 мМ $MgCl_2$, 0,2 мМ дНТФ суміші, 10 пкМ кожного з праймерів, 5 пкМ зонду та 1 од. Taq-полімерази (ThermoScientific™, Литва). Олігонуклеотидні зонди було мічено флуоресцентними барвниками FAM, HEX, ROX, Cy5 та гасниками флуоресценції BHQ1 і BHQ2. Температурний режим складався з початкової денатурації упродовж 3 хв за 95 °С та наступних 45 циклів: денатурації – 15 с за 95 °С, гібридизації праймерів та синтезу – 40 с за 60 °С. Флуоресцентний сигнал вимірювали по завершенню стадії відпалу праймерів та синтезу у кожному циклі ампліфікації.

Результати та їх обговорення. Зазвичай скринінговий аналіз щодо присутності ГМО проводять за найбільш поширеними регуляторними елементами генно-інженерних конструктів, такими як промотор 35s вірусу мозаїки цвітної капусти (cauliflower mosaic virus, CaMV) та термінатор NOS з *Agrobacterium tumefaciens*. Але на сьогодні у зв'язку із розробкою ГМО другого та третього поколінь, ця стратегія вже не спрацьовує [2]. До того ж, детекція лише одного P35s

ще не свідчить про присутність генно-інженерного конструкту, а може мати природне походження, як у випадку ріпаку, інфікованого вірусом CaMV. Одним із підходів, що широко використовується при визначенні ГМО, є аналіз за структурними генами. Водночас додатковим способом направити специфічність реакції в потрібному напрямку є підбір праймерів, специфічних до ДНК послідовності, локалізованої в різних генетичних елементах, наприклад, промоторі – структурному гені або структурному гені – термінаторі. Такий тип аналізу дозволяє виявляти значно меншу кількість відомих ГМО порівняно з визначенням за регуляторними елементами, але є більш специфічним [8]. Проведений нами порівняльний аналіз генно-інженерних конструктів, що використовувались для створення трансгенних ліній рослин, дозволив виявити ряд унікальних послідовностей, що надаються до використання в якості мішеней при проведенні ПЛР аналізу. Всього було відібрано три таких послідовності: ген 5-енолпірувілшикимат-3-фосфат синтази (CP4 epsps) із *Agrobacterium tumefaciens* штам CP4; гени фосфінотрицин N-ацетилтрасферази із *Streptomyces viridochromogenes* (Pat) та фосфінотрицин N-ацетилтрасферази із Streptomyces hygroscopicus (Bar).

Для проведення моніторингу обігу ГМО використовували тест-системи власного виробництва [9]. Тест-системи розробляли на основі *TaqMan* - технології методу ПЛР у режимі реального часу [8]. Частину праймерів для проведення ПЛР-РЧ було підібрано самостійно за допомогою комп'ютерної програми Primer Express 3.0 (Applied Biosystems), деякі послідовності взято з електронної бази даних JRC [10]. Зонди, специфічні до послідовностей CP4 epsps та tNOS, було мічено флуоресційним барвником ROX, зонди до гену Pat та P35s було мічено барвником FAM, до гену Bar – барвником Cy5 та ендогенного контролю – HEX. В якості ендогенного видоспецифічного контролю перебігу ПЛР використовували гени лектину (*le1*) сої, алкогольдегідрогенази (*adh1*) кукурудзи та круцеферину (*cruA*) ріпаку.

Оптимізацію умов ампліфікації проводили за такими параметрами як температура гібридизації праймерів, концентрація $MgCl_2$, концентрація та співвідношення праймерів і зондів. Оцінювання ефективності роботи тест-систем, а саме специфічності, чутливості, межі детектування, повторюваності та відтворюваності результатів аналізу проводили відповідно до вимог Об'єднаного Центру досліджень ГМО (JRC, EC) з використанням сертифікованих референтних зразків Бельгійського інституту контрольних матеріалів і методів (IRMM, EC) та Американської асоціації хіміків нафтохімічної та масложирової промисловості (AOCS, США). ДНК кожного стандартного та випробувального зразків екстрагувалася та аналізувалася у двох повторах. Експериментальне визначення специфічності не виявило перехресних реакцій. Межа чутливості системи становила близько 20 копій ДНК-мішені, що відповідає вимогам ДСТУ ISO 21570 : 2008 [10].

Таким чином, було розроблено низку тест-систем, які дозволяють виявляти більшість зареєстрованих ліній ГМ сої, кукурудзи та ріпаку без їх детальної ідентифікації за регуляторними елементами та генами «нової» ознаки. Системи є мультиплексними, оскільки уможливлюють проведення трьох-чотирьох незалежних реакцій в одній пробірці.

Моніторинг харчової продукції, кормів та сільськогосподарської сировини, проведений впродовж 2007 – 2017 рр., виявив присутність в Україні біотехнологічних рослин (табл. 1). Всього за цей період лабораторією було досліджено 17 636 зразків, дві третини з яких становила харчова продукція. Сільськогосподарська сировина

здебільшого була представлена такими культурами як соя, кукурудза, ріпак, пшениця, рис та продукти їхньої переробки.

У 2007 році лабораторією було здійснено 413 аналізів продуктів харчування, кормів для тварин та сільськогосподарської сировини, представлених на внутрішньому ринку України щодо вмісту ГМ інгредієнтів. Результати випробувань були вражаючими. В 22 % випадків зразки містили у своєму складі ГМО. Причому, у 36 зразках продуктів харчування (9 % від загальної кількості випробуваних зразків) та 42 зразках кормів і сировини (10 %) вміст ГМО виявився більшим за 0,9 %. Найчастіше ГМО виявляли у ковбасних виробах та м'ясних напівфабрикатах, до складу яких входив соєвий білок. Також ГМ інгредієнти зустрічались у кондитерській та іншій харчовій продукції, яку було виготовлено з використанням соєвих бобів та кукурудзи. Таким чином, відсутність законодавчих актів та контролю за обігом ГМО в країні призвела до несанкціонованого завезення та вирощування в Україні посівного матеріалу трансгенних культур, а також їхнього використання у харчовій промисловості.

У 2008 зріс обсяг випробувань та спектр продукції. Значну частку склала продовольча сировина. З 1177 зразків 1080 (92 %) виявились такими, що не містять ГМО. ГМО було виявлено у 21 зразку харчових продуктів, з яких у 13 вміст виявився більшим за 0,9%. Гіршою ситуація була у сировині, де ГМО було виявлено у 70 зразках. Причому 21 з них містили ГМО у кількості вищій за 0,9 %. Що стосується кормів, то ГМО було виявлено в 6 зразках, в 1 зразку кількість перевищувала 0,9%.

У зв'язку з прийняттям постанови Кабінету Міністрів України № 468 від 13.05.2009 "Про затвердження Порядку етикетування харчових продуктів, які містять генетично модифіковані організми або вироблені з їх використанням та вводяться в обіг", у 2009 зріс обсяг аналізів. Загальна кількість перевірених зразків склала 2126. ГМО було виявлено у 107 зразках, що становило 5 %. В продуктах харчування ГМО було виявлено у 17 зразках, в 13 з них концентрація перевищувала 0,9 %. В той же час в сировині ГМО було виявлено у 77 зразках, в 36 вміст перевищував 0,9 %. Також ГМО було виявлено в 13 зразків кормів для тварин, що містили в своєму складі сою або кукурудзу.

У 2010 році кількість перевірених зразків ще збільшилась та досягла 2570. ГМО було виявлено у 204 випадках, що склало 7 %. Серед продуктів харчування ГМО

1. Моніторинг обігу ГМО в Україні за 2007 – 2017 рр.

Рік	Кількість зразків	Виявлено ГМО	Харчові продукти		Корми		Сировина	
			< 0.9%	> 0.9%	< 0.9%	> 0.9%	< 0.9%	> 0.9%
2007	413	90 (22%)	28	36	8	3	40	39
2008	1177	97 (8%)	8	13	5	1	49	21
2009	2126	107 (5%)	4	13	7	6	41	36
2010	2570	204 (8%)	62	9	3	2	99	29
2011	1866	59 (3%)	0	3	8	3	21	24
2012	2001	67 (3%)	5	3	1	1	24	33
2013	1769	66 (4%)	0	4	2	0	29	15
2014	1609	77 (5%)	1	6	0	1	19	21
2015	1545	126 (8%)	6	2	4	2	36	29
2016	1360	66 (5%)	4	3	5	2	22	11
2017	1200	95 (8%)	7	4	8	6	47	23

було виявлено у 71 зразку, з яких лише у 9 вміст перевищував 0,9 %. ГМО було виявлено в 5 зразках кормів, в 2 вміст перевищував 0,9 %. Покращився стан і з сировиною. Зі 128 зразків у 29 уміст ГМО перевищував 0,9 %, тобто співвідношення близьке до 1 : 3. В той же час у попередні роки воно наближалось до 1 : 1.

У 2011 році кількість зразків, що надійшли до лабораторії, значно зменшилась. З 1866 зразків, які було проаналізовано, ГМО виявлено у 59, що склало 3 %. Водночас серед досліджених продуктів харчування ГМ інгредієнти містилися лише у 3 зразках, в кількостях понад 0,9 %. Що стосується кормів та сировини, то кількість зразків з ГМО становила 56, з них 27 - в кількості більшій 0,9 %.

Протягом 2012 року було перевірено вже 2001 зразок продуктів харчування та сільськогосподарської сировини. ГМ складову було виявлено у 67 зразках, 8 з яких становила готова продукція, 2 - корми та 57 – сировина. У 3 зразках харчової продукції, 1 - кормів та у 33 зразках сировини, кількість ГМО перевищувала 0,9 %. У цілому загальна картина за 2011 та 2012 роки дуже подібна. Кількість виявлених ГМО склала 3 %, значно зменшилась кількість готової продукції, в якій було виявлено ГМО (відповідно 0,2 та 0,4 %) та сировини з вмістом ГМО більше 0,9 % (відповідно 1,4 та 1,7 %).

Впродовж 2013 – 2014 рр. було проаналізовано 6040 зразків харчової продукції, кормів та сільськогосподарської сировини. Приблизно половину з них становила рослинна сировина, зокрема соя, кукурудза, ріпак, пшениця, ячмінь та рис, а також продукти їх переробки. Як у харчових продуктах, так і в сировині було виявлено присутність біотехнологічних культур. У харчовій продукції та кормах виявляли переважно ГМ сою та кукурудзу, у ГМ сировині – ГМ сою, кукурудзу та ріпак. У 2013 та 2014 рр. було виявлено 66 (4 %) та 77 (5 %) зразків відповідно, що містили у своєму складі ГМ рослини. З них у 47 зразках ГМО були присутні у кількостях, що перевищували 0,9 %.

У 2015 році кількість виявлених зразків з ГМО зросла до 8 %. Між тим, переважна більшість зразків, що містили у своєму складі ГМО, була представлена сільськогосподарською сировиною. Протягом 2016 року у лабораторії було виявлено 5 % зразків з ГМ інгредієнтами. Переважна більшість виявлених зразків була представлена соєвими бобами та зерном кукурудзи. Що стосується 2017 року, то відсоток виявлених ГМО знов збільшився до восьми. Всього було виявлено 95 зразків, що містили в своєму складі ГМО, з них 11 серед харчової продукції, 14 у кормах та 70 у сировині.

Такими чином, виявлені біотехнологічні культури були представлені соєю, кукурудзою на ріпаком. На жаль, цілісну картину розповсюдження ГМ рослин у масштабах всієї країни відстежити неможливо, оскільки в більшості лабораторій України доступ до цієї інформації є обмеженим.

Висновки. Було відпрацьовано методичний підхід та розроблено ряд діагностичних тест-систем на основі методу ПЛР-РЧ для визначення ГМО. Тест-системи дозволяють виявляти більшість трансгенних культур без їх детальної ідентифікації. Розроблені тест-системи за своїми характеристиками відповідають міжнародним стандартам щодо проведення ПЛР-аналізу для визначення якісного та кількісного вмісту ГМО в харчових продуктах та продовольчій сировині. Розроблені тест-системи було успішно використано під час проведення моніторингу розповсюдження ГМ культур в Україні. Дані, отримані протягом останніх десяти років, свідчать про присутність трансгенної сої, кукурудзи та ріпаку, в кількостях, перевищуючих 0,9 %, не дивлячись на фактичну заборону вирощування біотехнологічних культур в країні.

Література

1. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016 / ISAAA Brief №52. – ISAAA: Ithaca, NY. – 2016. URL: https://www.isaaa.org/resources/publications/ briefs/52/download/isaaa-brief-52-2016.pdf (дата звернення: 22.05.2018).
2. Димань Т.М. [та ін.] Генетично модифіковані с/г культури: прогрес, проблеми, перспективи : монографія / передмова та ред. Т.М. Димань, Л.Г. Шморгун. –К.: Проблеми інноваційно-інвестиційного розвитку, 2013. –158 с.
3. Волков О. Державне регулювання обігу ГМО в Україні: поточний стан та концепція / Проект USAID «АгроІнвест», 2014. URL: https://www. facebook.com/USAIDAgroInvest/ (дата звернення: 18.04.2018).
4. Сільське господарство України. Статистичний збірник 2015. К. : Державна служба статистика України, 2016. 360 с.
5. Моніторинг продуктів харчування та сільськогосподарської сировини в Україні на вміст генетично модифікованих інгредієнтів / Р.В. Облап // Вісник аграрної науки. 2014. № 1. С. 59-63.
6. Офіційний сайт державної санітарно-епідеміологічної служби України. URL: http://dsesu.gov.ua (дата звернення: 18.04.2018).
7. Моніторинг наявності генетичних модифікацій та зоотехнічний склад зернової сировини Полтавського регіону / С. О. Семенов [та ін.] // Свинарство. 2014. Вип. 65. С. 216-224.
8. Ребриков Д.В. [и др.] ПЦР в реальном времени / под редакцией Д.В. Ребрикова. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 223 с.
9. ТУ У 24.6-02568182-001:2011. Тест-системи для визначення якісного та кількісного вмісту генетично модифікованих організмів (ГМО) рослинного походження в харчових продуктах. Технічні умови. Київ: ДП «Укрметртестстандарт», 2012. 52 с.
10. JRC GMO-Matrix URL: http://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/jrcgmomatrix/ matrices/full (дата звернення: 07.06.2017).
11. ДСТУ ISO 21570:2008. Методи виявлення генетично модифікованих організмів і продуктів з їхнім вмістом. Кількісні методи на основі аналізування нуклеїнової кислоти. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 70 с.

References

1. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2016 / ISAAA Brief №52. Available at: https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/52/download/ isaaa-brief-52-2016.
2. Dyman, T.M, Kozlovska, M.V, Oblap, R.V., Dubin, O.V, Kravchenko, O.I. (2013). Biotchnological agricultural crops: progress, problems, perspectives: monograph / front and edited by Dyman T.M., Shmorgun L.G. Kyiv, Ukraine: Problems of innovative-investment complex, 158.
3. Volkov, O. (2014).Governmental regulation of GMO circulation in Ukraine: Current status and conception. Project USAID «AgroInvest». Available at: http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00KRK3.pdf.
4. Agriculture in Ukraine. Statistical collection 2015. (2016). Kyiv, Ukraine: Governmental statistic service of Ukraine, 360.
5. Oblap, R.V. (2014). GM-monitoring of food products and agricultural raw material in Ukraine. Visnyk ahrarnoi nauky, 1, 59–63.
6. Governmental sanitary-and-epidemiological service of Ukraine. Available at: http://dsesu.gov.ua.
7. Semenov, S. O. (2014). Monitoring of presence of genetic modifications and zootechnic composition grain raw material in Poltava region. Pig breeding, 65, 216-224.
8. Rebrikov, D.V., Samatov, G.A., Trofimov, D.Yu., Semenov, P.A., Savilova, A.M., Kofiadi, I.A., Abramov, D.D. (2009). Real-Time PCR / edited by D.V. Rebrikov. Moscow, Russia: BINOM. Laboratory of knowledge, 223.
9. TU U 24.6-02568182-001:2011. (2012). Kits for quantitative and qualitative detection of plant origin GMO content in food products. Technical conditions. Kyiv, Ukraine: SE «Ukrmetrteststandart», 52.
10. JRC GMO-Matrix URL: http://gmo-crl.jrc.ec.europa.eu/jrcgmomatrix/ matrices/full (дата звернення: 07.06.2017).
11. DSTU ISO 21570:2008. (2009). Methods of GMO detection and products with GM-contents. Quantitative methods on the basis of DNA analysis. Kyiv, Ukraine: Derzhspozhivstandart Ukraine, 70.

SUMMARY

R. Oblap, N. Novak, T. Dyman. *Monitoring of food, feed, agricultural raw material for genetically modified ingredients in Ukraine// Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.49–55. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.006*

Methodology and test-systems for GM-plant detection by Real-Time PCR were designed. Monitoring of GM-plant distribution in Ukraine was performed. Obtained results showed an urgency of GM-ingredients control in food products and agricultural raw material, particularly soybean, maize and rape- processed products.

Keywords: *genetically modified organisms, Real-Time polymerase chain reaction, food products*

АННОТАЦИЯ

Р. В. Облап, Н. Б. Новак, Т. Н. Дымань. *Мониторинг пищевых продуктов, кормов и сельскохозяйственного сырья в украине на содержание генетически модифицированных ингредиентов //Биоресурсы и природопользование. – 2018. – **10**, №3–4. – С.49–55. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.006*

Отработано методику и разработано ряд тест-систем для определения генетически модифицированных (ГМ) растений методом полимеразной цепной реакции в реальном времени (ПЦР-РВ, Real-Time PCR). С помощью разработанных тест-систем осуществлен мониторинг распространения ГМ растений в Украине. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости осуществления контроля пищевой продукции, кормов и сельскохозяйственного сырья, на наличия ГМ ингредиентов, особенно продуктов переработки сои, кукурузы и рапса. .

Ключевые слова: *генетически модифицированные организмы, полимеразная цепная реакция в реальном времени, пищевая продукция*

УДК 502.3:504.5:621.43.068.4(477.72)

ОЦІНКА ВПЛИВУ РОЗВИТКУ АВТОМОБІЛІЗАЦІЇ НА СТАН АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ ХЕРСОНСЬКОЇ УРБОЕКОСИСТЕМИ

С. В. СКОК, *викладач кафедри екології та сталого розвитку імені професора Ю.В. Пилипенка*
Херсонський державний аграрний університет
E- mail: skok_sv@ukr.net

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.007

У статті встановлено, що забруднення атмосферного повітря на сьогоднішній день є великою екологічною, соціальною та економічною проблемою урбанізованих територій. Пояснюється це тим, що якісний його стан е міських системах формується переважно на 60-90 % завдяки діяльності автотранспорту. Водночас було визначено максимально-разові викиди забруднюючих речовин та концентрація оксиду вуглецю від автотранспортних потоків. Для їх визначення були вибрані 14 моніторингових точок основних автомагістралей м. Херсона на 5 тест-полігонах. У ході досліджень було визначено, що основні зони забруднення повітря зосереджуються у місцях, що прилягають до автомагістралей та об'єктів транспортної інфраструктури. Аналіз результатів розрахунків показав, що на всіх досліджуваних ділянках інтенсивність руху автомобілів склала від 28 тис. авто до 100 тис авто на добу, близько 70 % автотранспорту займали легкові автомобілі. Між тим встановлено, що в районах регулювання руху у разі зміни режиму роботи автомобілів (розгін, холостий хід) спостерігався нижчий рівень забруднення, ніж на не регулюючих ділянках руху. На основі визначення суми викидів основних показників забруднення атмосферного повітря та концентрації оксиду вуглецю від автотранспорту було здійснено внутрішньо-територіальне зонування м. Херсона. Встановлено, що забруднення від автомобільного транспорту розповсюджується містом концентрично, а вміст оксиду вуглецю перевищує ГДК в 5-20 разів. Тому, з метою забезпечення екологічної безпеки міської території запропоновані комплексні заходи щодо мінімізації негативного впливу автотранспорту на атмосферне повітря.

Ключові слова: *атмосферне повітря, викиди, забруднюючі речовини, гранично допустима концентрація, внутрішньо-територіальне зонування*

Актуальність. Розвиток автомобільного транспорту відіграє важливу роль у економічній та соціальній сфері суспільства. Проте в умовах інтенсивної урбанізації транспортна система спричиняє небезпеку забруднення атмосферного повітря. Зважаючи на те, що повітряний басейн не має меж, забезпечення його якісного стану перетворилося на глобальну екологічну проблему сучасності.

Встановлено, що забруднення атмосферного повітря у містах у 15 разів вище, ніж над сільською місцевістю і в 150 разів вище, ніж над океаном [1]. Це пояснюється тим, що якісний його стан на урбанізованих територіях на 60-90 % формується під дією газопилових викидів машин.

Зважаючи на загальнодержавну та планетарну ситуацію забруднення атмосферного

повітря автотранспортом, доцільності набуває раціоналізація пасажирських перевезень за екологічними критеріями, використання інноваційних технологій та конструкцій транспортної техніки, визначення пріоритетних напрямів екологічної безпеки автомобіля на всіх стадіях його життєвого циклу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Спираючись на наукові праці [1-2], найбільш енергоємним видом транспорту є автомобільний, який споживає 83 % від загальної кількості моторного палива, виділяючи разом із тим в атмосферне повітря токсичні та канцерогенні речовини (табл. 1). За офіційними даними [3], за кожні 100 км пробігу автомобіль витрачає річну норму оксигену, яка необхідна для життєдіяльності людини, а за всю історію розвитку автомобільного парку спожито 170 млд $м^3$ кисню та виділено 250 млд $м^3$ вуглекислого газу.

Значний вплив на якісний стан повітря здійснюють випаровування палива з баків у місцях масового скупчення автомобілів та режим їх роботи з урахуванням вулично-дорожної системи руху в містах. Фахівцями встановлено [4], що викид від одного легкового автомобіля, який працює в холостому режимі, розповсюджується на території радіусом 150-200 м, а на відстані 50 м спостерігається перевищення гранично допустимої концентрації забруднюючих речовин.

Крім того, величина викиду автотранспорту в атмосферне повітря залежить від рівня його завантаженості. Так, якщо пасажирів перевозиться менше, ніж передбачено, часка газів, що виділяється на одного пасажира значно збільшується. Таке твердження відіграє особливе значення у процесі забруднення повітря міста, коли легкові автомобілі складають 60-80% від загальної кількості транспорту [5, 6].

Мета дослідження – здійснити оцінку впливу автотранспорту на стан атмосферного повітря міста Херсон.

Завдання:

1. Виявити фактори інтенсивного розвитку автомобілізації міста Херсон.

2. Розрахувати сумарний масовий склад та концентрацію забруднюючих речовин від автотранспортного потоку.

3. Здійснити внутрішньо-територіальне зонування Херсонської урбоекосистеми за отриманими значеннями забруднюючих речовин.

Матеріали і методи дослідження. Рівень забруднення атмосферного повітря в м. Херсоні від пересувних джерел

1. Компоненти вихлопних газів від автотранспорту

Хімічні речовини	Об'ємний вміст, %		Характеристика
	Бензинові двигуни	Дизельні двигуни	
Азот	74,0-77,0	76,0-78,0	нетоксичний
Кисень	0,3-8,0	2,0-18,0	нетоксичний
Пари води	3,0-5,5	0,5-4,0	нетоксичний
Діоксид вуглецю	5,0-12,0	1,0-10,0	нетоксичний
Альдегіди	0-0,2	0,001-0,009	токсичні
Оксид сірки	0-0,002	0-0,03	токсичний
Сажа, г/м3	0-0,04	0,01-1,1	токсична
Бензопирен, мг/м3	0,01-0,02	до 0,01	канцероген
Вуглеводні неканцерогенні	0,2-3,0	0,009-0,5	токсичні
Оксид вуглецю	0,1-10,0	0,01-5,0	токсичний

було визначено на основі проведення розрахунку за відповідною методикою максимально-разових викидів забруднюючих речовин від автотранспортних потоків [7]. Для їх визначення були вибрані 14 моніторингових точок основних автомагістралей м. Херсона на 5 тест-полігонах:

Концентрація оксиду вуглецю розраховувалася за формулою:

$$K_{CO} = (0{,}5 + 0{,}01 * N * K_m) * K_a * K_y * K_C * K_b * K_n \ , \quad (1)$$

0,5 – фонове забруднення атмосферного повітря нетранспортного походження, мг/м^3,

N – сумарна інтенсивність руху автомобілів на міській дорозі, авто/ годину,

$K_т$ – коефіцієнт токсичності автомобілів за викидами в атмосферне повітря оксидів вуглецю,

K_a – коефіцієнт, що враховує аерацію місцевості,

K_y – коефіцієнт, що враховує забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю в залежності від величини поздовжнього нахилу,

K_c – коефіцієнт, що враховує зміни окису вуглецю, в залежності від швидкості вітру,

K_b – коефіцієнт, що враховує зміни окису вуглецю, в залежності від відносності повітря,

K_n – коефіцієнт збільшення забруднення атмосферного повітря оксидом вуглецю.

$$K_{mi} = \frac{P_i * K_{mi}}{100} \ , \quad (2)$$

де: P_i – відсоток автомобілів к- ї групи,

$K_{ті}$ – коефіцієнт токсичності автомобілів.

Внутрішньо-територіальне зонування міста Херсона проводилось за допомогою ГІС-пакету Surfer 8.0, з використанням методу Крайгінга.

Результати дослідження та їх обговорення. Якісний склад атмосферного повітря у м. Херсоні визначається рівнем промислового виробництва, розвитком сфери послуг, кількістю автотранспортних засобів. Згідно офіційних даних [8], більше половини викидів здійснюються автомобілями 26 тис тонн щорічно, які знаходяться у приватній власності населення. Обласний показник кількості викидів від стаціонарних джерел забруднення склав 9,7 тис тонн за 2016 рік. З огляду на це, найголовнішим антропогенним джерелом забруднення атмосферного повітря Херсонської урбоекосистеми є автотранспорт, кількість якого постійно зростає. Незважаючи на високий ступінь його шкідливості, він є найпоширенішим видом міського транспорту.

Проте слід зауважити, що рівень автомобілізації Херсонського регіону є нестабільним показником, оскільки залежить від чисельності населення, їх купівельної спроможності, об'ємів нарощування приватних машин, інфраструктури загальноміського транспорту. Але, крім зручності та комфорту суцільна автомобілізація спричиняє забруднення атмосферного повітря, перевантаження дорожньої мережі, порушуючи водночас режим громадського транспорту.

Враховуючи те, що автомобілі являються постійним джерелом небезпеки, необхідності набуло визначення рівня забруднення атмосферного повітря від автотранспортних потоків (табл.2).

Аналіз результатів розрахунків показав, що на всіх досліджуваних ділянках інтенсивність руху автомобілів склала від 28 тис авто до 100 тис авто на добу, близько 70 % автотранспорту займали легкові автомобілі. Між тим основні зони забруднення повітря зосереджувалися у місцях, що прилягали до автомагістралей та об'єктів транспортної інфраструктури.

Нами встановлено, що в районах регулювання руху у разі зміни режиму роботи автомобілів (розгін, холостий хід) спостерігалося менше забруднення, ніж на не регулюючих ділянках руху. Це пояснюється великим транспортним потоком через

2. Максимально-разові викиди забруднюючих речовин

Тест полігони/ Моніторингові точки	Максимально-разові викиди, г/с						
	CO	NO_X	SO_2	CH	Формальдегід	Сажа	Сума
I тест-полігон вул. 200років/ вул. Вишнева	0,95	0,06	0,003	0,14	0,0003	-	1,15
Район 3 Штиків	1,17	0,07	0,004	0,18	0,0003	-	1,43
II тест-полігон вул. Івана Богуна / вул. Нафтовиків	1,33	0,08	0,005	0,17	0,0005	0,0003	1,59
III тест-полігон Площа Перемоги	9,89	0,68	0,04	1,44	0,004	0,003	12,06
вул. Івана Богуна/ вул. Полтавська	1,50	0,11	0,007	0,23	0,0008	0,0005	1,85
вул. Робоча / вул. Олександрівська	1,22	0,08	0,003	0,18	0,0004	-	1,48
вул. Стрітенська/ вул. Комкова	1,09	0,07	0,004	0,16	0,0005	0,0002	1,32
IV тест-полігон Привокзальна площа	1,70	0,12	0,006	0,25	0,0006	-	2,08
V тест-полігон Площа Свободи	2,96	0,17	0,009	0,40	0,0009	-	3,53
Площа Ганнібала	2,91	0,20	0,01	0,43	0,0001	0,0003	3,55
вул. Небесної Сотні	1,20	0,09	0,004	0,17	0,0004	-	1,46
вул. Куліка / вул. Ладичука	1,11	0,08	0,003	0,14	0,0003	-	1,33
вул. Університетська / вул. Миру	1,18	0,08	0,006	0,18	0,0007	0,0005	1,45
Площа Корабелів	2,70	0,22	0,01	0,40	0,002	0,001	3,33

вказані площі в курортно-сезонний період та перетином шляхів, що з'єднують адміністративні райони міста.

На основі визначення суми викидів основних показників забруднення атмосферного повітря від автотранспорту було здійснено внутрішньо-територіальне зонування м. Херсона (рис.1).

Згідно проведених результатів дослідження виділено 4 зони забруднення атмосферного повітря від автотранспорту, екологічна оцінка, яких здійснювалася за такою шкалою: 0,5-1,5 – екологічно-чиста зона, 1,6-2,5 – помірно-чиста зона, 2,6-7,5 – забруднена зона, 7,6-12 – дуже забруднена зона.

Між тим встановлено, що забруднення атмосферного повітря в межах Херсонської урбоекосистеми формується концентрично. Найбільший рівень забруднення шкідливими речовинами відмічався на Площі Перемоги (3 тест-полігон), Площі Ганнібала, Площі Свободи, Площі Корабелів (5 тест-полігон), Привокзальній площі (2 тест-полігон), найменші максимально-секундні викиди – на вул. 200 років / Вишнева (1 тест-полігон), вул. Стрітенська / вул. Комкова (частина 3 тест-полігону), вул. Куліка / вул. Ладичука (частина 5 тест-полігону).

Оскільки серед найбільш поширених, токсичних речовин атмосферного повітря під час експлуатації автотранспорту є

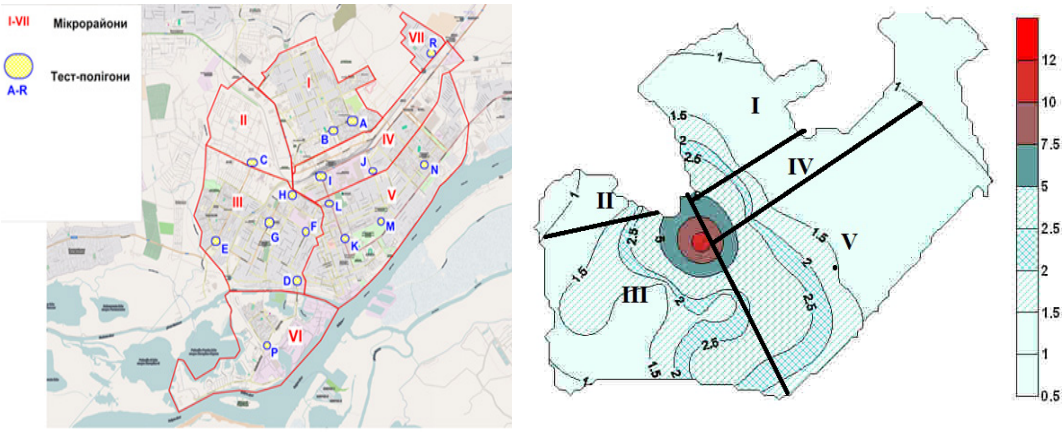


Рис. 1. Районування м. Херсона за сумою показників забруднення атмосферного повітря від автотранспорту

оксид вуглецю, була розрахована його концентрація та характер розсіювання забруднюючих речовин на основних автомагістралях міста Херсона (табл. 3, рис. 2).

Оцінюючи результати проведених розрахунків, відмічаємо, що концентрація оксиду вуглецю на всіх досліджуваних ділянках перевищує ГДК в 5-20 разів. Найбільша висока його частка спостерігалася під час гальмування і холостого ходу автомобілів. Він утворюється переважно в бензинових двигунах під час роботи. Причиною виникнення оксиду вуглецю, який входить до складу палива є нестача кисню для повного його окиснення. Незначна кількість оксиду вуглецю утворюється під час роботи на бідних сумішах у дизелях, і є продуктом проміжного окиснення карбону. Оксид вуглецю є інертною високотоксичною сполукою, зберігається в повітрі до 5 років

Екологічна оцінка стану атмосферного повітря за оксидом вуглецю здійснювалася за такою шкалою: 0,0-1,9 – екологічно-чиста зона, 2-4,9 – помірно-чиста зона, 5-7,9 – забруднена зона, 8,0-10 – дуже забруднена зона.

Найбільший рівень забруднення за даним інгредієнтом спостерігався на Площі Перемоги 3 тест-полігону, Привокзальній площі 4 тест-полігону, Площі Ганнібала, Площі Свободи, вул. Небесної Сотні 5 тест-полігону, найменший рівень забруднення – в районі 3 штиків, вул. 200 років / вул. Вишневе 1 тест-полігону.

Рівень загазованості транспортних магістралей і територій уздовж автодоріг залежить від інтенсивністі автомобілів, їх процентного співвідношення за основними групами машин, особливостями рельєфу місцевості, типом регулювання руху автотранспорту, метеорологічних характеристик.

На основі проведених розрахунків встановлено, що найбільш екологічно-небезпечною виявилася зона, що охоплює Площу Перемоги (III тест-полігон), Привокзальну площу (II тест-полігон), забруднена зона займає частину багатоповерхової та одноосібної забудови III тест-полігону, Площу Ганнібала, Площу Свободи (V тест-полігон), помірно-чиста зона – багатоповерхова I тест-полігону, більша частина одноосібної забудови V тест-полігону, екологічно чиста зона – багатоповерхова забудова північного та південного заходу III тест-полігону, північно-східної частини I тест-полігону та одноосібна забудова північного сходу V тест-полігону.

3. Визначення концентрації оксиду вуглецю

Тест полігони/ Моніторингові точки	Концентрація оксиду вуглецю, мг/м^3	Перевищення ГДК оксиду вуглецю
І тест-полігон вул. 200років/ вул. Вишнева	31	6
Район 3 Штиків	30	6
ІІ тест-полігон вул. Івана Богуна / вул. Нафтовиків	43	9
ІІІ тест-полігон Площа Перемоги	109	22
вул. Івана Богуна/ вул. Полтавська	62	12
вул. Робоча / вул. Олександрівська	55	10
вул. Стрітенська/ вул. Комкова	45	9
IV тест-полігон Привокзальна площа	24	5
V тест-полігон Площа Свободи	96	19
Площа Ганнібала	104	20
вул. Небесної Сотні	79	16
вул. Куліка / вул. Ладичука	49	10
вул. Університетська / вул. Миру	75	15
Площа Корабелів	62	12
Гранично допустима концентрація СО 5 мг/м^3		

Тож, магістральні вулиці загальноміського значення центральної частини міста з найбільш інтенсивними транспортними потоками створюють небезпечне та помірно небезпечне забруднення повітря на території житлової забудови в зоні 100 м від проїзної частини вулиць. Крім того інтенсивний розвиток будівництва автозаправочних станцій, пунктів обслуговування та ремонту, створення системи мийок та стоянок машин призводить до зниження їх пропускної здатності та збільшення викидів забруднюючих речовин.

Екологічні проблеми м. Херсона, які створені інтенсивним розвитком автомобілізації потребують вирішення на основі запропонованих нами заходів:

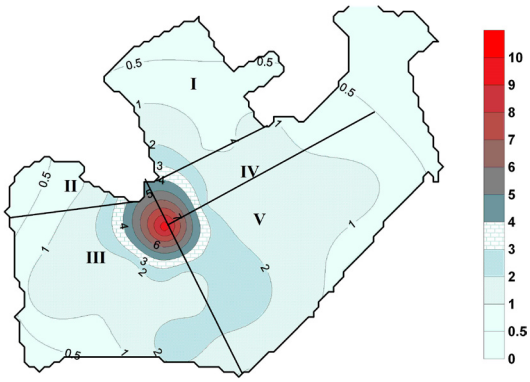


Рис. 2. Зонування міста Херсон за концентрацією оксиду вуглецю

- розташування головних автомагістралей в літній період, що сполучають міста-курорти, за межі міста Херсона;

- усунення масових заторів у місцях найбільшого скупчення автомобілів, шляхом регулювання режиму їхньої роботи та правильного планування вулично-дорожнього руху;

- здійснення щільних рядових зелених насаджень вздовж автодоріг радіусом не менше ніж 50 метрів, враховуючи ярусність та породи рослин.

Висновки і перспективи. Основним джерелом забруднення атмосферного повітря у м. Херсоні є легковий автотранспорт. Інтенсивність руху автомобілів на досліджуваних ділянках склала від 28 тис до 100 тис авто на добу. За результатами дослідження встановлено, що забруднення газовими викидами формується концентрично, від центру до периферії. Розрахунок концентрації оксиду вуглецю (CO) показав перевищення гранично допустимої концентрації на всіх досліджуваних тест-полігонах є 5-20 разів. Згідно отриманих результатів масового складу забруднюючих речовин та концентрації оксиду вуглецю (CO), створена карта зонування території м. Херсона, за якою виявлені екологічно-небезпечні зони.

У перспективі, з метою мінімізації негативного впливу атотранспортних засобів, необхідності набуває обґрунтована організація вулично-дорожнього руху на основі використання карт екологічного зонування Херсонської урбоекосистеми.

Література

1. Запара О.В., Литвиненко Т.П. Екологічні принципи проектування автомобільних доріг. Экология плюс. 2012. № 6. С.29-30.
2. Огородник І. М., Двуліт З. П. Вплив автотранспорту на екосистему держави. Агросвіт. 2011. № 17-18. С. 43-47
3. Брежицька О. А. Оцінка стану та динаміки забруднення атмосферного повітря урбоекосистеми (на прикладі міста Дубно). Вісник НУВГП. 2007. Випуск 4 (40). Ч 1. С. 26-31.
4. Савчин І. О. Моніторинг автомобільних викидів у м. Львові. Науковий вісник. 2003. Вип. 13.5. С. 224 - 228.
5. Добровольський В., Курликін В. Екологічна раціоналізація використання автомобільного транспорту в містах. Техногенна безпека. 2009. Вип. 60. Том 73. С. 72-77.
6. Шевченко І. Ю. Регіональна диференціація автомобілізації населення України. Економіка: реалії часу. 2015. № 3 (19). С. 41-46.
7. Методика определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов, № 66 от 16.02.1999. Москва. 17 с.
8. Регіональна доповідь про стан навколишнього середовища у Херсонській області у 2016 році. Херсон: Департамент екології та природних ресурсів, 2017. 290 с.

References

1. Zapara O. V., Lytvynenko T.P. (2012). Ekolohichni pryntsypy proektuvannia avtomobilnykh dorih [Ecological principles of designing highways]. Ecology plus: a science-production environmental journal, 6, 29-30.
2. Ohorodnyk I.M., Dvulit Z.P. (2011). Vplyv avtotransportu na ekosystemu derzhavy [Influence of motor transport on the ecosystem of the state]. AgroSvit, 17- 18, 43 – 47.
3. Brezhytska O. A. (2007). Otsinka stanu ta dynamiky zabrudnennia atmosfernoho povitria urboekosystemy (na prykladi mista Dubno) [Assessment of the state and dynamics of atmospheric air pollution of the urbose ecosystem (for example, the city of Dubno)]. Bulletin of the National University of Water Management and Nature Management, 4 (40), 26-31.
4. Savchyn I. O. (2003). Monitorynh avtomobilnykh vykydiv u m. Lvovi [Monitoring of automobile emissions in the city of Lviv]. Scientific Herald, 13.5, 224-228.

5. Dobrovolskyi V., Kurlykin V. (2009). Ekolohichna ratsionalizatsiia vykorystannia avtomobilnoho transportu v mistakh [Ecological rationalization of the use of motor transport in cities], V. 60, T. 70, 72-74.
6. Metodyka opredelenyia vybrosov avtotransporta dlia provedenyia svodnykh raschetov zahriaznenyia atmosfery horodov (1999) [Method for determining emissions of motor vehicles for carrying out summary calculations of urban atmospheric pollution], 66, 17.
7. Shevchenko I. Yu. Rehionalna dyferentsiatsiia avtomobilizatsii naselennia Ukrainy (2015) [Regional differentiation of motorization of the population of Ukraine], 3 (19), 41-46
8. Rehionalna dopovid pro stan navkolyshnoho pryrodnoho seredovyshcha v Khersonskoi oblasti za 2016 (2017) [Regional report on the state of the environment in Kherson oblast for 2016] (2017). Kherson, 188.

SUMMARY

S. V. Skok. *The evaluation of the influence of automobilization development on the condition of the atmospheric air in Kherson urban ecosystem// Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.56–63. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.007*

Qualitative state of atmospheric air today is largest of the ecological, social and economic problems of urban areas. The main source of its pollution is the passenger road transport, which emits toxic and carcinogenic substances into the atmosphere. Especially dangerous are those zones that are adjacent along the highways and transport infrastructure. The degree of air pollution depends on the meteorological conditions, season of the year, the number of passing cars, relief of terrain, mode of regulation of transport movement. Number of road transport and air pollution increases during resort season. The technique was examined of assessing the state of air from gas emissions of road transport in the article. The calculation of the mass composition of pollutants and concentration of carbon monoxide on the test ranges was conducted. The highest level of pollution was concentrated on III, IV, V test ranges, the lowest level of pollution was concentrated on - I test range. According to the results of calculations of the mass composition of pollutants into the air from road transport was done internally territorial ecological zoning of Kherson.

Keywords: *atmospheric air, emissions, pollutants, maximum allowable concentration, internal territorial zoning*

АННОТАЦИЯ

С. В. Скок. *Оценка влияния развития автомобилизации на состояние атмосферного воздуха херсонской урбоекосистемы//Биоресурсы и природопользование. – 2018. – **10**, №3–4. –С.56–63. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.007*

В статье установлено, что качественное состояние атмосферного воздуха на сегодняшний день является большой экологической, социальной и экономической проблемой урбанизированных территорий. Объясняется тем, что качественный его состав в городских районах формируется под действием газопылевых выбросов предприятий и автотранспорта. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Херсоне от передвижных источников был определен на основе проведения расчета по соответствующей методике максимально-разовых выбросов загрязняющих веществ от автотранспортных потоков. Для их определения были выбраны 14 мониторинговых точек основных автомагистралей г. Херсона на 5 тест-полигонах. Внутренне-территориальное зонирование города Херсона проводилось с помощью ГИС-пакета Surfer 8.0, с использованием метода Крайгинга.

Для определения уровня загрязнения атмосферного воздуха от автотранспортных потоков был проведен расчет максимальных выбросов вредных веществ и рассчитана концентрация оксида углерода. При этом было установлено, что в районах регулирования движения, при изменении режима работы автомобилей (разгон, холостой ход), наблюдается меньше загрязнения, чем на не регулирующих участках движения. На основе определения суммы выбросов основных показателей загрязнения атмосферного воздуха и концентрации оксида углерода от автотранспорта было осуществлено территориальное зонирование города Херсона. Установлено, что загрязнение от автомобильного транспорта распространяется по городу концентрически. Поэтому, с целью обеспечения экологической безопасности городской территории предложены комплексные меры по минимизации негативного влияния автотранспорта на атмосферный воздух.

Ключевые слова: *атмосферный воздух, выбросы, загрязняющие вещества, предельно допустимая концентрация, территориальное зонирование*

УДК 631.11:631.15

РАСПРОСТРАНЕНИЕ БОЛЕЗНЕЙ ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ В УКРАИНЕ

А. О. ПАЛАМАРЧУК, *соискатель*
E-mail: palao22@ukr.net
И. Г. РУБЕЖНЯК, *кандидат биологических наук, доцент*
E-mail: rubezhnyak60@gmail.com
В. Н. ЧАЙКА, *доктор сельскохозяйственных наук, профессор*
E-mail: vchaika28@gmail.com
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.008

Фитосанитарное состояние посевов пшеницы озимой продолжает оставаться важнейшим фактором, влияющим на развитие сельскохозяйственной отрасли. Особенно актуален контроль этого состояния для органического производства продукции растениеводства. Цель работы заключалась в оценке распространённости болезней сельскохозяйственных культур на посевах пшеницы озимой на основе анализа годовых отчётов Государственной службы Украины по вопросам безопасности пищевых продуктов и защиты потребителей за 2012 – 2017 годы. Так, оценивая процент площадей, поражённых болезнями пшеницы озимой, выяснилось, что наибольшее распространение получили септориоз (43,69 %) и мучнистая роса (44,32 %); корневая гниль (29,83 %) и бурая листовая ржавчина (22,65 %) имеют средние значения распространённости, а гельминтоспориоз (9,76 %) в большинстве регионов распространён незначительно. При этом, средние значения развития болезни распределились следующим образом: мучнистая роса – 3,71 %, септориоз – 3,21 %, корневая гниль – 2,92 %, бурая листовая ржавчина – 2,57 %, гельминтоспориоз – 0,85 %.

При оценивании состояния посевов пшеницы озимой на основе средних арифметических значений по пяти рассмотренным болезням выяснилось, что наибольшему поражению болезнями подвергались: Донецкая – 75,8 %, Винницкая, Сумская – 51 %, Хмельницкая – 49,7 %, Черновицкая – 41,6 %, Киевская – 40,6 %, Волынская – 36,5 %, Тернопольская области – 34,4 %.

Поскольку органическое земледелие предполагает отказ от синтетических пестицидов, то внедрение органических методов целесообразно, в первую очередь, в хозяйствах, расположенных в регионах наименее подверженных влиянию болезней, а именно в Луганской, Одесской, Херсонской, Николаевской, Днепропетровской, Черкасской, Житомирской, Закарпатской, Черниговской, Харьковской областях.

Ключові слова: *сельскохозяйственные культуры, болезни, пшеница озимая, заражённость, органическое земледелие*

Актуальность. Индустриализация сельскохозяйственного производства сопровождается усилением антропогенного давления на окружающую среду и ухудшением качества сельскохозяйственной продукции, что приводит к поиску аграриями альтернативных, инновационных, природоподобных (основанных на закономерностях взаимодействия живых организмов между собой и окружающей средой внутри биологических систем) систем хозяйствования, наибольший

интерес из которых представляет органическое земледелие. Переход на новые принципы растениеводства – это ответственный шаг, требующий учёта всех факторов, влияющих на развитие сельскохозяйственных культур. Одним из таких факторов является фитосанитарное состояние посевов, в том числе, в части касающейся поражения их болезнями сельскохозяйственных культур. Для своевременного и эффективного противодействия заражению в виде профилактических мероприятий или в виде воздействия на посевы уже по факту заражения, требуется постоянный мониторинг состояния посевов и анализ его результатов как на отдельно взятом участке поля, так и по регионам в масштабах страны.

Анализ последних достижений и публикаций. По оценке экспертов Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (FAO), на рубеже последнего столетия потери пшеницы в мире от болезней достигли 33,5 млн. т, что составляет около 10 % потенциального урожая этой важнейшей продовольственной культуры [1].

Раса Ug99, или TTKSK, грибка Puccinia graminis tritici, поражающая стебли и вызывающая заболевание чёрной ржавчины пшеницы (Triticum aestivum), признана серьёзной угрозой для производства данного вида злака. Впервые она была обнаружена в Уганде в 1998 г. и впоследствии проникла в Восточную Африку, Йемен, Судан и Иран. Предполагается, что заболевание распространится в страны Северной Африки, Среднего Востока, Азии и далее, что вызывает особую озабоченность в связи с вероятностью возникновения эпидемии огромных масштабов, способной уничтожить урожаи пшеницы в различных регионах мира [2].

Известно из отчётов Фитосанитарной службы Украины, что линейная (стеблевая) ржавчина была зафиксирована в Кировоградской области на пшенице озимой в 2013 году с 7 % поражения осмотренных площадей, и с 2013 по 2016 годы на ячмене – от 13,63 % в 2013 году до 44 % в 2014 году.

Цель исследования – оценка заражённости посевов пшеницы озимой болезнями сельскохозяйственных культур по регионам Украины.

Согласно поставленной цели решались задачи:

- провести анализ многолетней динамики распространения основных болезней пшеницы озимой в Украине,
- посчитать в процентном отношении средние значения площадей, поражённых болезнями сельскохозяйственных культур,
- определить оптимальные регионы Украины, в которых развивать растениеводство методами органического земледелия целесообразно в первую очередь.

Материалы и методы. Проанализированы годовые отчёты Государственной службы Украины по вопросам безопасности пищевых продуктов и защиты потребителей за 2012 – 2017 годы.

Результаты и их обсуждение. Результаты анализа данных о болезнях пшеницы озимой, приведённых в годовых отчётах по мониторингу распространения болезней сельскохозяйственных культур, отражены в таблице 1. Так, для оценивания распространения болезней пшеницы озимой подсчитаны средние значения поражённых площадей по отношению к осмотренным участкам за период с 2012 по 2017 годы. Цветовая шкала позволяет провести относительное сравнение вычисленных значений по болезням и по областям. Числовые значения в крайней правой колонке и в нижней строке таблицы 1 получены путём нахождения среднего арифметического значения для соответствующих показателей.

В таблице 2 представлены средние значения развития болезней на посевах пшеницы озимой по регионам Украины.

Распределение средних значений поражённых болезнями площадей по отношению к осмотренным участкам (%)

№	Область	Корневая гниль (%)	Гельминтоспориоз (%)	Септориоз (%)	Бурая листовая ржавчина (%)	Мучнистая роса (%)	Среднее значение(%)
1	Винницкая	69,42	33	66,63	26,67	59,12	51
2	Волынская	65,77	0,82	44,4	11,46	60	36,5
3	Днепропетровская	14,1	9,25	23,2	25,25	38,53	22,1
4	Донецкая	63,92	81,38	92,65	76,07	64,92	75,8
5	Житомирская	10,9	0	25,73	16,4	40,97	18,8
6	Закарпатская	13,87	0	59,43	7,15	20,31	20,1
7	Запорожская	17,47	0	30,07	26,3	27,6	20,3
8	Ивано-Франковская	23,74	0	50,03	7,78	44,48	25,2
9	Киевская	53,02	0	53,99	16,89	79,07	40,6
10	Кировоградская	3,73	1,29	30,94	53,19	45,67	27
11	Луганская	8,02	4,88	17,18	7,35	17,52	11
12	Львовская	23,25	39,9	62,43	2,09	37,07	33
13	Николаевская	3,68	16,72	43,97	15,15	21,55	20,2
14	Одесская	2,71	3,69	11,85	9,07	15,54	8,6
15	Полтавская	45,71	3,125	52,25	23,99	29,54	31
16	Ровенская	44,17	4,85	33,16	10,15	47,47	28
17	Сумская	62,58	0	60,9	45,57	85,45	51
18	Тернопольская	54,17	0	41,82	23,58	52,3	34,4
19	Харьковская	9,91	8,24	32,3	13,95	26,4	18,2
20	Херсонская	0,25	11,19	33,65	13,73	18,85	15,5
21	Хмельницкая	70,22	0	69,2	34,15	75,07	49,7
22	Черкасская	16,41	15,86	28,32	17,68	37,1	23,1
23	Черниговская	14,82	0	35,25	16,13	28,42	19
24	Черновицкая	24,1	0	49,3	43,97	90,83	41,6
25	Среднее значение	29,83	9,76	43,69	22,65	44,32	–

- значения от 0 до 25 %
- значения от 25,01 до 50 %
- значения от 50,01 до 75 %
- значения от 75,01 до 100 %

Из таблицы видно, что средние значения развития болезней пшеницы озимой по Украине распределены так: мучнистая роса – 3,71 %, септориоз – 3,21 %, корневая гниль – 2,92 %, бурая листовая ржавчина – 2,57 %, гельминтоспориоз – 0,85 %.

Распределение средних значений процента площадей, поражённых бурой листовой ржавчиной, приведено на рисунке 1.

Наибольшее распространение бурая листовая ржавчина получила в: Донецкой – 76,06 %, Кировоградской – 53,19 %, Сумской – 45,57 %, Черновицкой – 43,97 %, Хмельницкой – 34,15 %, Винницкой – 26,67 %, Запорожской – 26,3 %, Днепропетровской области – 25,25 %.

Показатели средних значений процента площадей, поражённых гельминтоспориозом, приведены на рисунке 2.

Распределение средних значений развития болезней (%)

№	Область	Корневая гниль (%)	Гельминтоспориоз (%)	Септориоз (%)	Бурая листовая ржавчина (%)	Мучнистая роса (%)	Среднее значение(%)
1	Винницкая	0,43	0,24	0,45	0,17	0,43	0,34
2	Волынская	8,7	0,25	2,8	1,7	7	4,09
3	Днепропетровская	1,8	0,7	2,5	2,7	3,2	2,18
4	Донецкая	30	6	12,7	11,2	7,3	13,44
5	Житомирская	2,7	0	4,8	2,75	3,7	2,79
6	Закарпатская	1	0	3	3,4	3,2	2,12
7	Запорожская	1	0	2	2	1,3	1,26
8	Ивано-Франковская	2,2	0	2,2	2,3	2,25	1,79
9	Киевская	1,87	0	0,83	0,57	0,88	0,83
10	Кировоградская	0,33	0,67	3,67	6,33	4,67	3,13
11	Луганская	1,32	1	1,1	0,92	1,6	1,19
12	Львовская	0,58	1,75	1,98	0,73	2,75	1,56
13	Николаевская	4	4,58	8,5	6,83	10,7	6,92
14	Одесская	0,42	1,63	1,77	1,5	0,63	1,19
15	Полтавская	3,92	0,17	1,52	1,32	2,36	1,86
16	Ровенская	0,11	0,83	3,18	0,9	4,55	1,91
17	Сумская	бк	0	4,83	3,33	6,17	3,58
18	Тернопольская	2,33	0	1,27	1,3	3,25	1,63
19	Харьковская	0,83	0,93	1,02	0,62	1,48	0,98
20	Херсонская	0,17	0,73	0,7	0,75	0,87	0,64
21	Хмельницкая	0,77	0	0,68	0,32	0,55	0,46
22	Черкасская	1,67	0,93	2,35	2,06	7,42	2,89
23	Черниговская	0	0	11	6	7	4,8
24	Черновицкая	1	0	2,17	2	5,83	2,2
25	Среднее значение	2,92	0,85	3,21	2,57	3,71	–

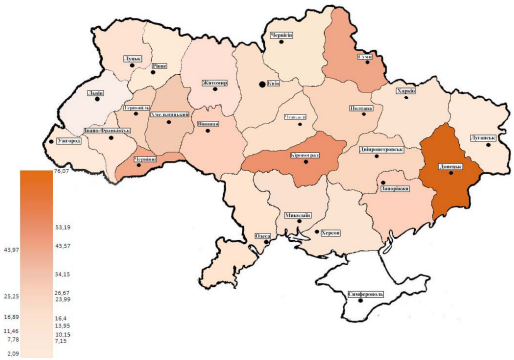


Рис. 1. Среднее значение процента площадей, поражённых бурой листовой ржавчиной (2012 – 2017 гг.)

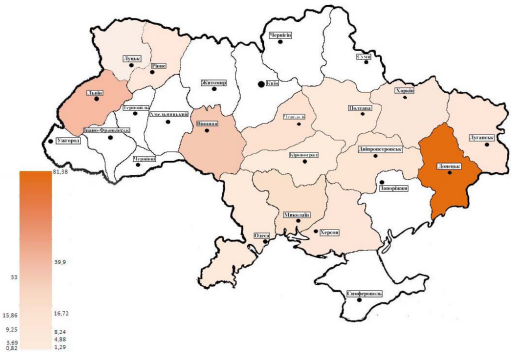


Рис. 2. Среднее значение процента площадей, поражённых гельминтоспориозом (2012 – 2017 гг.)

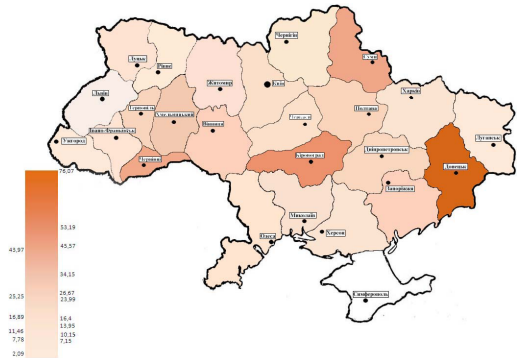


Рис. 1. Среднее значение процента площадей, поражённых бурой листовой ржавчиной (2012 – 2017 гг.)

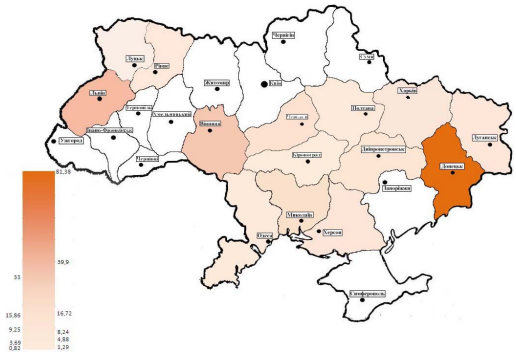


Рис. 2. Среднее значение процента площадей, поражённых гельминтоспориозом (2012 – 2017 гг.)

Гельминтоспориозом были поражены посевы пшеницы озимой преимущественно в: Донецкой – 81,38 %, Львовской области – 39,9 %.

Пространственное распределение средних значений площадей, поражённых корневой гнилью, приведено на рисунке 3.

Распределение поражения посевов корневой гнилью: Хмельницкая – 70,22 %, Винницкая – 69,42 %, Волынская – 65,77 %, Донецкая – 63,92 %, Сумская – 62,58 %, Тернопольская – 54,17 %, Киевская – 53,02 %, Полтавская – 45,71 %, Ровенская область – 44,17 %.

Распределение показателей средних значений площадей, поражённых мучнистой росой, приведено на рисунке 4.

Поражение посевов озимой пшеницы мучнистой росой преобладало в: Черновицкой – 90,83 %, Сумской – 85,45 %, Киевской – 79,07 %, Хмельницкой – 75,07 %, Донецкой – 64,92 %, Винницкой – 59,12 %, Тернопольской – 52,3 %, Ровенской – 47,47 %, Кировоградской – 45,67 %, Ивано-Франковской – 44,48 %, Житомирской – 40,97 %, Днепропетровской – 38,53 %, Черкасской – 37,1 %, Львовской области – 37,07 %.

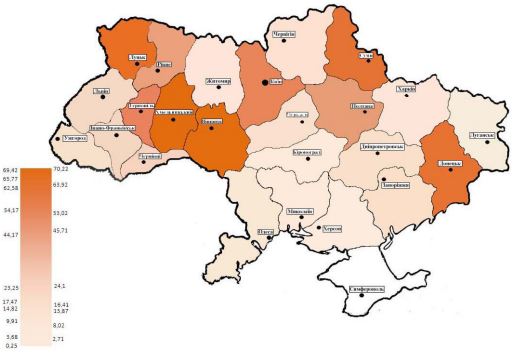


Рис. 3. Среднее значение процента площадей, поражённых корневой гнилью (2012 – 2017 гг.)

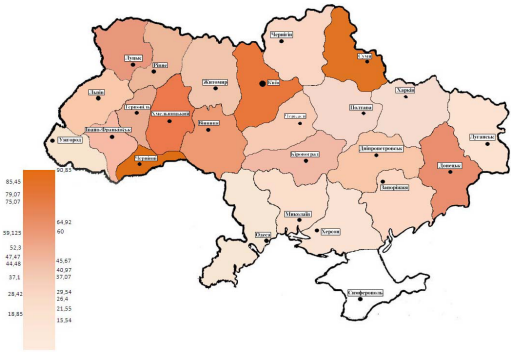


Рис. 4. Среднее значение процента площадей, поражённых мучнистой росой (2012 – 2017 гг.)

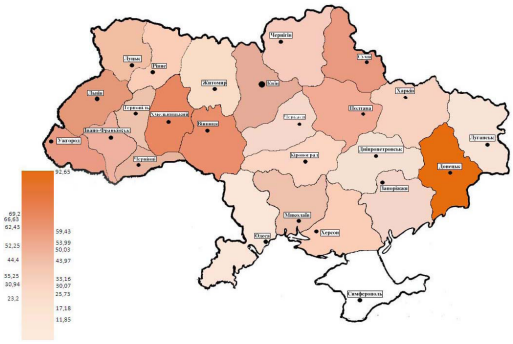


Рис. 5. Среднее значение процента площадей, поражённых септориозом (2012 – 2017 гг.)

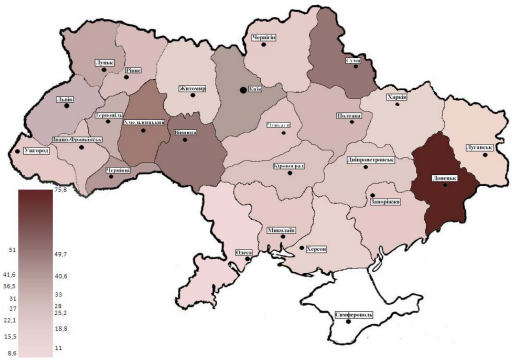


Рис. 6. Средние арифметические значения процента площадей для пяти болезней (2012 – 2017 гг.)

Показатели средних значений процента площадей, поражённых септориозом, приведены на рисунке 5.

Септориоз был распространён следующим образом: Донецкая – 92,65 %, Хмельницкая – 69,2 %, Винницкая – 66,63 %, Львовская – 62,43 %, Сумская – 60,9 %, Закарпатская – 59,43 %, Киевская – 53,99 %, Полтавская – 52,25 %, Ивано-Франковская – 50,03 %, Черновицкая – 49,3 %, Волынская – 44,4 %, Николаевская – 43,97 %, Тернопольская – 41,82 %, Черниговская – 35,25 %, Херсонская – 33,65 %, Ровенская – 33,16 %, Харьковская – 32,3 %, Кировоградская – 30,94 %, Запорожская область – 30,07 %.

На рисунке 6 представлены средние арифметические значения процента площадей для пяти рассмотренных болезней.

Так, наибольшему поражению болезнями подвергались посевы пшеницы озимой в областях: Донецкая – 75,8 %, Винницкая, Сумская – 51 %, Хмельницкая – 49,7 %, Черновицкая – 41,6 %, Киевская – 40,6 %, Волынская – 36,5 %, Тернопольская – 34,4 %.

Выводы и перспективы. Анализ результатов фитосанитарного мониторинга посевов пшеницы озимой по областям Украины за 2012 – 2017 гг. позволил прийти к следующим выводам: при оценке процента площадей, поражённых болезнями пшеницы озимой, выяснилось, что наибольшее распространение получили септориоз (43,69 %) и мучнистая роса (44,32 %); корневая гниль (29,83 %) и бурая листовая ржавчина (22,65 %) имеют средние значения распространённости, а гельминтоспориоз (9,76 %) в большинстве регионов распространён незначительно. При этом, средние значения развития болезни были распределены следующим образом: мучнистая роса – 3,71 %, септориоз – 3,21 %, корневая гниль – 2,92 %, бурая листовая ржавчина – 2,57 %, гельминтоспориоз – 0,85 %.

При оценивании состояния посевов пшеницы озимой на основе расчёта средних арифметических значений поражённых площадей для пяти рассмотренных болезней выяснилось, что наибольшему поражению болезнями подвергались: Донецкая – 75,8 %, Винницкая, Сумская – 51 %, Хмельницкая – 49,7 %, Черновицкая – 41,6 %, Киевская – 40,6 %, Волынская – 36,5 %, Тернопольская области – 34,4 %.

Поскольку органическое земледелие предполагает отказ от синтетических пестицидов, то внедрение органических методов целесообразно в первую очередь в хозяй-

ствах, расположенных в регионах наименее подверженных влиянию болезней, а именно в Луганской, Одесской, Херсонской, Николаевской, Днепропетровской, Черкасской, Житомирской, Закарпатской, Черниговской, Харьковской областях. А так как угроза появления болезней на посевах пшеницы озимой остаётся, наряду с созданием устойчивых сортов существует потребность разработки биологических средств защиты растений, так как в «Перечне пестицидов и агрохимикатов, разрешённых к использованию в Украине» отсутствуют препараты, удовлетворяющие международным и национальным требованиям для органического производства пшеницы озимой.

Література

1. Кохметова А. М., Атишова М. Н. Идентификация источников устойчивости к стеблевой ржавчине пшеницы с использованием молекулярных маркеров. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2012. Т. 16. №. 1. С. 132-141.
2. Сингх Р.П., Ходсон Д.П. Международное положение с распространением заболевания Ug99 и усилия, предпринимаемые для смягчения угрозы его последствий. URL: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/UG99/UG99Papers_Russian.pdf (дата обращения: 15.05.2018).
3. Дідух Д. М. Організація бухгалтерського обліку органічного виробництва як інноваційного напрямку розвитку сільського господарства. Органічне виробництво і продовольча безпека: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції. Житомир: Полісся, 2013. С. 219-222.
4. Станчева Й. Атлас болезней сельскохозяйственных культур: в 5 т. София-Москва: ПЕНСОФТ, 2005. Т. 3: Болезни полевых культур. 175 с.
5. Койшибаев М.К. Ржавчина вновь угрожает посевам. Аграрный сектор. 2016. № 2(28). URL: https://agrosektor.kz/agricultural-science/rzhavchina-vnov-ugrozhaet-posevam.html (Дата обращения: 15.05.2018).
6. Державний реєстр пестицидів та агрохімікатів, дозволених до використання в Україні: офіційне видання. URL: https://menr.gov.ua/content/derzhavniy-reestr-pesticidiv-i-agrohimikativ-dozvolenih-do-vikoristannya-v-ukraini-dopovnennya-z-01012017-zgidno-vimog-postanovi-kabinetu-ministriv-ukraini-vid-21112007–1328.html (Дата обращения: 15.05.2018).

References

1. Kohmetova, A.M., Atishova, M.N. (2012). Identifikatsiya istochnikov ustoychivosti k steblevoy rzhavchine pshenitsy s ispolzovaniem molekulyarnykh markerov [Identification of sources of resistance to stem rust of wheat using molecular markers]. Vavilov journal of genetic and selection, 1(16), 132-141.
2. The international situation with the spread of the disease Ug99 and efforts to mitigate the threat of its consequences. Available at: http://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/UG99/UG99Papers_Russian.pdf
3. Diduh, D.M. (2013). Orhanizatsiia bukhhalterskoho obliku orhanichnoho vyrobnytstva yak innovatsiinoho napriamku rozvytku silskoho hospodarstva [Organization of the accounting of organic production as an innovative direction for the development of agriculture]. Zhitomir: Polissia, 492.
4. Stancheva, I. (2005). Atlas bolezney selskokhozyaystvennykh kultur [Atlas of Diseases of Agricultural Crops]. Sofiya-Moskva: «PENSOFT, 3, 175.
5. Rzhavchina vnov ugrozhaet posevam [Rust again threatens crops]. Available at: https://agrosektor.kz/agricultural-science/rzhavchina-vnov-ugrozhaet-posevam.html
6. Derzhavnyi reiestr pestytsydiv ta ahrokhimikativ, dozvolenykh do vykorystannia v Ukraini [State Register of Pesticides and Agrochemicals Permitted for Use in Ukraine]. Available at: https://menr.gov.ua/content/derzhavniy-reestr-pesticidiv-i-agrohimikativ-dozvolenih-do-vikoristannya-v-ukraini-dopovnennya-z-01012017-zgidno-vimog-postanovi-kabinetu-ministriv-ukraini-vid-21112007–1328.html

АНОТАЦІЯ

А.О. Паламарчук, І.Г. Рубежняк, В.М. Чайка. *Розповсюдження хвороб пшениці озимої в Україні // Біоресурси і природокористування. – 2018. – **10**, №3–4. – С.64–71. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.008*

Фітосанітарний стан посівів пшениці озимої продовжує залишатись важливішим фактором, що впливає на розвиток сільськогосподарської галузі. Особливо актуальний контроль цього стану для органічного виробництва продукції рослинництва. Мета роботи полягала в оцінці розповсюдження хвороб на посівах пшениці озимої на основі аналізу річних звітів Державної служби України по питанням безпеки харчових продуктів та захисту прав споживачів за 2012 – 2017 роки. Так, оцінюючи уражені площі, з'ясовано, що найбільше розповсюдження отримали: септоріоз (43,69 %) та борошниста роса (44,32 %); коренева гниль (29,83 %) та бура листкова іржа (22,65 %) мають середні значення, а гельмінтоспоріоз (9,76 %) у більшості регіонів розповсюджений несуттєво. При цьому, середні значення розвитку хвороби були розподілені наступним чином: борошниста роса – 3,71 %, септоріоз – 3,21 %, коренева гниль – 2,92 %, бура листкова іржа – 2,57 %, гельмінтоспоріоз – 0,85 %.

При оцінюванні стану посівів пшениці озимої на основі середніх арифметичних значень уражених площ по п'яти розглянутим хворобам з'ясувалось, що найбільший вплив від хвороб отримали: Донецька – 75,8 %, Вінницька, Сумська – 51 %, Хмельницька – 49,7 %, Чернівецька – 41,6 %, Київська – 40,6 %, Волинська – 36,5 %, Тернопільська області – 34,4 %.

Оскільки органічне землеробство передбачає відмову від синтетичних пестицидів, то впровадження органічних методів доцільно, в першу чергу, в господарствах розташованих у регіонах з найменшим впливом хвороб, а саме у Луганській, Одеській, Херсонській, Миколаївській, Дніпропетровській, Черкаській, Житомирській, Закарпатській, Чернігівській, Харківській областях.

Ключевые слова: *сільськогосподарські культури, хвороби, пшениця озима, ураженість, органічне землеробство*

SUMMARY

A. Palamarchuk, I. Rubezhniak, V. Chaika. *Incidence of winter wheat diseases in Ukraine // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.64–71. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.008*

Industrialization of agriculture is accompanied with increase of anthropogenic load on the environment and agriculture product degeneration. That leads to search of alternative, innovation and natural management principles connected with organic farm.

The transition to new principles of crop production is a responsible step requiring consideration of all factors affecting the development of crops. One of these factors is the phytosanitary state of crops, including the destruction of their crops by diseases. For timely and effectively counteract the infection of the crops, it is also necessary to constantly monitor the condition of the crops and analyze its results both in a separate section of the field and in regions across the country.

The purpose of the work was to assess infection of winter crops based on an analysis of annual reports of the State Service of Ukraine on Food Safety and Consumer Protection from 2012- 2017. As a result, the following conclusions were obtained: winter wheat leaf blotch (43.69%) and powdery mildew (44.32%) are the most widespread; root rot (29.83%) and brown leaf rust (22.65%) have mean value of prevalence and Helminthosporium leaf blight (9.76%) is not widespread in most regions. The mean values of the disease development were distributed as follows: powdery mildew - 3,71%, septoriosis - 3,21%, root rot - 2,92%, brown leaf rust - 2,57%, Helminthosporium leaf blight - 0,85%.

Based on arithmetic mean values of the five examined diseases, it was found that the most damage by diseases was in Donetska region - 75.8%, Vinnytska, Sumska regions - 51%, Khmelnytska region - 49.7%, Chernivetska region - 41.6%, Kyivska region - 40.6 %, Volynska region - 36.5% and Ternopilska region - 34.4%.

Since organic farming supposes the refusal from synthetic pesticides application, the introduction of organic methods is reasonable in farms located in regions that are the most subjected to disease, namely Luganska, Odeska, Khersonska, Mykolaivska, Dnipropetrovska, Cherkaska, Zhytomyrska, Zakarpatska, Chernigovska and Kharkivska regions

Keywords: *ocrop, disease, winter wheat, infection, organic farm*

УДК 575.224:577.113:577.127

НОВІ ФОРМИ ТА СОРТИ РОСЛИН, ОТРИМАНІ ЗГІДНО З ОРИГІНАЛЬНОЮ ТЕХНОЛОГІЄЮ ПРИСКОРЕНОЇ СЕЛЕКЦІЇ

А. І. ПОТОПАЛЬСЬКИЙ, *кандидат медичних наук,*
доцент, професор Європейської академії проблем людини,
Заслужений винахідник України, директор ІОВНУ
та Благодійного фонду "Небодарний цілитель"
Інститут оздоровлення і відродження народів України,
Центр духовного відродження та оздоровлення людини і довкілля
Національного університету біоресурсів і природокористування України,
завідувач лабораторії модифікації структури біологічно активних речовин
Інститут молекулярної біології і генетики НАН України,
E-mail: potopalsky@imbg.org.ua
В.А. КАЦАН, *кандидат біологічних наук, науковий співробітник*
Інститут молекулярної біології і генетики НАН України
E-mail: val.katsan@gmail.com

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.009

Отримання сортів рослин, здатних мати належний рівень продуктивності в умовах зміни клімату і все зростаючого потужного техногенного навантаження на довкілля, є дуже актуальним для сьогодення. Для вирішення цієї проблеми вже недостатньо методів класичної селекції, тому дослідники все частіше вдаються до застосування генної інженерії та ДНК технологій, які теж мають недоліки й не дають можливості досягнути бажаного результату, коли поставлено за мету отримати сорт, стійкий до дії комплексу стресорів довкілля. В нашій лабораторії в результаті досліджень, які тривали упродовж кількох десятиліть, розроблено оригінальну технологію прискореної селекції, засновану на механізмах обміну генетичною інформацією, які існують у природі. Метою даної оглядової статті є аналіз та підсумки власних досліджень, присвячених отриманню нових форм рослин з підвищеним адаптаційним потенціалом за допомогою препаратів екзогенних ДНК (е-ДНК), виявлення закономірностей спадкових змін, індукованих у разі застосування препаратів е-ДНК з метою отримання селекційно цінних змін у рослин. Показано комплексний та спрямований характер таких змін та перспективність застосування е-ДНК для прискореного створення сучасних сортів сільськогосподарських, лікарських та декоративних рослин з підвищеним адаптаційним потенціалом. Пропонується гіпотетичний механізм дії е-ДНК на спадковість рослин.

Ключові слова: *екзогенні ДНК, алкілована ДНК, зміна спадкових ознак рослин, селекційно цінні ознаки, стійкість до стресорів, фітогормони, гомеотичні гени, гомеобокс-вмісні гени*

Актуальність. Зміни клімату і зростання техногенного навантаження на довкілля дуже негативно відбиваються на життєздатності та продуктивності рослин, значною мірою знижуючи їхню врожайність та якість врожаю, тому першочерговим

завданням селекціонерів сьогодення є створення сортів з підвищеним адаптаційним потенціалом, стійких до дії комплексу стресорів і здатних давати в таких умовах високі врожаї. У пошуках нових методичних підходів для вирішення цих завдань дослідники все частіше застосовують методи генної інженерії та сучасних ДНК технологій та вдосконалюють методи класичної селекції, але проблема отримання сучасних сортів, стійких водночас до комплексу стресорів довкілля, залишається відкритою.

Виникненню сучасних ДНК технологій передувало відкриття мутагенної дії ДНК та дослідження впливу е-ДНК на спадковість живих організмів. Відкриття мутагенної дії ДНК в дослідах на дрозофілі, вперше в світі здійснене геніальним українським генетиком М.Д. Тарнавським 80 років тому [1], стало найпершим експериментальним підтвердженням генетичної активності ДНК, передвістям найвидатніших відкриттів 20 століття та епохи молекулярної біології.

Впливу екзогенних ДНК (е-ДНК) на спадковість рослин із метою отримання корисних змін присвячені численні дослідження, які проводилися в 70-80-х роках минулого сторіччя в лабораторіях світу [2]. Ми дотримуємось думки, що можливості цього напрямку досліджень і в наш час вичерпані не до кінця, він потребує подальшого розвитку і, поряд із генною інженерією, може слугувати для вирішення найактуальніших проблем, які постають перед селекціонерами. У нашій лабораторії розроблено оригінальну технологію прискореної селекції, яка дала можливість отримати понад 40 нових форм рослин [2-4]. Наша технологія полягає у використанні препаратів геномної ДНК донорів на стадії проростання насіння реципієнтів, індивідуальному добиранню концентрації ДНК та інших умов інфільтрації насіння, застосуванню препаратів ДНК, алкілованих за допомогою трифункціонального алкілувального агента – тіофосфаміду (е-ДНК(т)), поєднанню дії е-ДНК з певними стресовими чинниками та відбору рослин із бажаними спадковими змінами впродовж багатьох поколінь. Однією з найважливіших властивостей нових форм рослин, отриманих за допомогою е-ДНК, є їхня підвищена адаптаційна здатність та продуктивність, [2, 3], що відкриває перспективи використання е-ДНК в рослинництві.

Мета. Аналіз та підсумки власних досліджень, завданням яких було отримання нових форм рослин з бажаними селекційно цінними ознаками за допомогою е-ДНК, виявлення закономірностей дії е-ДНК на спадковість рослин при застосуванні їх згідно з розробленою нами технологією, аналіз перспектив даного методу та побудова гіпотези про можливий механізм впливу е-ДНК на спадковість рослин.

Матеріали і методи. Для отримання нових форм рослин було використано насіння чистих ліній рослин кожного з обраних для дослідження сортів. Перед висівом насіння у ґрунт його пророщували та здійснювали його інфільтрацію розчинами препаратів геномної ДНК донора. Виділення ДНК та отримання препаратів ДНК, алкілованої тіофосфамідом, здійснювали згідно з методами, детальний опис яких наведено в наших попередніх роботах та в монографії [3]. Відбір рослин з бажаними ознаками здійснювали упродовж багатьох поколінь, також за дії стресових чинників.

Результати дослідження та їх обговорення

1. Зміни спадкових ознак у тютюну та томатів. Нові сорти томатів та картоплі. Гіпотеза про можливий механізм дії е-ДНК. Перші дослідження, здійснені А. І. Потопальським та Б. О. Левенком на культурі клітин тютюну, який мав делецію у ДНК хлоропластів, показали можливість корекції дефіцитного за хлорофілом фенотипу тютюну за допомогою препаратів ДНК тютюну дикого типу, і можуть бути свідчен-

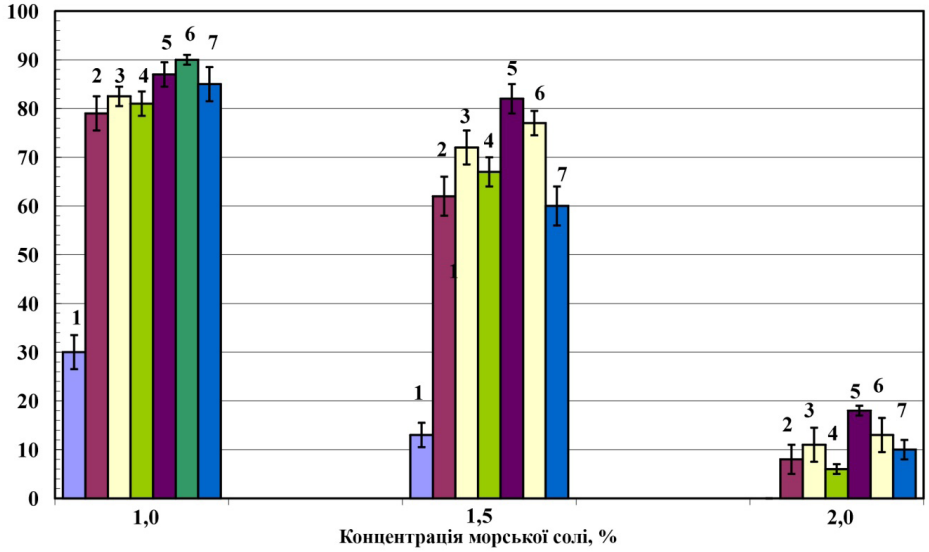


Рис. 1. Солестійкість нового сорту томатів Українські та окремих ліній при засоленні субстрату морською сіллю. Цифрами позначено: 1 – вихідний сорт Київський 139; 2 – сорт томатів Українські; 3 – лінія № 1; 4 – лінія № 2; 5 – лінія № 3; 6 – лінія № 4; 7 – лінія № 5

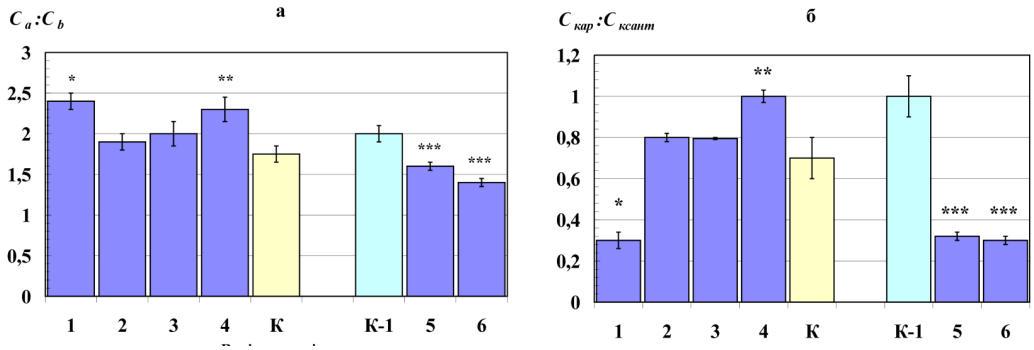


Рис. 2. Величина співвідношення вмісту хл а/хл в (Са : Св) – а та каротину і ксантофілів (Скар : Сксант) – б для стадії вигону квітконосної стрілки у листках рослин-трансформантів із поколінь Т2 та Т3.

Цифрами 1 – 4 на осі х позначені дані для листків рослин: 1,2 – із покоління Т3 після дії комплексним препаратом ДНК пасльону чорного солестійкого, pCAMVNEO та pTi8628 – 5-11-1к та 35-34-1к відповідно; 3,4 – із поколінь Т3 та Т2 відповідно від рослини № 73 (ДНК(т) pCAMVNEO; рослини 73-2-1к та 73-1к); 5 – для молодих листків рослини 5-11-1к; К і К-1 – вихідний сорт КР20 (зрілі та молоді листки відповідно); цифрою 6 позначено молоді листки рослини № 5 із Т1. Дані подано у вигляді M±m, n=10. Відмінність від контролю вірогідна при: * – P < 0,01, ** – P < 0,05, *** – P < 0,001

ням генетичної трансформації шляхом інсерції фрагмента ДНК донора [3].

На основі рослин чистої лінії сорту томатів Київський 139 за дії ДНК солестійкої форми пасльону чорного було отримано лінії солестійких томатів (рис. 1) та високоврожайний сорт солестійких томатів Українські [3] (А. с. України на сорт рослин № 08077; А. І. Потопальський, Л. Н. Юркевич). Набута солестійкість

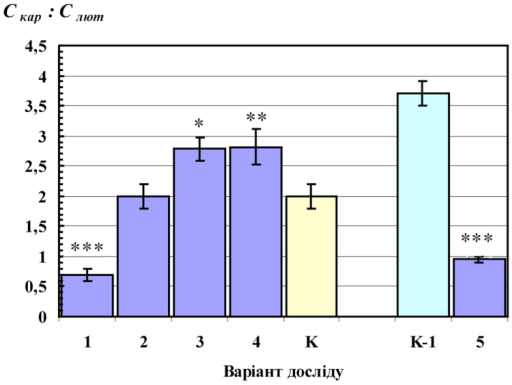


Рис. 3. Величина співвідношення вмісту каротину та лютеїну ($C_{кар}$:$C_{лют}$) для стадії вигону квітконосної стрілки (41-а доба) у листках рослин-трансформантів із поколінь T_2 та T_3.
Цифрами 1 – 4 на осі х позначені дані для листків рослин: 1,2 – із покоління T_3 після дії комплексним препаратом ДНК пасльону чорного солестійкого, *pCAMVNEO* та *pTi8628* – 5-11-1к та 35-34-1к відповідно; 3,4 – із поколінь T_3 та T_2 відповідно від рослини № 73 (ДНК(т) *pCAMVNEO;* рослини 73-2-1к та 73-1к); 5 – для молодих листків рослини 5-11-1к; К і К-1 – вихідний сорт КР20 (зрілі та молоді листки відповідно). Дані подано у вигляді M±m, n=10. Відмінність від контролю вірогідна при: * – P < 0,01, ** – P < 0,05, *** – P<0,001.

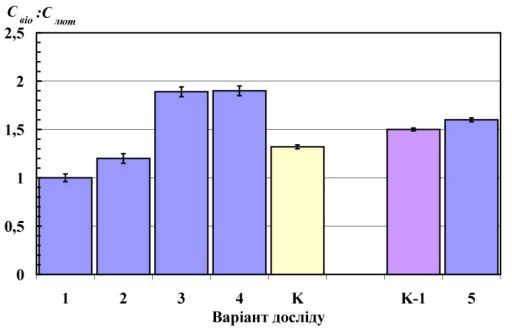


Рис. 4. Величина співвідношення вмісту віолаксантину та лютеїну ($C_{віо}$: $C_{лют}$) для стадії вигону квітконосної стрілки (41-а доба) у листках рослин-трансформантів із поколінь T_2 та T_3.
Цифрами 1 – 4 на осі х позначені дані для листків рослин: 1,2 – із покоління Т3 після дії комплексним препаратом ДНК пасльону чорного солестійкого, pCAMVNEO та pTi8628 – 5-11-1к та 35-34-1к відповідно; 3,4 – із поколінь Т3 та Т2 відповідно від рослини № 73 (ДНК(т) pCAMVNEO; рослини 73-2-1к та 73-1к); 5 – для молодих листків рослини 5-11-1к; К і К-1 – вихідний сорт КР20 (зрілі та молоді листки відповідно). Дані подано у вигляді M ± m, n = 10. Відмінність від контролю вірогідна при: *** – P < 0,001

томатів Українські значно вища, ніж у сортозразків ВІРу, є домінантною ознакою, на що вказує успадкування її при схрещуваннях томатами сорту Талаліхінський. Сорту притаманна багатоплідність (ознака донора ДНК), наявність білків, властивих солестійкому пасльону, та білків, яких не було ні в донора, ні в реципієнта [3].

Використання е-ДНК дало можливість отримати також перспективний сорт картоплі Дзвін [3] (А. с. України на сорт рослин № 1103; А. І. Потопальський, М. С. Литовченко, С. Х. Сігачова, А. С. Мисловська, М. А. Піка).

ДНК солестійкої форми пасльону виявилася ефективною також для отримання перспективних форм та ліній тютюну [2, 3]. За допомогою е-ДНК пасльону чорного солестійкого та плазмід (*pCAMVNEO*, *pTi 8628*) у тютюну сорту Крупнолистный 20, крім солестійкості, було індуковано спадкові зміни за вмістом хлорофілів та каротиноїдів упродовж розвитку (рис. 2-4), часом настання старіння фотосинтетичних тканин. Спадкові зміни співвідношення вмісту окремих груп пігментів фотосинтезу, зокрема хлорофілів *а* та *в*,

Рис. 5. Успадковування "дикого" зеленого фенотипу (збереження хлорофілів до завершення розвитку) в рослин тютюну після інфільтрації проростаючого насіння жовтолистого сорту КР20 розчинами препаратів е-ДНК(т): контроль, сорт КР20 – праворуч, посередині та ліворуч – T_2 від рослини № 113 (е-ДНК(т) пасльону чорного солестійкого та від рослини № 73 (е-ДНК(т) *pCAMVNEO* відповідно

віолаксантину та лютеїну [2-4], можуть бути свідченням адаптаційних перебудов у фотосистемах, які зазвичай індукуються при зміні умов освітлення.

Збереження хлорофілів у листках до завершення розвитку (рис. 5) є корисною ознакою, яка сприяє більшому накопиченню корисних речовин, котрі обумовлюють якість сировини; швидке руйнування хлорофілів у зрілих листках при завершенні розвитку є також корисною ознакою, що забезпечує бажаний колір сировини високої якості [3].

Новим формам рослин тютюну були притаманні також ранні терміни зацвітання, зміни забарвлення квітів, морфології листків, втрата апікального домінування та здатність утворювати значну кількість бічних пагонів. Отримані безалкалоїдні форми тютюну можуть бути використані як лікарські рослини [3].

Результати досліджень, проведених на тютюні, послужили також базою для гіпотези про можливість впливу е-ДНК на системи регуляції геному, відповідальні за адаптацію до змін у довкіллі. Впливом е-ДНК на гени, які кодують ключові компоненти таких сигнальних сіток, можна було б пояснити плейотропний характер багатьох змін, отримуваних за допомогою е-ДНК [2-4].

Запропонована нами гіпотеза узгоджується з гіпотезою, раніше запропонованою Ю. М. Алєксандровим та С. М. Гершензоном про активізацію переміщень мобільних генетичних елементів (МГЕ) як основний механізм дії е-ДНК на геном господаря, оскільки відомо, що активізація транспозонів є основою одного з механізмів адаптації (Л. З. Кайданов, 1979 – згідно з [2, 3]).

2. Мутації, отримані за допомогою е-ДНК у жита. Новий сорт жита, який став Державним стандартом для тетраплоїдів. Міжродові гібриди та перспективні форми інших злакових. На диплоїдному озимому житі Житомирське за допомогою е-ДНК рослинного та тваринного походження було отримано 16 мутацій, в тому числі

1. Частота появи рослин з ярим типом розвитку в поколінні T_1 після дії е-ДНК та е-ДНК(т) на проростаюче насіння озимого жита сорту Житомирське

Варіант досліду	Ярих рослин, %	Варіант досліду	Ярих рослин, %
	M0±m		M0±m
Контроль (дистильована вода)	**2,00±1,16**	**Той же**	
ДНК із тимусу теляти, 100-400 мкг/мл	14,37±2,25***	ДНК(т) із тімусу теляти, 100-200 мкг/мл	8,26±2,50*
ДНК людини, 100-400 мкг/мл	14,77±2,37***	ДНК(т) людини, 100-200 мкг/мл	12,50±4,41*
ДНК гороху, 100-200 мкг/мл	10,56±2,77***	ДНК(т) гороху, 100 мкг/мл	5,87±2,89
ДНК пирію, 100-200 мкг/мл	10,80±2,33***	ДНК(т) пирію, 100-200 мкг/мл	3,44±1,41
ДНК нетреби колючої, 100-300 мкг/мл	8,19±2,01**	ДНК(т) нетреби колючої, 100-300 мкг/мл	2,00±1,45
ДНК щириці, 100-200 мкг/мл	9,62±2,87**	ДНК(т) щириці, 100-200 мкг/мл	4,28±1,71
ДНК топінамбуру, 100-300 мкг/мл	7,82±2,08**	ДНК(т) топінамбуру, 100-300 мкг/мл	6,34±1,83*

Примітка. Відмінність від контролю достовірна при: * – P=0,05; ** – P=0,01; *** – P=0,001

2. Вплив препаратів екзогенних ДНК на довжину головного стебла (% від контролю) жита сорту Житомирське в T_1(1) та в T_2 (2)

Препарат ДНК		е-ДНК				е-ДНК(т)		
		100 мкг/мл	200 мкг/мл	300 мкг/мл	400 мкг/мл	100 мкг/мл	200 мкг/мл	400 мкг/мл
тимусу	1	90,1±2,5 ***	81,2±2,8 ***	83,6±3,0 ***	82,0±1,7***	78,5±4,6 ***	90,7±3,8***	-
	2	93,1±3,2	80,4±3,5 **	86,2±5,1 *	82,2±5,9	83,0±3,7 **	81,8±3,9**	
людини	1	100,1±2,2	100,8±4,0	100,0±2,9	91,4±2,4*	100,8±2,9	91,3±2,4**	-
	2	92,6±4,6	105,4±3,2	89,5±4,7	85,9±2,3*	88,7±6,4	90,5±6,0	-
кукуру-	1	90,8±2,7 **	91,1±2,4 ***	-	84,8±3,9***	100,2±2,0	91,4±1,9***	56,8±4,9***
	2	98,3±5,3	99,1±2,4	-	80,4±3,5***	86,5±4,8	82,3±1,7***	61,1±2,9***
щириці	1	91,8±4,5 **	92,0±3,3 **	-	-	92,4±3,3 ***	92,3±2,8***	-
	2	84,3±4,9 ***	74,8±4,3 ***	-	-	83,8±4,1 *	90,1±2,4*	-
люпину	1	100,5±2,2	-	-	-	101,4±1,3	-	-
	2	100,8±2,1	-	-	-	92,2±3,1	-	-
контроль	1	108,98±1,78 см – 100%						
	2	131,5±3,80 см – 100 %						

Примітка: Відмінність від контролю вірогідна при: * – P ≥ 0,1; ** – P ≥ 0,01; *** – P ≥ 0,001.

селекційно цінних [3]. Серед них перш за все заслуговують на увагу нові форми ярих рослин, отримані з озимих (табл .1), та стійкі до вилягання короткостеблові форми жита (табл. 2, рис. 6).

Відомо, що механізми адаптації до низьких температур у зернових пов'язані з наявністю гомеотичних MADS бокс-вмісних генів озимості-ярості, які здатні переходити до іншого алельного стану [5]. Зокрема, необхідний для набуття ознаки ярості перехід *vrn-1*→*VRN-1* відбувається за делеції чи інерції в зоні промотора (в районі CArG-боксу) або делеції послідовності завдовжки 440 п. н. в першому інтроні, що унеможливлює приєднання репресорів флорального розвитку, дія яких усувається яровизацією. Озимість та ярість

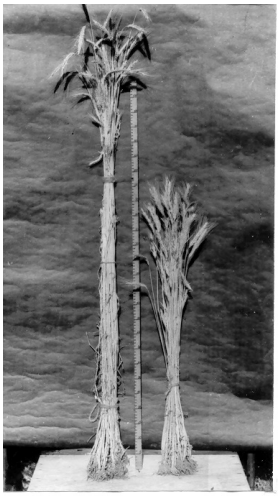


Рис. 6. Короткостеблова форма жита (праворуч), отримана після дії е– ДНК(т) кукурудзи на жито сорту Житомирське

контролюються також домінантними та рецесивними алелями гена VRN-2, що є репресором флорального розвитку,та іншими активаторами та репресорами переходу до цвітіння, гени яких теж належать до родини MADS боксу, і які прямо чи опосередковано впливають на експресію генів VRN-1 (згідно з [3]). В нашому дослідженні можливий алельний перехід гена *vrn-1*→*VRN-1* або гена *VRN-2*→ *vrn-2*. Морфологічні зміни, отримані у жита водночас із набуттям ознаки ярості, можуть бути пов'язаними з мутаціями гомеотичних генів іншого класу – гомеобокс-вмісних, які є універсальними регуляторами процесів морфогенезу в рослинному та тваринному світі [6].

Головними факторами, які регулюють довжину стебла та меживузоль, є рівень біологічно активних гіберелінів у провідних тканинах та чутливості до них [7,8]. Висота рослин та ознаки, від яких залежить врожайність, у зернових детермінуються комплексом гіберелінів, брасіностероїдів та цитокінінів [9]. Рівень фітогормонів у рослинних тканинах контролюється сигналами від програми розвитку та від довкілля, підполягає регуляції гомеобоксними генами [10-12]. Ініціювання та розвиток додаткових органів (стебел, пагонів, галуження квітконосного стебла, осі суцвіття, розділення листкової пластинки на сегменти, тощо), вміст хлорофілів, поява антоціанових пігментів також регулюється гомеобоксними генами [13-17]. Вага зерен, зокрема в пшениці, контролюється геном-модулятором, який може мати плейотропну дію на довжину стебла [18]. Отже, в отриманих нових форм жита може бути зміненим рівень фітогормонів у тканинах як наслідок змін у найважливішій ланці його регуляції за участю гомеобокс-вмісних генів.

Отримана нами ознака короткостебловості в диплоїдного озимого жита сорту Житомирське успадковувалася згідно Менделю як домінантний моногенний фактор, зменшення довжини стебла відбувалося за рахунок зменшення довжини всіх меживузоль [3]. Водночас спостерігали ознаки, пов'язані із продуктивністю жита: галуження стебла та колосу – в поколінні T_2; домінантну мутацію триквітковості жита, яка дає збільшення зерна з колосу на 65 % – в поколіннях T_3-T_4 рослин при застосуванні е-ДНК(т) [3]. Загалом найефективнішою для посилення формотворчого процесу в жита виявилася інфільтрація колосків до запилення е-ДНК(т) дводольної рослини з наступним запиленням сумішшю власного та чужого пилку.

Об'єктом для досліджень впливу е-ДНК стало також тетраплоїдне жито. Сорт тетраплоїдного жита Славутич М-1 створено за обробки насіння жита Славутич, отриманого раніше у нашій лабораторії С. Г. Машталер, е-ДНК(т) пирію. Тетраплоїдне яре жито сорту Світанок було отримано за обробки насіння сорту Ленінградське тетраплоїдне е-ДНК(т) рослинного походження. Результатом багаторічної праці став сорт тетраплоїдного жита Древлянське (А.с. № 248808; А. І. Потопальський, Л. Н. Юркевич, М. П. Литовченко [3]), яке визнане в Україні Державним стандартом для його тетраплоїдних сортів [3]. Жито Древлянське отримано на основі рослин тетраплоїдного сорту Белта за дії препаратів е-ДНК тваринного походження з наступним добором на збіднених азотом ґрунтах.

За допомогою е-ДНК темнозернистої кукурудзи на основі рослин жита сорту Житомирське було створено нову форму озимого жита – Житнях, якому притаманні високий адаптаційний потенціал, невибагливість до ґрунтів, стійкість до кореневої гнилі, борошнистої роси та плісняви; засухо- та зимостійкість [3]. Іншим прикладом міжродового гібрида є ячмінь сорту Кучмінь, створений за дії е-ДНК(т) кукурудзи з чорним зерном на ярий ячмінь сорту Подільський-14 та наступним інди-

відуальним добором на збіднених азотом ґрунтах високопродуктивних рослин, стійких до хвороб та інших стресорів довкілля. Високобілковий молекулярний озимий гібрид пшениці та жита – Пашницю створено за обробки насіння рослин високоврожайної лінії пшениці Асоціативна остиста нашої селекції е-ДНК(т) тетраплоїдного жита сорту Древлянське з наступним покращуючим добором на збіднених азотом ґрунтах [3].

Застосування нашої технології дало можливість отримати також скоростиглий сорт цукрової кукурудзи Делікатесна; високоврожайний, стійкий до вилягання, дії комплексу стресорів довкілля та здатний давати високі врожаї на збіднених азотом ґрунтах сорт вівса Незламний, пшеницю інтенсивного типу Асоціативну-1, сорго Солестійке, просо Поліське піщане, тощо. Сорт вівса Незламний створено за дії на зерно вівса сорту Льговський е-ДНК(т) очерету з наступним селекційним добором високоврожайних форм на збіднених азотом та засолених ґрунтах. Сорт пшениці Асоціативна-1 отримано за дії препаратів е-ДНК(т) рослинного походження на насіння пшениці Асоціативна остиста з наступним покращуючим добором рослин на збіднених азотом ґрунтах. Сорт проса Поліське піщане, якому притаманні збільшення рівня асоціативної азотфіксації, високий вміст білка, його альбумінових фракцій, незамінних амінокислот – лізину, метіоніну та здатність давати високі врожаї на бідних на азот ґрунтах, був отриманий за обробки насіння проса сорту Янтарне препаратами е-ДНК(т) диких злаків та завдяки наступному добору найбільш перспективних рослин на збіднених азотом ґрунтах [3].

Принциповою новизною одержаних за новою біотехнологією злаків є їх здатність до асоціативної фіксації атмосферного азоту завдяки цій властивості, переданій від дикорослих злаків (пирію, очерету, арундо донакс, тощо). Подальший розвиток цього напрямку досліджень і впровадження його в практику є дуже перспективним, оскільки дає можливість звільнитися від азотних добрив, дороговартісних і шкідливих для довкілля. Створення сортів злаків, здатних до ефективної фіксації атмосферного азоту за допомогою діазотрофів, асоційованих з кореневою системою рослин, є першочерговою задачею планетарного масштабу, зокрема, у США на такі дослідження виділяється фінансування, яке перевищує сумарні витрати на космічну тематику.

3. Отримання перспективних форм лікарських, декоративних та кормових рослин. За допомогою е-ДНК отримано багато нових форм рослин –лікарських, декоративних та багатоцільового призначення. Поміж ними – захищені авторськими свідоцтвами сорт ехінацеї пурпурової Поліська красуня (А. с. України на сорт рослин № 07012; А. І. Потопальський, Л. Н. Юркевич) та сорт гарбузів кавбуз Здоровʼяга (А. с. України на сорт рослин № 05119; А. І. Потопальський), який має морфологічні ознаки гарбуза та кавуна, є лікарською рослиною та цінним дієтичним овочем [3,19]; безалкалоїдні форми люпину та створені на їх основі сорт люпину жовтого (Lupinus luteus) Індустріальний, захищений авторським свідоцтвом (автор – А. І. Потопальський), та сорт люпину багаторічного (Lupinus polyphyllus Lindl.) Поліська веселка.

Ехінацея сорту Поліська красуня була отримана за дії препарату ДНК(т) ромашки звичайної на насіння рослини ехінацеї пурпурової, акліматизованої в Україні. Сорт Поліська красуня відзначається підвищеною продуктивністю за біомасою, вмістом біологічно активних сполук, більш морозостійкий та посухостійкий, раніше починає вегетацію та зацвітає; імуностимулююча та протипухлинна дія у рослин цього сорту на 20 % вища, ніж у вихідної форми [3].

Кавбуз Здоров'яга було отримано за дії е-ДНК(т) кавуна на насіння гарбуза. Виявлено відмінності у складі нуклеотидів геномної ДНК кавбуза Здоров'яга, який є міжродовим гібридом кавуна (*Citrullus lanatus)* та гарбуза великоплідного (*Cucurbita maxima)*, порівняно з донором та реципієнтом ДНК, а також складу білків та цукрів [3].

На даний час показана перспективність використання кавбуза Здоров'яга в селекційному процесі для збагачення генофонду гарбузів при отриманні їх нових сортів методом віддаленої гібридизації [20]. За зовнішнім видом Кавбуз Здоров'яга є *Cucurbita maxima* з поліпшеними, селекційно цінними ознаками: смугасто-зеленим та оранжевим кольором плодів, відсутністю під корою зеленого шару клітин, що є сприятливим для використання в якості сировини у переробній промисловості, та значно підвищеним вмістом корисних речовин (цукрів, пектину, каротину, вітаміну С).

Кавбуз Здоров'яга був використаний як одна із вихідних батьківських форм в удосконаленій схемі селекційного процесу, розробленій в Інституті південного овочівництва і баштанництва УААН (Херсон). Понад 10 років тому вперше була підтверджена важлива очікувана властивість отриманого за новою технологією гібрида кавуна і гарбуза передавати свої властивості нащадкам також за класичної міжвидової гібридизації. За схрещування з Кавбузом Здоров'яга були отримані прості, подвійні та потрійні міжвидові фертильні гібриди, що є новим, розробленим Інститутом південного овочівництва і баштанництва УААН способом збагачення генофонду всіх гарбузів – учасників схрещування [20]. Новий спосіб збагачення генофонду гарбузів захищений патентом України [21]. Використання цієї методики дало можливість отримати нові, перспективні для подальшого селекційного процесу форми міжвидових гібридів гарбузів та скоростиглий сорт великоплідних гарбузів Універсал універсального призначення, який поєднав у собі комплекс корисних ознак, успадкованих від Кавбуза та нових, отриманих завдяки гібридизації [21,22]. Сорту Універсал (Кавбуз х Волжская серая) притаманні рожево-червоний колір плодів, близький до оранжевого кольору м'якоті, відсутність під корою зеленого шару клітин, велике та середнє насіння сріблясто-білого кольору з тонкою оболонкою, високий вміст каротину (13-15 мг %) та пектинових речовин (до 10 % на суху речовину); також корисна маркерна ознака – яскраво жовтий колір плодоніжок жіночих квіток, що суттєво полегшує ведення насінництва даного сорту; протягом перших 7-10 днів на рослинах зацвітають тільки жіночі квітки, що є ознакою, корисною для отримання гетерозисних гібридів [22].

Висновки. Однією з найважливіших властивостей нових форм рослин, отриманих за допомогою е-ДНК, є їхня підвищена адаптаційна здатність та продуктивність. Показано комплексний і спрямований характер змін, отримуваних у рослин за допомогою е-ДНК, та перспективність використання е-ДНК згідно з розробленою нами технологією для отримання нових форм і сортів рослин – сільськогосподарських, лікарських, декоративних та багатоцільового призначення.

Аналіз численних змін, отриманих на різних рослинах, дає можливість зробити припущення, що екзогенні ДНК впливають на системи регуляції геному, відповідальні за адаптацію до змін у довкіллі. Оскільки отримані нами зміни ідентичні таким, які обумовлюються відомими мутаціями гомеотичних генів, а також змінами в регуляції їх експресії, дуже ймовірно, що мішенями дії е-ДНК можуть бути саме гомеотичні гени, які належать до MADS-боксу та гомеобоксу, кодують фактори транскрипції та контролюють проход-

ження окремих етапів програми розвитку, ідентичність тканин та органів, форму органів, а також гени стресового сигналінгу, які модулюють розвиток тканин та органів залежно від умов довкілля. Серед гомеотичних генів особливої уваги заслуговують гомеобокс-вмісні як найбільш численні [6; 13-17] та такі, які пов'язані з відповідями на різноманітні стресори [23-25]. Заслуговує на увагу, що найперша з мутацій, отримана за допомогою е-ДНК на дрозофілі М. Д. Тарнавським, є гомеотичною [1]. Показана універсальність використання нашої технології також для отримання корисних спадкових змін у комах, риб та теплокровних тварин.

Література

1. Голда Д.М., Потопальський А.І., Кацан В.А. Листи у Вічність українського генетика Миколи Тарнавського. Фізика живого. 2008. Т.16, № 2. С.191–197.
2. Katsan V.A., Potopalsky A.I. Exogenous DNAs may influence plant adaptation reactions to changed environment. Biopolym. Cell. 2006. Vol. 22, Issue 4. P. 307–316.
3. Кацан В.А., Потопальський А.І. Особливості дії препаратів екзогенних ДНК при отриманні нових форм тютюну: монографія. Київ: Колобіг, 2007. 76 с.
4. Кацан В.А., Потопальський А.І. Зміни співвідношення вмісту деяких пігментів фотосинтезу, індуковані в Nicotiana tabacum L. екзогенними ДНК. Укр. біохім. журн. 2006. Т. 78, № 5. С. 70–80.
5. Kippes N., Chen A., Zhang X., Lukaszewski A.J., Dubcovsky J. Development and characterization of a spring hexaploid wheat line with no functional VRN2 genes. Theor. Appl. Genet. 2016. Vol. 129, Issue 7. P. 1417–1428.
6. Mukherjee K., Brocchieri L., Bürglin T.R. A comprehensive classifica-tion and evolutionary analysis of plant homeobox genes. Mol. Biol. Evol. 2009. Vol. 26, Issue 12. P. 2775–2794.
7. Davière J.M., Wild M., Regnault T., Baumberger N., Eisler H., Genschik P., Achard P. Class I TCP-DELLA interactions in inflorescence shoot apex determine plant height. Curr. Biol. 2014. Vol. 24, Issue 16. P.1923–1928.
8. Zhang Y., Ni Z., Yao Y., Nie X., Sun Q. Gibberellins and heterosis of plant height in wheat (Triticum aestivum L.) BMC Genet. 2007. 8:40. Available at: https://bmcgenet.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1471-2156-8-40.
9. Sakamoto T. Phytohormones and rice crop yield: strategies and opportunities for genetic improvement. Transgenic Res. -2006. Vol. 15, Issue 4. P. 399-404.
10. Stavang J.A., Lindgard B., Erntsen A., Lid S.E., Moe R., Olsen J.E. Thermoperiodic stem elongation involves transcriptional regulation of gibberellin deactivation in pea. Plant Physiol. 2005. Vol. 138, Issue 4. P. 2344 –2353.
11. Shimizu R., Ji J., Kelsey E., Ohtsu K., Schnable P.S., Scanlon M.J. Tissue specificity and evolution of meristematic WOX3 function. Plant Physiol. 2009. Vol. 149, Issue 2. P. 841 – 850.
12. Rosin F.M., Hart J.K., Horner H.T., Davies P.J., Hannapel D.J. Overexpression of a knotted–like homeobox gene of potato alters vegetative development by decreasing gibberellin accumulation. Plant Physiol. 2003. Vol. 132, Issue 1. P. 106–117.
13. Hay A., Tsiantis M. KNOX genes: versatile regulators of plant development and diversity. Development. 2010. Vol. 137, Issue 19. P. 3153–3165.
14. Lian G., Ding Z., Wang Q., Zhang D., Xu J. Origins and evolution of WUSCHEL-related homeobox protein family in plant kingdom. The Scientific World Journal. 2014:534140. Available at: https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/534140.
15. Sicard A., Thamm A., Marona C., Lee Y.W., Wahl V., Stinchcombe J.R., Wright S.I., Kappel C., Lenhard M. Repeated evolutionary changes of leaf morphology caused by mutations to a homeobox gene. Curr. Biol. 2014. Vol.24, Issue 16. P. 1880–1886.
16. Liu M., Lei L., Miao F., Powers C., Zhang X., Deng J., Tadege M., Carver B.F., Yan L. The STENOFOLIA gene from Medicago alters leaf width, flowering time and chlorophyll content in transgenic wheat. Plant Biotechnol. J. 2018. Vol. 16, Issue 1. P. 186-196.
17. Alvarez J.M., Bueno N., Cañas R.A., Avila C., Cánovas F.M., Ordás R.J. Analysis of the WUSCHEL-RELATED HOMEOBOX gene family in Pinus pinaster: New insights into the gene family evolution. Plant Physiol Biochem. 2018. Vol. 123. P. 304–318.

18. Röder M.S., Huang X.Q., Börner A. Fine mapping of the region on wheat chromosome 7D controlling grain weight. Funct. Integr. Genomic. 2008. Vol. 8, Issue 1. P. 79–86.
19. Потопальський А.І., Юркевич Л.Н., Воробйова І.І. Кавбуз – найбільша у світі цілюща ягода: монографія. Вінниця : Нова книга, 2004. 80с.
20. Діденко В.П., Діденко Т.В., Холодняк О.Г. Методика збагачення генофонду гарбузів методом віддаленої гібридизації. Херсон: Айлант, 2010. 8 с.
21. Діденко В.П., Діденко Т.В. Спосіб збагачення генофонду гарбузів: Патент України на корисну модель 28808, МПК (2006) А01Н 1/04; заявл. 20.07.2007, опубл. 25.12.2007.
22. Діденко В.П., Діденко Т.В. Спосіб створення скоростиглого сорту Універсал великоплідних гарбузів (C.maxima) універсального призначення: патент України на корисну модель 56573, МПК (2011.01) А01Н 1/04, А01Н 5/00; заявл. 06.04.2010, опубл. 25.01.2011, Бюл. № 2.
23. Zhao P., Cui R., Xu P., Wu J., Mao J.L., Chen Y., Zhou C.Z., Yu L.H., Xiang C.B. ATHB17 enhances stress tolerance by coordinating photosynthesis associated nuclear gene and ATSIG5 expression in response to abiotic stress. Sci. Rep. 2017. 7:45492. Available at: https://www.nature.com/articles/srep45492.pdf.
24. Yue H., Shu D., Wang M., Xing G., Zhan H., Du X., Song W., Nie X. Genome-Wide Identification and Expression Analysis of the HD-Zip Gene Family in Wheat (Triticum aestivum L.I). Genes (Basel). 2018. 9(2):70. Available at: http://www.mdpi.com/2073-4425/9/2/70.
25. Singh A., Roy S., Singh S., Das S.S., Gautam V., Yadav S., Kumar A., Singh A., Sukanya S., Sarkar A.K. Phytohormonal crosstalk modulates the expression of miR166/165s, target Class III HD-ZIPs, and KANADI genes during root growth in Arabidopsis thaliana. Sci. Rep. 2017. 7(1):3408. Available at: https://www.nature.com/articles/s41598-017-03632-w.pdf.

References

1. Golda, D.M., Potopalsky, A.I., & Katsan, V.A. (2008). The Letters to the Eternity of the ukrainian geneticist Mykola Tarnavsky. Physics Alive, 16 (2), 191–197.
2. Katsan, V.A., & Potopalsky, A.I. (2006). Exogenous DNAs may influence plant adaptation reactions to changed environment. Biopolym. Cell, 22 (4), 307–316.
3. Katsan, V.A., & Potopalsky, A.I. (2007). Osoblyvosti dii preparativ ekzogennykh DNK pry otrymanni novykh form tiutiunu. [Peculiarities of the action of the exogenous DNAs preparations while obtaining on the new forms of tobacco plants]. Kyiv: Kolobig, 176.
4. Katsan, V.A., & Potopalsky, A.I. (2006). The changes of the ratio content of some photosynthetic pigments induced in Nicotiana tabacum L. by exogenous DNAs. Ukr. Biochem. J., 78 (5), 70–80.
5. Kippes, N., Chen, A., Zhang, X., Lukaszewski, A.J., & Dubcovsky, J. (2016). Development and characterization of a spring hexaploid wheat line with no functional VRN2 genes Theor. Appl. Genet., 129 (7), 1417–1428.
6. Mukherjee, K., Brocchieri, L., & Bürglin, T.R. (2009). A comprehensive classification and evolutionary analysis of plant homeobox genes. Mol. Biol. Evol., 26 (12), 2775–2794.
7. Davière, J.M., Wild, M., Regnault, T., Baumberger, N., Eisler, H., Genschik, P. & Achard, P. (2014). Class I TCP-DELLA interactions in inflorescence shoot apex determine plant height. Curr. Biol., 24 (16), 1923–1928.
8. Zhang, Y., Ni, Z., Yao, Y., Nie, X., & Sun, Q. (2007). Gibberellins and heterosis of plant height in wheat (Triticum aestivum L.). BMC Genet. 8:40. Available at: https://bmcgenet.biomedcentral.com/track/pdf/10.1186/1471-2156-8-40.
9. Sakamoto, T. (2006). Phytohormones and rice crop yield: strategies and opportunities for genetic improvement. Transgenic Res., 15 (4), 399-404.
10. Stavang, J.A., Lindgard, B., Erntsen, A., Lid, S.E., Moe, R., & Olsen, J.E. (2005). Thermoperiodic stem elongation involves transcriptional regulation of gibberellin deactivation in pea. Plant Physiol., 138 (4), 2344 –2353.
11. Shimizu, R., Ji, J., Kelsey, E., Ohtsu K., Schnable, P.S., & Scanlon, M.J. (2009). Tissue specificity and evolution of meristematic WOX3 function. Plant Physiol., 149 (2), 841 – 850.
12. Rosin, F.M., Hart, J.K., Horner, H.T., Davies, P.J., & Hannapel, D.J. (2003). Overexpression of a knotted–like homeobox gene of potato alters vegetative development by decreasing gibberellin accumulation. Plant Physiol., 132 (1), 106–117.

13. Hay, A., & Tsiantis, M. (2010). KNOX genes: versatile regulators of plant development and diversity. Development, 137 (19), 3153–3165.
14. Lian, G., Ding, Z., Wang, Q., Zhang, D., & Xu, J. Origins and evolution of WUSCHEL-related homeobox protein family in plant kingdom. The Scientific World Journal. 2014:534140. Available at: https://www.hindawi.com/journals/tswj/2014/534140.
15. Sicard, A., Thamm, A., Marona, C., Lee, Y.W., Wahl, V., Stinchcombe, J.R., Wright, S.I., Kappel, C., & Lenhard, M. (2014.). Repeated evolutionary changes of leaf morphology caused by mutations to a homeobox gene. Curr. Biol., 24 (16), 1880–1886.
16. Liu, M., Miao, F., Powers, C., Zhang, X., Deng, J., Tadege, M., Carver, B.F., & Yan, L. (2018). The STENOFOLIA gene from Medicago alters leaf width, flowering time and chlorophyll content in transgenic wheat. Plant Biotechnol. J., 16 (1), 186-196.
17. Alvarez, J.M., Bueno, N., Cañas, R.A., Avila, C., Cánovas, F.M., & Ordás, R.J. (2018). Analysis of the WUSCHEL-RELATED HOMEOBOX gene family in Pinus pinaster: New insights into the gene family evolution. Plant Physiol Biochem., 123, 304–318.
18. Röder M.S., (2008). Fine mapping of the region on wheat chromosome 7D controlling grain weight. Funct. Integr. Genomic, 8 (1), 79–86.
19. Potopalsky, A.I., Yurkevych, L.N., & Vorobiova, I.I. (2004). Kavbuz – naibilsha v sviti tsiliuscha yagoda [Kavbuz – the largest in the world healing berry]. Vinnytsia : Nova knyga, 80.
20. Didenko, V.P., Didenko, T.V., & Kholodniak, O.G. Metodyka zbagachennia genofondu garbuziv metodom viddalenoi hibridizatsii [The technique of enrichment of the pumpkins gene pool by the method of distant hybridization]. Kherson: Ailant, 2010, 8.
21. Didenko, V.P., & Didenko, T.V. (2007). Sposib zbagachennia genofondu garbuziv [The method of enrichment of the pumpkins gene pool]. The patent of Ukraine for the useful model 28808, IPC (2006) A01H 1/04; declared 20.07.2007, published 25.12.2007.
22. Didenko, V.P. & Didenko, T.V. (2010). Sposib stvorennia skorostyglogo sortu Universal velykoplidnykh garbuziv (C. maxima) universalnogo pryznachennia [The method of obtaining of precocious cultivar Universal of the large-fruited pumpkins (C. maxima) having universal use]. The patent of Ukraine for the useful model 56573, IPC (2011.01) A01H 1/04, A01H 5/00; declared 06.04.2010, published 25.01.2011, № 2.
23. Zhao, P., Cui, R., Xu, P., Wu, J., Mao, J.L., Chen, Y., Zhou, C.Z., Yu, L.H., & Xiang, C.B. (2017). ATHB17 enhances stress tolerance by coordinating photosynthesis associated nuclear gene and ATSIG5 expression in response to abiotic stress. Sci. Rep., 7:45492. Available at: https://www.nature.com/articles/srep45492.pdf.
24. Yue, H., Shu, D., Wang, M., Xing, G., Zhan, H., Du, X., Song, W., & Nie, X. (2018). Genome-Wide Identification and Expression Analysis of the HD-Zip Gene Family in Wheat (Triticum aestivum L.). Genes (Basel). 9(2):70. Available at: http://www.mdpi.com/2073-4425/9/2/70.
25. Singh, A., Roy S., Singh, S., Das, S.S., Gautam, V., Yadav, S., Kumar, A., Singh, A., Sukanya, S., & Sarkar A.K. (2017). Phytohormonal crosstalk modulates the expression of miR166/165s, target Class III HD-ZIPs, and KANADI genes during root growth in Arabidopsis thaliana. Sci. Rep., 7(1):3408. Available at: https://www.nature.com/articles/s41598-017-03632-w.pdf.

SUMMARY

A. Potopalsky, V. Katsan. *New forms and cultivars of the plants, obtaining by the original techlology of accelerated selection// Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.72–84. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.009*

At present obtaining of the plants cultivars, possessing the high level productivity in the changed climate and the expansion of the potent man-caused influence on the environment is very significant. The methods of the classic selection are not sufficient for the solution of this problem, and the researchers employ further and further to the gene engineering and DNA technologies, having also disadvantages and not enable to reach the desirable result, when the aim is the obtaining of the cultivar to be resistant to the complex of environmental stressors. The original technology of accelerated selection, to be found on the natural mechanisms of the genetic information changing, are elaborated in our laboratory as the result of the investigations, that proceeded for some decades. The aim of the present review is the analysis and the make of resumes of own investigations, dedicated to the obtaining of the new forms of the plants, possessing of heightened adaptability, by exogenous DNAs (e-DNAs) preparations, discovery of the regularities of hereditary changes, induced by the using

of the e-DNAs preparations to obtain the selective important changes in the plants. It is shown the complex and directed character of such changes and the prospects of the using of e-DNAs for the accelerated obtaining of the modern cultivars of agricultural, medicinal and ornamental plants, possessing the increased adaptability. The hypothetical mechanism of e-DNAs action on the plant heredity is proposed.

Keywords: *exogenous DNAs, alkylated DNAs, changes of plants hereditary features, selective important features, resistance to the stressors, phytohormones, homeotic genes, homeobox genes*

АННОТАЦИЯ

А. И. Потопальский, В. А.Кацан. *Новые формы и сорта растений, полученные согласно с оригинальной технологией ускоренной селекции // Биоресурсы и природопользование. – 2018. –* ***10****, №3–4. – С.72–84. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.009*

Получение сортов растений, обладающих надлежащим уровнем продуктивности в условиях изменения климата и все возрастающей мощной технологической нагрузки на окружающую среду – одна из наиболее актуальных задач нашего времени. Для решения этой проблемы уже недостаточно методов классической селекции, поэтому исследователи все чаще обращаются к генной инженерии и ДНК технологиям, которые тоже имеют недостатки и не дают возможности добиться желаемого результата, когда ставится цель получить сорт, обладающий устойчивостью к комплексу стрессоров окружающей среды. В нашей лаборатории в результате исследований, которые продолжались несколько десятилетий, разработано оригинальную технологию ускоренной селекции, в основе которой лежат механизмы обмена генетической информацией, существующие в природе. Цель данной обзорной статьи – анализ и подведение итогов собственных исследований, посвященных получению новых форм растений, обладающих повышенным адаптационным потенциалом, при помощи препаратов экзогенных ДНК (э-ДНК), выявление закономерностей наследственных изменений, индуцированных при использовании препаратов э-ДНК с целью получения селекционно ценных изменений у растений. Показан комплексный и направленный характер таких изменений и перспективность применения э-ДНК для ускоренного создания современных сортов сельскохозяйственных, лекарственных и декоративных растений с повышенным адаптационным потенциалом. Предлагается гипотетический механизм действия э-ДНК на наследственность растений.

Ключевые слова: *экзогенные ДНК, алкилированная ДНК, изменение наследственных признаков растений, селекционно ценные признаки, устойчивость к стрессорам, фитогормоны, гомеотические гены, гомеобоксные гены*

УДК 631.8:502.56

ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ЗА ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

В. В. ПРИЙМАК, *кандидат сільськогосподарських наук, доцент*
Херсонський державний університет
E-mail: prymak2108@gmail.com

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.010

У роботі визначено стан екологічної безпеки використання мінеральних добрив за вирощування озимої пшениці без зрошення в умовах Південного Степу України. Сорт озимої пшениці Херсонська безоста показав найкращі врожайні дані протягом проведення наукових досліджень. Проте за використання карбаміду приріст урожайності на 22,06 % був ще вищим. Відповідно до зроблених нами розрахунків, коефіцієнт ефективності використання добрив (Кеф) у полі пшениці озимої Херсонська безоста для гранульованого добрива аміачна селітра складав на 12,78 % менше ніж у варіанті пшениця озима Кірія. Коефіцієнт ефективності використання добрив (Кеф) для мінеральних гранульованих добрив значно перевищує цей же показник для рідких добрив, оскільки за меншої кількості внесеної діючої речовини врожайність зростає. Це свідчить про високу господарську ефективність використання гранульованих видів добрив у агротехнологіях вирощування сільськогосподарських культур. З цією метою найефективніше застосовувати аміачну селітру у посівах пшениці озимої Херсонська безоста та Кірія. Визначення екотоксу дозволило визначити екотоксичність досліджуваних речовин і відповідно оцінити відносну небезпеку забруднення навколишнього природного середовища цими речовинами. Серед застосованих мінеральних добрив, найбільш безпечною є аміачна селітра.

Ключові слова: *екологічна безпека, мінеральні добрива, озима пшениця, екотоксичність, урожайність зерна, південь України*

Актуальність. Сучасний етап інтенсифікації аграрного виробництва пов'язаний із широким застосуванням мінеральних добрив, пестицидів та інших хімічних сполук, які поряд із підвищенням урожайності сільськогосподарських культур суттєво змінюють умови життя ґрунтової біоти [1, с.58].

У сільському господарстві поряд із підвищенням урожайності та поліпшенням якості продукції на перший план повинні висуватися питання збереження та захисту навколишнього природного середовища від техногенного забруднення. Необхідним є впровадження природоохоронних ресурсозберігаючих технологій, які б забезпечували збереження в чистоті грунту, води та повітря [1, с.58-62; 2, с.5-11; 3, с.14-16].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Значну увагу приділяли вивченню можливостей екологогічно безпечного використання мінеральних добрив вчені Національного університету «Львівська політехніка», М. С. Мальований, І. С. Тимчук, аналізували стан екологічної

безпеки при використанні мінеральних добрив та розробили стратегію мінімізації їх негативного впливу на навколишнє природне середовище [4, с.152].

Макаренко Н. А. [5, с.98-106] вивчала в своїх дослідженнях вплив нових видів мінеральних добрив на ґрунтову систему, їх можливі негативні дії на довкілля. Вчені інституту зрошуваного землеробства НААН України, визначали ефективність сумісного використання мікробних препаратів і добрив при вирощуванні сільськогосподарських культур [6, с.54-56].

Проте більшість із цих питань, залишаються актуальними на сучасному етапі розвитку агропромислового комплексу та потребують подальшої розробки, що й визначило вибір теми наших досліджень.

Мета дослідження – дослідити стан екологічної безпеки використання мінеральних добрив при вирощуванні пшениці озимої в умовах Південного Степу України без зрошення.

Для досягнення мети, перед нами були поставлені наступні завдання:

- провести агроекологічну оцінку основних традиційних видів мінеральних добрив;
- встановити вплив фону живлення на урожайність сортів польових культур в умовах без зрошення;
- визначити токсикологічні властивості використання мінеральних добрив;
- встановити коефіцієнт ефективності використання добрив для мінеральних гранульованих та рідких добрив.

Матеріали і методи дослідження. Експериментальна робота була виконана у період 2016 – 2017 рр. на полях с. Новомиколаївка Скадовського району Херсонської області, що в південній степовій зоні України.

Досліджуваний район розташований на лівобережжі річки Дніпро, у степовій зоні. Ґрунти Скадовського агроґрунтового району представлені каштановими і темно-каштановими, солонцями і солончаками. Ґрунти мають високий рівень родючості.

У наших дослідах вивчали сорти пшениці озимої м'якої, які відрізнялися за еколого-генетичним походженням, методами виведення і тривалістю їх використання у виробництві. Сорти створені в різних селекційно-генетичних центрах: Херсонська безоста (стандарт – Інститут зрошуваного землеробства НААН України), Озима пшениця Кірія (Селекційно-генетичний інститут - Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення м. Одесса).

Дослід проводили за схемою в умовах без зрошення (рис. 1).

Високої якості зерна і врожаю пшениці досягають за підживлення посіву не лише аміачною селітрою, а й карбамідом. Мінеральні добрива – аміачну селітру та карбамід вносили врозкид сівалкою безпосередньо при сівбі озимої пшениці. Рано навесні в неполивних умовах проводили підживлення озимої пшениці аміачною селітрою та карбамідом. Для оцінки ефективності дії добрив, використано коефіцієнт ефективності використання добрив, який розраховано за формулою 1.

$$Кеф= У_{Р}- У_{Рб} / Gд.р., \quad (1)$$

де Кеф – коефіцієнт ефективності використання добрива, тонн урожаю/тонн діючої речовини;

УРб – врожайність у базовому варіанті (контроль, без застосування добрив), т/га;

УР – урожайність за певної застосованої агротехнології, т/га;

Gд.р. – кількість внесеної діючої речовини добрива, т.

Визначення показника екотоксикологічної небезпечності екотоксу (Е) дозволило визначити екотоксичність досліджуваної речовини і відповідно оцінити відносну небезпеку забруднення навколишнього середовища цією речовиною. Розрахунок здійснювався за формулою 2:

$$E= PxN / ЛД50 \quad (2)$$

де Р – період напівзникнення речовини з навколишнього середовища, тижні;

N – середня норма витрати препарату, кг/га;

ЛД50 – середня смертельна доза при пероральному надходженні в організм щурів, мг/кг.

Результати дослідження та їх обговорення. У разі застосування 100 кг фізичної маси аміачної селітри у ґрунт надійде 84 мг/га нікелю, 20-25 мг/га кадмію, цинку та купруму. Дана кількість домішок безпечна для екологічного стану ґрунту (Тк >100), але при внесенні доз добрив, розрахованих під запланований урожай (тобто більших за 35 кг/га д. р) зросте концентрація важких металів, що є потенційно небезпечним [3, с.14].

Щодо забруднення поверхневих вод найбільшу небезпеку представляють домішки кадмію (3 клас якості води).

Допустима добова доза нітратів для людини, згідно з рекомендаціями ФАО/ВООЗ – 5мг/кг; летальна – 8-15 г. Зафіксовано гострі отруєння під час роботи в полі з аміачною селітрою – гостру серцеву недостатність, ознаки міокардиту, токсичного нефриту.

Використовуючи азотні добрива слід враховувати забезпеченість ґрунтів доступними формами нітрогену, потреби рослин у ньому для отримання відповідного рівня врожайності, а також відношення рослин до різних форм азотних добрив. Оскільки азотні добрива легкорозчинні й легко вимиваються з грунту, їх переважно вносять перед сівбою та використовують для підживлення рослин [7, с.68-74].

Визначення екотоксу дозволило визначити екотоксичність досліджуваних речовин і відповідно оцінити відносну небез-

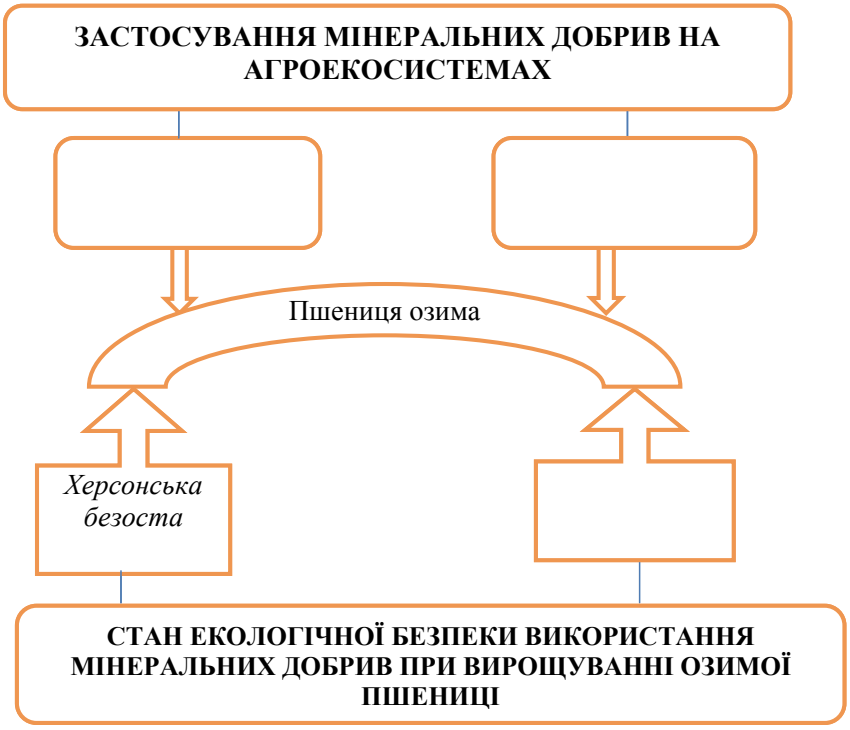


Рис. 1. Схема експериментальних досліджень

1. Токсикологічні властивості мінеральних добрив

Назва мінерального добрива	$ЛД_{50}$, мг/кг	Середня норма витрати препарату, кг/га	Період напівзникнення речовини з навколишнього середовища, тижні	Екологічна небезпека (Е), екотокс
Аміачна селітра	480	300 кг/га	0,7	0,4375
Карбамід	5800	130 кг/га	4,0	0,0896
∑ Е (сумарне значення екотоксу)				0,5271

пеку забруднення навколишнього природного середовища цими речовинами. Серед застосованих мінеральних добрив, найбільш небезпечною є аміачна селітра.

Припосівне внесення добрив є важливим заходом у системі удобрення польових культур, оскільки сприяє забезпеченню рослин елементами живлення. Слід зазначити, що внесення в рядки більш як 300 кг/га фізичної маси мінеральних добрив зменшує схожість насіння пшениці озимої, що пояснюється підвищенням концентрації ґрунтового розчину.

У табл. 2 представлені результати впливу добрив на врожайність сільськогосподарських культур під впливом фону живлення без зрошення.

Аналіз одержаних даних (табл. 2) у 2017 р. за рівнем урожайності озимої пшениці на різних фонах живлення свідчить про те, що ранньовесняне підживлення істотно впливає на рівень урожайності. Висока урожайність порівняно з контролем спостерігається серед сортів озимої пшениці.

Сорт Херсонська безоста показав найкращі врожайні дані протягом проведення наукових досліджень. Врожайність була найвищою при використанні аміачної селітри і склала 4,52 т/га, що на 29,65 % вище дослідної групи без застосування добрив. Між тим приріст урожайності зерна сорту Херсонська безоста, порівняно з Кірією був вищим на 1,77 %.

Проте за використання карбаміду, приріс т урожайності озимої пшениці Херсонська безоста був вище лише на 22,06%. Разом із тим упродовж року проведення досліджень спостерігалася одна й та ж тенденція – отримання високої урожайності за застосуванні мінеральних добрив.

2. Урожайність озимої пшениці під впливом фону живлення без зрошення, т/га

Польові культури	Фони живлення		
	без добрив	аміачна селітра	карбамід
Пшениця озима Херсонська безоста	3,18	4,52	4,08
Пшениця озима Кірія	3,09	4,60	4,17

3. Коефіцієнт ефективності використання різних видів добрив

Польові культури	$К_{еф}$, т	
	аміачна селітра	карбамід
Пшениця озима Херсонська безоста	4,46	6,92
Пшениця озима Кірія	5,03	8,31

У подальших дослідженнях, ми оцінили ефективність дії добрив, який розраховували за формулою 1, коефіцієнт ефективності використання добрив (Кеф).

Коефіцієнт ефективності використання добрив характеризує кількість діючої речовини добрива, витраченої на одиницю збільшення врожаю, та свідчить про ефективність застосованої агротехнології.

Результати підрахунку коефіцієнту ефективності використання добрива наведено в табл. 3.

Відповідно до зроблених нами розрахунків (табл. 3), коефіцієнт ефективності використання добрив (Кеф) для пшениці озимої Херсонська безоста, для гранульованого добрива аміачна селітра складав 12,78% менше ніж у варіанті пшениця озима Кірія.

Отже, для озимої пшениці коефіцієнт ефективності використання добрива для мінеральних гранульованих добрив значно перевищує цей же показник для карбаміду.

З цією метою найефективніше застосовувати аміачну селітру у посівах пшениці озимої Херсонська безоста та Кірія.

Висновки і перспективи. Використовуючи азотні добрива слід враховувати забезпеченість ґрунтів доступними формами нітрогену, потреби рослин у ньому для отримання відповідного рівня врожайності, а також відношення рослин до різних форм азотних добрив. Оскільки азотні добрива легкорозчинні й легко вимиваються із грунту, їх переважно вносять перед сівбою та використовують для підживлення рослин.

Сорт Херсонська безоста показав найкращі врожайні дані протягом проведення наукових досліджень. Врожайність була найвищою при використанні аміачної селітри і склала 4,52 т/га, що на 42,14 % вище дослідної групи без застосування добрив. Між тим приріст урожайності зерна сорту Херсонська безоста, порівняно з Кірією не перевищував і був меншим 2,21 %.

Водночас упродовж року проведення досліджень спостерігалася одна й та ж тенденція – отримання високої урожайності за застосування мінеральних добрив. З цією метою найефективніше застосовувати аміачну селітру у посівах пшениці озимої Херсонська безоста та Кірія.

Поряд із підвищенням урожайності та поліпшенням якості продукції на перший план повинні висуватися питання збереження та захисту навколишнього природного середовища від техногенного забруднення. Для поліпшення стану навколишнього природного середовища у зв'язку з використанням агрохімікатів необхідно дотримуватися технологій внесення добрив, видержувати науково обґрунтовані співвідношення внесення агрохімікатів під сільськогосподарські культури.

Визначення екотоксу дозволило визначити екотоксичність досліджуваних добрив і відповідно оцінити відносну небезпеку забруднення навколишнього природного середовища цими речовинами.

Отже, для поліпшення стану навколишнього природного середовища у зв'язку з використанням мінеральних добрив необхідно дотримуватися технологій внесення добрив під озиму пшеницю, удосконалювати технологію внесення мінеральних добрив, видержувати науково обґрунтовані співвідношення внесення мінеральних добрив під сільськогосподарські культури.

Література

1. Гринь С.О. Проблеми деградації ґрунтового покриву та шлях поліпшення якості ґрунтів. Молодий вчений. 2015. №11 (26). Ч. 1. С 58 - 62.
2. Карпіщенко О.І. Еколого-економічні проблеми використання мінеральних добрив. Вісник Сумського державного університету. Суми, 2013. № 2. Економіка. С. 5 - 11.

3. Кернасюк Ю. Ринок мінеральних добрив в Україні: стан і перспективи. Агробізнес Сьогодні. 2014. № 5(276). С.14 - 17. Журнал з питань агроновин. URL: agro@impress-media.kiev.ua.
4. Тимчук І.С., Мальований М.С. Вплив на агроекосистеми капсульованих мінеральних добрив. Захист навколишнього середовища. Енергоощадність. Збалансоване природокористування: Матеріали 2-го Міжнародний конгресу, м. Львів, 19-22 верес.2012 р. Національний університет «Львівська політехніка», 2012. С. 152. URI: http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/35328.
5. Макаренко Н.А. Еколого-токсикологічна оцінка мінеральних добрив вітчизняного виробництва за показниками впливу на грунтову екосистему. Збірник наук. праць Уманської сільськогосподарської академії. Умань, 2002. Вип. № 54. С. 98 - 107.
6. Біднина І.О., Влащук О.С., Козирєв В.В, Томницький А.В. Ефективність сумісного застосування добрив та мікробних препаратів при вирощуванні сільськогосподарських культур на півдні України. Зрошуване землеробство: Збірник наукових праць. Херсон: Айлант, 2013. Вип.№ 60. С. 54 - 56.
7. Чумак А. Особливості застосування мінеральних добрив у посушливих умовах. Пропозиція. 2016. № 12. С. 68 - 74 Головний журнал з питань агробізнесу. URI: http://propozitsiya.com/ua/osoblivosti-zastosuvannya-mineralnih-dobriv-u-posushlivih-umovah.

References

1. Hryn S.O. (2015). Problemy dehradatsii gruntovoho pokryvu ta shliakh polipshennia yakosti gruntiv. Molodyi vchenyi, 11 (26), 1, 58-62.
2. Karpishchenko O.I. (2013). Ekoloho-ekonomichni problemy vykorystannia mineralnykh dobryv. Visnyk Sumskoho derzhavnoho universytetu. Sumy, 2, Ekonomika, 5 – 11.
3. Kernasiuk Yu. (2014). Rynok mineralnykh dobryv v Ukraini: stan i perspektyvy. Ahrobiznes Sohodni, 5(276), 14 – 17, Zhurnal z pytan ahronovyn. URL: agro@impress-media.kiev.ua.
4. Tymchuk I.S., Malovanyi M.S. (2012). Vplyv na ahroekosystemy kapsulovanykh mineralnykh dobryv. Zakhyst navkolyshnoho seredovyshcha. Enerhooshchadnist. Zbalansovane pryrodokorystuvannia: Materialy 2-ho Mizhnarodnyi konhresu, m. Lviv, 19-22 veres.2012 r. Natsionalnyi universytet «Lvivska politekhnika», 152. URI: http://ena.lp.edu.ua:8080/handle/ntb/35328.
5. Makarenko N.A. (2002). Ekoloho-toksykolohichna otsinka mineralnykh dobryv vitchyznianoho vyrobnytstva za pokaznykamy vplyvu na hruntovu ekosystemu. Zbirnyk nauk. prats Umanskoi silskohospodarskoi akademii. Uman, 54, 98-107.
6. Bidnyna I.O., Vlashchuk O.S., Kozyriev V.V, Tomnytskyi A.V. (2013). Efektyvnist sumisnoho zastosuvannia dobryv ta mikrobnykh preparativ pry vyroshchuvanni silskohospodarskykh kultur na pivdni Ukrainy. Zroshuvane zemlerobstvo: Zbirnyk naukovykh prats. Kherson: Ailant, 60, 54-56.
7. Chumak A. (2016). Osoblyvosti zastosuvannia mineralnykh dobryv u posushlyvykh umovakh. Propozytsiia. 12, 68-74 Holovnyi zhurnal z pytan ahrobiznesu. URI: http://propozitsiya.com/ua/osoblivosti-zastosuvannya-mineralnih-dobriv-u-posushlivih-umovah.

SUMMARY

V. V. Pryimak. *Environmental safety of application of mineral fertilizer in white wheat production in southern Ukraine // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. –* ***10****, №3–4. – P.85–91. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.010*

The article deals with the ecological safety of application of mineral fertilizers in winter wheat cultivation without irrigation in the Southern Ukrainian Steppe. It has been established that in case of nitrogen fertilizer applying it is necessary to take into account: the availability in soils to available nitrogen forms, the plants nitrogen needs for obtaining the corresponding yield, and also the plants response to different forms of nitrogen fertilizers. The nitrogen fertilizers are readily soluble and easily washable, they are preferably introduced before sowing and used as a source of plant nutrients. Having examined the agroecological assessment of the main traditional types of fertilizers, it can be argued that when we apply 100 kg of ammonium nitrate, the soil is replenished by 84 mg / hectare of nickel, 20–25 mg / hectare of cadmium, zinc and cuprum.

Such amount of impurities is safe for soil ecology (Tc > 100), but when the planned doses of fertilizer (larger than 35 kg / ha) are applied, the concentration of heavy metals will increase, and that is potentially dangerous. Concerning the surface water pollution, the greatest danger is the cadmium impurity (water quality, grade 3). The variety of winter wheat Khersons`ka bezosta showed the best harvest results in scientific research. However, the application of urea increased the yield by 22.06%. Fertilizer Efficiency Coefficient (FEC) for granulated mineral fertilizers significantly exceeds the same index for liquid fertilizers, because the yield increases with the lower amount of this applied active substance. It demonstrates the economic efficiency of granulated fertilizers application in agrotechnologies. To that end, ammonium nitrate application to winter wheat of Khersons`ka bezosta and Kiriia is the most effective. Ecotoxicological risk assessment allowed to define the ecotoxicity of the substances and to evaluate the hazards and risks associated with environmental contamination. Ammonium nitrate is the most dangerous among the applied mineral fertilizers.

Keywords: *ecological safety, mineral fertilizer, winter wheat, ecotoxicity, grain yield, the south of Ukraine*

АННОТАЦИЯ

В. В. Приймак. *Экологическая безопастность применения минеральных удобрений при выращивании озимой пшеницы в условиях юга Украины // Биоресурсы и природопользование. – 2018. – **10**, №3–4. – С.85–91. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.010*

В работе определено состояние экологической безопасности использования минеральных удобрений при выращивании озимой пшеницы без орошения в условиях Южной Степи Украины. Сорт озимой пшеницы Херсонская безостая показал лучшие урожайные данные в течение проведения научных исследований. Однако при использовании карбамида, прирост урожайности на 22,06% был еще выше. Согласно сделанным нами расчетов, коэффициент эффективности использования удобрений (Кеф) при выращивании пшеницы озимой Херсонская безостая для гранулированного удобрения аммиачная селитра составлял на 12,78% меньше, чем в варианте пшеница озимая Кирия. Коэффициент эффективности использования удобрений (Кеф) для минеральных гранулированных удобрений значительно превышает этот же показатель для жидких удобрений, поскольку при меньшем количестве внесенного действующего вещества, урожайность повышается. Это свидетельствует о высокой эффективности использования гранулированных видов удобрений в агротехнологиях выращивания сельскохозяйственных культур. С этой целью эффективно применять аммиачную селитру при посевах озимой пшеницы Херсонская безостая и Кирия. Определение экотокса позволило определить экотоксичность исследуемых веществ и соответственно оценить относительную опасность загрязнения окружающей среды этими веществами. Среди применяемых минеральных удобрений, наиболее безопасной является аммиачная селитра.

Ключевые слова: *экологическая безопасность, минеральные удобрения, озимая пшеница, экотоксичность, урожайность зерна, Юг Украины*

УДК 63:911.53:502

МЕТОДИ ОЦІНКИ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ АГРОЛАНДШАФТІВ

Н. В. МІНЯЙЛО*, *аспірант кафедри екології агросфери та екологічного контролю*
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: nadia.minyaylo@gmail.com

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.011

Сільське господарство – галузь виробництва, що найтісніше пов'язана з використанням основних природних ресурсів: землі, води та повітря. Довгий час воно розвивалось з недооцінкою, а інколи навіть з повним ігноруванням законів природи, наслідком чого стало значне погіршення стану навколишнього природного середовища. Деградація ґрунтів, забруднення атмосферного повітря, поверхневих і підземних вод, зниження якості продуктів харчування та інші проблеми, спричинені нераціональним землекористуванням, з кожним роком загострюються все більше. Це викликає необхідність перегляду сучасної стратегії господарювання та підвищення рівня екологічної освіченості суспільства.

Ключові слова: *агроландшафти, екологічний стан, природні ресурси*

Агроландшафти – антропогенні ландшафти з переважанням в їх біотичній частині спільнот організмів, штучно сформованих людиною – становлять близько 72 % території України. Головна характеристика агроландшафтів країни – домінування орних земель. Відомо, що середній показник розораності угідь в Україні сягає 78,3 % [за даними Держземагентства України станом на 01.01.2013]. У Херсонській, Черкаській, Кіровоградській областях розорано близько 90 %, а в деяких районах Степу – 95–96 % сільськогосподарських угідь. Жодна розвинута країна не має такого рівня розораності земель, наприклад, у Франції 60,6 %, США – 43,5 %, Англії – 34,5 % (станом на 01.01.2012).

Концепція управління агроландшафтами, яка сприятиме переведенню природокористування в аграрній сфері на засади збалансованого розвитку: відновленню стабільності порушених агроландшафтів України; збереженню та відтворенню природно-ресурсного потенціалу агроландшафтів, біотичного, органічного та ландшафтного різноманіття; створенню сприятливих умов для ведення сільського господарства та проживання людей [7].

Проблема оптимального співвідношення природних і сільськогосподарських угідь включає три важливі завдання:

– визначення оптимального співвідношення угідь;

– встановлення мінімально необхідної площі окремої ділянки з природною рослинністю;

– планування оптимальної екологобезпечної територіальної структури угідь.

До екологічно стабільних чинників в агроландшафтах належать:

*Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, проф. В. М. Чайка

– оптимізація водного режиму, підвищення коефіцієнту використання опадів, регулювання поверхневого стоку;

– захист грунтів від ерозії і деградації, збереження і відтворення їх корисних властивостей;

– створення життєвого простору для дикої флори і фауни;

– підтримання біорізноманіття шляхом збереження генофонду запилювачів та ентомофагів;

– оптимізація водного режиму, підвищення коефіцієнту використання опадів, регулювання поверхневого стоку;

– захист грунтів від ерозії і деградації, збереження і відтворення їх корисних властивостей;

– створення життєвого простору для дикої флори і фауни;

– підтримання біорізноманіття шляхом збереження генофонду запилювачів та ентомофагів.

До екологічно нестабільних чинників належать:

– висока розораність території, особливо в умовах складного рельєфу, створення на схилових площах рівнинної прямолінійної організації території;

– ерозійні процеси, що перевищують регіональні допустимі норми;

– забруднення поверхневих і грунтових вод продуктами ерозії та залишками агрохімікатів, засобами захисту рослин;

– негативний баланс органічної речовини та біогенних елементів в агроекосистемах.

Екологічний стан агроландшафту – це інтегральний показник його екологічної стійкості, рівня продуктивності і санітарно-гігієнічного стану (або забруднення) визначається рівнем впливу антропогенного фактора на агробіогеоценози, кількісним рівнем антропогенного забруднення [7, 10]. Екологічний стан грунтового покриву агроладшафтів визначають за співвідношенням основних угідь – ріллі, лісу, кормових угідь, водних територій, де оптимальним вважається співвідношення 30 : 30 : 20 : 20 [9]. Стійкість екологічних систем зокрема, і біосфери загалом, значною мірою залежить від біологічного різноманіття. Чим воно більше, тим стійкіші екосистеми.

Екологічна стійкість – здатність організованих систем різного рівня (популяцій, видів, біогеоценозів, біосфери) протидіяти сукупному впливові людства на природне середовище, різні компоненти якого перебувають у динамічній рівновазі. [2]

Екологічна стійкість агроландшафту – здатність агроландшафту протистояти змінам під дією різноманітних зовнішніх чинників впливу, зберігати структуру і особливості функціонування за зміни умов середовища, антропогенного навантаження (сільськогосподарського виробництва)[9].

Комплексна оцінка агроекологічного стану сільськогосподарських угідь проводиться на рівні окремих адміністративних районів, груп районів у межах природно-сільськогосподарських зон і провінцій, а також на обласному (регіональному) рівні. Коефіцієнт антропогенного навантаження ($К_{а.н.}$) характеризує ступінь впливу діяльності людини на стан довкілля, в тому числі й на земельні ресурси.

Із загальної площі Черкаської області (2091,6 тис га) сільськогосподарські землі складають 1486,9 тис. га, в тому числі сільськогосподарські угіддя 1450,8 тис га, з них: рілля – 1271,9 тис га, перелоги – 8,5 тис га, багаторічні насадження – 27,4 тис га, сіножаті – 64,8 тис га та пасовища – 78,4 тис га, інші сільськогосподарські землі – 36,1 тис га.

Сучасний стан використання земельних ресурсів області не відповідає вимогам раціонального природокористування. Порушено екологічно допустиме співвідношення площ ріллі, природних кормових угідь, що негативно впливає на стійкість

1. Модифікована шкала для оцінки екологічного стану агроландшафтів

Тип агро-ландшафтної території	Питома вага угідь, % до їх сумарної площі		Екологічний стан
	Р	ЕСУ	
0	< 20	> 80	Оптимальний
I	20-37	63-80	Задовільний
II	37-54	46-63	Критичний
III	54-70	30-46	Кризовий
IV	> 70	< 30	Катастрофічний

агроландшафту. Сільськогосподарська освоєність земель перевищує екологічно допустиму, і протягом років залишилась майже незмінною. Так, у складі сільськогосподарських угідь області зосереджено 520,7 тис га або 40 % особливо цінних земель, в тому числі рілля – 514,6 тис га (43,8 %) від обслідуваної площі.

Нераціональна система землекористування призвела до тяжких екологічних наслідків, а саме: наявності таких проявів деградації земель як ерозія, техногенне забруднення, вторинне осолонцювання, підтоплення та зсуви ґрунтів [1].

Наслідком тривалого нехтування негативних впливів на довкілля людської діяльності є поглиблення соціально-економічної та екологічної кризи, що набула глобального масштабу. На межі тисячоліть все більшого визнання набуває ідеологія паритетного розвитку природи і суспільства, основні положення якої були сформульовані на Міжнародній конференції ООН з питань навколишнього середовища і розвитку (Ріо-де-Жанейро, 1992). Порядок денний на XXI століття проголосив необхідність переходу суспільства на шлях сталого (гармонійного) розвитку, який у сільському господарстві одержав назву Sustainable Agriculture. Зміст цього поняття пов'язується із гармонізацією економіки та екології, причому економічні цілі не ігноруються, а лише мають екологічні обмеження [5].

На жаль, нині в Україні, як і в більшості країн світу, економічний розвиток часто руйнує основи життя природи, причому вагомий внесок у деградацію і забруднення навколишнього середовища належить агропромисловому комплексу. Зважаючи на сучасні тенденції розвитку сільського господарства та керуючись принципами, декларованими у Ріо, вітчизняними науковцями була створена Концепція сталого розвитку агроекосистем України [3]. У ній були визначені шляхи досягнення головної мети – зростання виробництва високоякісної продукції при збереженні природних ресурсів та забезпеченні оптимальних умов існування людини, в основу яких було покладено комплексний аналіз та створення системи моніторингу процесів, що відбуваються в агросфері.

Крім наукового обґрунтування системи ґрунтоохоронних заходів, визначення агроекологічного стану земель сільськогосподарського призначення на основі його комплексної оцінки дає можливість вирішувати низку інших важливих екологічних та виробничих питань, зокрема, щодо вилучення з інтенсивного обробітку деградованих і малопродуктивних земель, подальше використання яких в інтенсивному землеробстві є економічно збитковим та екологічно небезпечним, їх трансформації в екологостабілізуючі угіддя та тимчасової консервації, визначення придатності земель для ведення екологічно

безпечного агровиробництва, зокрема, для створення спеціалізованих сировинних зон для виробництва продуктів дитячого та дієтичного харчування, органічного землеробства тощо [7].

Сучасною екологією визначено кілька фундаментальних положень, які вимагають докорінного перегляду ставлення людини до раціонального використання природних ресурсів. Доведено, що збіднення будь-якої екосистеми на 10% видів або особин організмів настільки зменшує структурно-інформаційне різноманіття, що екосистема виходить із стаціонарного стану і переходить на значно нижчий ступінь складності та функціонування [6]. Проте зусилля людини найчастіше спрямовані на руйнування екосистемного різноманіття, на його видове, популяційне та структурне об'єднання.

На жаль, до останнього часу використання земельного фонду в нашій країні спрямовувалось на розширення площ орних земель. При такому підході розорювались не тільки найкращі орнопридатні ділянки (в основному луки), але й ерозійно небезпечні землі, продуктивність яких дуже низька і вкрай нестійка, а ведення землеробства на них пов'язане із значним ризиком деградації та втрати цінних сільськогосподарських земель.

Аналіз матеріалів, що характеризують ступінь розораності ґрунтів, свідчить про те, що у найбільш розвинених країнах світу ця величина не набагато перевищує 38 %, тобто близька до екологічного оптимуму. В Україні ж загальна розораність території сягає нині майже 54 %, що значно перевищує екологічно обґрунтовані норми.

Захистити ріллю від руйнування здатна, головним чином, рослинність, що послаблює розвиток ерозії і, як потужний біологічно активний продуцент органічної маси та кисню, стабілізує ландшафти. Найбільш стійкими до антропогенного тиску на орні землі є так звані буферні елементи ландшафту, які стабілізують його екологічну рівновагу. До них, передусім, належать ліси. Далі за значимістю сили буферності йдуть луки, пасовища з природною рослинністю, річки та інші водойми, болота і торфовища [4].

Екологічну оцінку сільськогосподарських ландшафтів пропонується виконувати за співвідношенням ріллі (Р) до сумарної площі екологостабілізуючих угідь (ЕСУ – ліси, луки й пасовища, болота, водні об'єкти). Ступінь порушення екологічної рівноваги в реальному співвідношенні Р : ЕСУ визначається за допомогою модифікованої шкали, яка дає можливість просто і з високим ступенем точності оцінити екологічний стан агроландшафтів у широкому діапазоні: від оптимальних параметрів пропорції Р : ЕСУ (< 20 : > 80 %), властивих "еталонним" ландшафтам, - до абсолютно неприйнятних (> 70 : < 30 %), що відповідають катастрофічному стану с.-г. земель (табл. 1).

Формування екологічно стійких ландшафтів потребує визначення оптимального співвідношення природних і змінених господарською діяльністю угідь, тому що співвідношення угідь є основним критерієм оцінки екологічного стану агроландшафтів. Ще В. В. Докучаєв відзначав, що головну роль у підтриманні екологічної стабільності агроландшафтів повинна відігравати природна рослинність. У системі запропонованих ним заходів, що підвищують стійкість усього агроландшафту, особливе місце належить обґрунтуванню норм, що визначають оптимальне співвідношення між ріллею, лісом, луками і водами залежно від місцевих умов.

Останніми роками неодноразово робилися спроби обґрунтувати оптимальне співвідношення, проте наразі ця проблема і досі не вирішена. Вірогідно, ще тривалий час вона залишатиметься дискусійною. Існує думка, що характеристики співвідношення ріллі та лісу для країни,

окремих природних зон, області носять оглядовий характер і ніколи не приведуть до вирішення поставленої задачі.

Апробація модифікованої шкали на практиці вказує на її самодостатність при вирішенні актуальних задач оптимізації співвідношення угідь та екологізації землеробства на основі ландшафтного потенціалу. Вона виключає необхідність встановлювати жорстко фіксоване співвідношення 4-х основних типів угідь ("рілля : ліс : луки й пасовища : вода), що неможливе за відсутності експериментального обґрунтування необхідної для цього нормативної бази, а натомість дає змогу проводити оптимізацію за спрощеною схемою із застосуванням 2-членної пропорції – "рілля" : "екологостабілізуючі угіддя".

Література

1. Агроекологія / Посібник. Чайка В.М. Рибалко Ю.В., Міняйло А.А., К.: Компринт, 2016. 396 с.
2. Дуднікова І. І. Екологія і безпека життєдіяльності. К.: Вища шкл., 2005. – 274 с. – (Термінологічний словник-довідник).
3. Концепція сталого розвитку агроекосистем в Україні на період до 2025 року//Критерії та індикатори сталого розвитку лісової галузі України; За ред. О.І. Фурдичка. – К.: Нора-Принт, 2003. – С.107–137.
4. Ландшафтное земледелие Ч.П. Методические рекомендации по разроботке ландшафтных систем земледелия в многоукладном сельськом хозяйстве. – Куск, 1993. – 54 с.
5. Методичні рекомендації з комплексної агроекологічної оцінки земель сільськогосподарського призначення / За ред. к.с.-г.н. О.О. Ракоїд. – К.: Логос, 2008. – С.4-5.
6. Одум Ю. Основы экологии. Мир, 1975. – 740 с.
7. Оцінка придатності сільськогосподарських земель для формування екологічно чистих сировинних зон: науково-методичні рекомендації / [Рідей Н. М., Строкаль В. П., Наумовська О. І., Рибалко Ю. В., Шофолов Д. Л.] – К.: В-во УкрДГРІ, 2009. – 190 с.,
8. Оцінка придатності сільськогосподарських угідь вимогам спеціальних сировинних зон. Методичні рекомендації. / Н.А. Макаренко, М.В. Козлов, О.О. Ракоїд та ін.; За ред. О.І. Фурдичка. – К.: Логос, 2006. –20 с.
9. Фурдичко О. І. Словник-довідник з агроекології / За ред. О. І. Фурдичка. – К.: Основа, 2007. – 272 с.
10. Ellenberg H. Ziele und Stand der Ökosystemforschung. Ökosystemforschung. Berlin, 1973. S. 1–32.

References

1. Chayka V.M., Rybalko Yu.V., Minyailo A.A., (2016). Agroecology: Kiev Komprint, Manual.
2. Dudnikova I.I. (2005). Ecology and safety of life (Terminological dictionary-directory). Kiev .: Higher School.
3. Furdichka O.I. ed. (2003). Concept of sustainable development of agroecosystems in Ukraine up to 2025. Criteria and indicators of sustainable development of the forest industry of Ukraine; Nora-Print, 2003. Kiev, 107-137.
4. Landscape Farming Ch. (1993) Methodical recommendations for the development of landscape systems of agriculture in multicultural agriculture. Kusk. 54.
5. Rakoid O.O. ed. (2008). Methodological recommendations on complex agroecological assessment of agricultural lands. Kiev. Logos, 4-5.
6. Odum Yu. (1975). Fundamentals of ecology: World.
7. Ridey N.M., Strokal V.P., Naumovskaya O.I., Rybalko Yu.V., D.S.Sofolov (2009). Assessment of the suitability of agricultural land for the formation of environmentally friendly raw material zones: scientific and methodological recommendations. Kiev: In UkrDGRI, 190.
8. Makarenko N.A., Kozlov M.V., Rakid O.O. and others; Ed. Furdichko O.I. (2006). Assessment of the suitability of agricultural land requirements of special raw material zones. Guidelines. Kiev. Logos, 20.
9. Furdichko O. (2007), Dictionary-reference book on agroecology. Kiev: Osnova, 272 .
10. Ellenberg H. ed. (1973). Aims and status of ecosystem research. Öcosystem research.Berlin, 1-32.

SUMMARY

N. V. Miniailo. *Assessment methods of ecological condition of agrolandscapes // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.92–97. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.011*

Agriculture is a branch of production which is closely connected with use of main natural resources: lands, water and air. Long time it has developed with underestimation and sometimes even with full ignoring of nature laws, as a result it is considerable deterioration in environment state.

Degradation of soils, pollution of atmospheric air, surface and underground water, decline in quality of food and other problems caused by irrational land use escalate more and more every year. It causes the necessity of revision of modern strategy of managing and increase in level of society ecological education.

Keywords: *agrolandscapes, ecological state, natural resources*

АННОТАЦИЯ

Н. В. Миняйло. *Методы оценки экологического состояния агроландшафтов // Биоресурсы и природопользование. – 2018. – **10**, №3–4. – С.92–97. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.011*

Сельское хозяйство – отрасль производства, тесно связана с использованием основных природных ресурсов: земли, воды и воздуха. Долгое время оно развивалось с недооценкой, а иногда даже с полным игнорированием законов природы, следствием чего стало значительное ухудшение состояния окружающей среды. Деградация почв, загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод, снижение качества продуктов питания и другие проблемы, вызванные нерациональным землепользованием, с каждым годом обостряются все больше. Это вызывает необходимость пересмотра современной стратегии хозяйствования и повышение уровня экологической образованности общества.

Ключевые слова: *агроландшафты, экологическое состояние, природные ресурсы*

UDC 631.51.021:631.8:631.582: 631.67 (477.72)

OPTIMIZATION OF THE SYSTEM OF IRRIGATED WINTER WHEAT PROTECTION AGAINST HARMFUL ORGANISMS IN SOUTHERN UKRAINE

O. Y. MARKOVSKA, *Ph.D. in agriculture, Senior Researcher*
Kherson State Agricultural University
E-mail: mark.elena@ukr.net
M.Y. PIKOVSKYI, *Ph.D. in biology*
E-mail: mprmir@ukr.net
National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
O. O. NIKISHOV, *postgraduate student, department of agrotechnologies*
Institute of Irrigated Agriculture of NAAS

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.012

The research findings show that the highest effectiveness in irrigated winter wheat protection against harmful organisms is provided with the application of seed disinfectant Serticor 050 FS (1 l/t), fungicide Alto Super 330 EC, emulsion concentrate, together with herbicide Peak 75 % water-soluble granules (0.45 l/ha + 0.020 kg/ha) in the stem elongation phase, as well as fungicide Amistar Extra 280 SC suspension concentrate (0.5 l/ha) at the beginning of flowering, and insecticide Enzhio, 24.7 % suspension concentrate (0.18 l/ha) at the beginning of milky ripeness of grain.

The study determined that Konka variety had a seed yield of 3.59 t/ha, which is 8.2 % more than in Khersonska 99. The combined application of biopreparations Trichodermin and Gaupsin proved to be the most effective. Avatar had an advantage over other micronutrients under study and allowed gaining a 7.3-14.2 % seed yield increase. Dispersion analysis confirms that microfertilizers take up the greatest proportion (58.2 %) in the impact on the formation of winter wheat yield. The effect of varietal composition (20.0 %) and plant protection (16.1 %) was also high.

Ключові слова: *winter wheat, diseases, harmful organisms, weeds, preparations, effectiveness*

Introduction. Winter wheat is the main food crop grown in all soil and climatic zones of Ukraine. Harmful organisms are among the many factors that affect its yield. Under the steppe conditions, smut diseases, root rot, powdery mildew, septoriosis, orange leaf rust, various types of weeds, cereal aphids, wheat thrips, chinch bugs and others are hazardous. They lead to a significant loss of crop yield and cause deterioration in its quality [3].

Considering the foregoing, there is a need to study the effectiveness of comprehensive measures for the protection of winter wheat crops against diseases, pests and weeds.

Analysis of recent research findings and publications. In many countries of the world, various aspects of winter wheat protection against harmful organisms are being investigated. In Ukraine, in particular, the application of herbicides Estrone, Grantar gold, Esteron + Puma super provided the highest

technical efficacy for different biogroups of weeds [4, p. 119]. The spraying of crops in the phase of milky ripeness of grain with pyrethroid insecticide Karate Zeon 050 CS, microencapsulated suspension, is an effective method of chemical protection of winter wheat against suctorial pests [5, p. 149].

At the same time, the possibility of using an integrated program of wheat protection from harmful organisms is shown under the conditions of Poland [6, p. 226]. In Serbia (in semi-arid regions), a study was conducted on integrated wheat protection against the most common fungal diseases [7, p. 1].

The aim of research is to study the efficacy of chemical pesticides and biopreparations combined with microfertilizers in their complex application against harmful organisms of winter wheat.

Research methods. The research was carried out on the test field of the Institute of Irrigated Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine in 2008-2016. The soil of experimental sites is dark chestnut medium-sandy weakly salined; it is characterized by a well-developed soil profile; humus content in the 0-30 cm soil layer is 2.1%, total nitrogen makes up 0.18%, the content of phosphorus is 0.16%, the soil also has an increased potassium content of 2.6%.

Diagnosis of diseases and identification of harmful organisms were carried out according to the methods provided in a number of publications [1, 8]. Generally accepted techniques were used to perform field studies [2].

Results and discussion. The research results show that presowing treatment of seeds with desinfectants contributed to increased germinating power, growth intensity, even stands and a significant reduction in the spread and development of fungul diseases. So, the infestation of smut diseases in Lamardor 400 FS and Serticor 050 FS variants decreased by 100%, that of fusarial and helminthosporious root rot by 78.3; 82.3 and 80.2; 84.0%, respectively (Table 1).

The efficacy of Vitavaks 200 FF in the control of smut diseases and root rot is lower than in the variants with Lamardor 400 FS and Serticor 050 FS.

Throughout the years of research, shepherd's purse (Capsella bursa pastoris L.) and tansy mustard (Descurania Sophia L.) dominated in the species composition of weeds on the experimental field of irrigated winter wheat, at 46.3 and 25.6%, respectively The weediness of

1. Effectiveness of seed disinfectants for Khersonska Awnless winter wheat variety (average for 2009-2011)

Seed disinfectant	Disinfectant application rate, l/t	Growth intensity, %	Laboratory germination, %	Effectiveness,%			
				bunt of wheat	loose smut	root rot	
						fusarial	helminthosporious
Control (without treatment)	–	83.0	88.5	–	–	–	–
Lamardor 400 FS, flowable suspension concentrate	0.15	86.9	93.2	100.0	100.0	78.3	82.3
Serticor 050 FS, suspension concentrate	1.0	87.4	93.8	100.0	100.0	80.2	84.0
Vitavaks 200 FF, water suspension concentrate	2.5	85.8	91.4	98.7	99.2	74.8	80.2

crops with creeping thistle (Cirsium arvense L.) and common ragweed (Ambrozia artemiziifolia L.) was 9.8% and 14.3%, respectively. Other weeds made up 4.0%.

We experimentally studied herbicides Granstar 75%, water-soluble granules, Peak 75%, water-soluble granules, Grodil Maxi 37.5%, oil dispersion. They were applied in combination with a fungicide at the stem elongation stage. The number of weeds after 30 days after chemical treatment was 4.6-10.2 times lower, whereas in the control it increased by 6.3% (Table 2).

The results of the experiment indicate that herbicide Grodil Maxi 37.5%, oil dispersion, was the most effective on experimental plots of winter wheat, which contributed to a decrease in weediness by 98.5-99.0%. In this case, we achieve effective control of such types of weeds as creeping thistle, tansy mustard, shepherd's purse and common ragweed.

In variants with the application of herbicides Granstar 75%, water-soluble granules, and Peak 75%, water-soluble granules, the effectiveness of protection was practically the same (95.2-97.2%).

During autumn vegetation of spike cereals, phytophags (cereal flies, cicadas, aphids) did not have economic importance. The numbers of spring generation of cereal flies were lower than the economic threshold of harmfulness (ETH). The greatest threat to winter wheat crops in the years of research was created by chinch bugs and wheat thrips. In the phase of milky ripeness of wheat, the number of their larvae was 7.8-8.5 specimens/m^2 and 11.7-15.2 specimens per ear, respectively. The population of greenbugs (common and barley aphids) on plants varied from 3.2 to 9.0 specimens/stem.

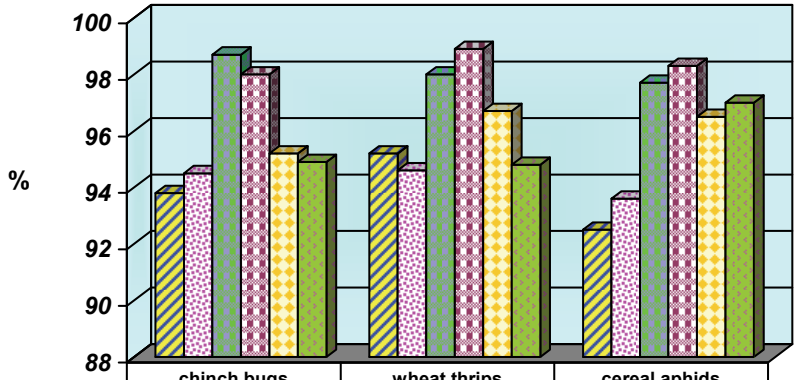
The protection of experimental plots from a complex of suctorial pests was carried out at the beginning of the milky ripeness of grain. Spraying winter wheat with insecticides Fastak, 10% emulsion concentrate, Enzhio, 24.7% suspension concentrate, and Detsis Profi, 25%, water-soluble granules, following the recommended application rates, reduced the number of bugs by 93.8-98.7%, that of wheat thrips and cereal aphids by 94.6-98.9 and 92.5-98,3%, respectively (Fig. 1).

The research results show that Enzhio, 24.7%, suspension concentrate, applied at a rate of 0.18 l/ha displayed higher efficacy against all species of suctorial phytophages.

Throughout the years of research, autumn occurrence of fungal diseases in irrigated winter wheat had no economic significance. In the spring-summer period, powdery mildew, septoriosis and orange leaf rust were a threat, which caused a need for fungicides applica-

2. Effect of herbicides on a decrease in the weediness of winter wheat (Khersonska Awnless variety, average for 2008-2010)

No.	Variant	weediness, pcs/m^2			% of decrease compared to control
		before chemical treatment	30 days after treatment	before harvesting	
1.	Control (no herbicide)	39.8	42.3	42.0	–
2.	Granstar 75%, water-soluble granules, 0.02 kg/ha	40.3	6.5	1.5	96.3
3.		38.7	5.2	1.4	95.2
4.	Peak 75%, water-soluble granules, 0.02 kg/ha	40.8	4.5	0.9	96.7
5.		38.5	3.8	0.9	97.2
6.	Grodil Maxi 37.5%, oil dispersion, 0.1 l/ha	39.3	8.1	0.6	98.5
7.		37.9	8.2	0.5	99.0
Least significant difference (LSD) $_{05}$, pcs / m^2		3.12	3.82	2.95	



	chinch bugs	wheat thrips	cereal aphids
Fastak, 10% e.c.	93,8	95,2	92,5
Fastak, 10% e.c.	94,5	94,6	93,6
Enzhio, 24.7% s.c.	98,7	98	97,7
Enzhio, 24.7% s.c.	98	98,9	98,3
Detsis Profi, 25%, w.g.	95,2	96,7	96,5
Detsis Profi, 25%, w.g.	94,9	94,8	97

Fig. 1. Effectiveness of insecticides against suctorial pests of winter wheat (Khersonska Awnless variety, average for 2008–2010)

tion. The first treatment with fungicides was carried out at the stem elongation stage, together with herbicides; the second one was provided at the beginning of flowering.

The fungicides applied contributed to a significant improvement in the phytosanitary state of winter wheat throughout the entire growing season. Of the studied fungicides, the best were Amistar Extra 280 ЗС, suspension concentrate, Falcon, 46% suspension concentrate, Impact, 25% emulsion concentrate (Table 3).

Peak effectiveness of protection against the complex of fungal diseases was reached in variants of double application of fungicides - in the phase of stem elongation and at the beginning of flowering of winter wheat, which reduced the development of powdery mildew by 93.2-97.9%, that of septoriosis by 89.0-98.0; and that of orange leaf rust by 93.8-98.3%.

It was established that the agrotechnical factors investigated (plant protection and microfertilizers) significantly influenced seed productivity in Khersonska 99 and Konka varieties (Table 4).

The study proves that Konka variety formed an average yield of seeds at the level of 3.59 t / ha, and in Khersonska 99 this indicator was 3.32 t / ha, i.e. 8.2% less.

The use of chemical and biological protection had a varying effect on seed yield of the test crop. Here, we got an average of 3.27 t / ha of winter wheat seeds by factor B under traditional fungicidal protection.

The application of Gaupsin allowed increasing this indicator by 6.7%, while the combined use of biopreparations Trichodermin and Gaupsin helped to form the maximum seed yield of (3.65 t/ha), which is 6.7-11.6% more than in other variants studied.

The application of microelements resulted in an increase in seed productivity of the studied crop from 3.08 t/ha in the control to 3.35-3.82 t/ha on the plots treated with Riverm, Nanovit Micro and Avatar. So, the use of these preparations contributed to a significant increase in seed yield - by 8.7-24.1%. Avatar had an advantage over other micronutrients under study: it allowed obtain-

3. Effectiveness of fungicides against fungal diseases of winter wheat (Khersonska Awnless variety, average for 2008-2010)

No.	Fungicide	Application rate, l; kg/ha	Development stage of the crop	Effectiveness, %		
				powdery mildew	leaf septoriosis	orange leaf rust
1.	Control (no protection)	–	–	–	–	–
2.	Bileton, 25% wettable powder	0.5	stem elongation	85.0	64.9	70.2
3.	Bileton, 25% wettable powder	0.5	stem elongation	93.2	86.0	93.8
	Impact, 25% emulsion concentrate	0.5	beginning of flowering			
4.	Alto super 330 EC, emulsion concentrate	0.45	stem elongation	87.0	86.2	84.0
5.	Alto super 330 EC, emulsion concentrate	0.45	stem elongation	97.9	98.3	98.3
	Amistar Extra 280 ЗС, suspension concentrate	0.5	beginning of flowering			
6.	Falcon, 46% suspension concentrate	0.6	stem elongation	85.9	83.5	84.9
7.	Falcon, 46% suspension concentrate	0.6	stem elongation	97.2	98.0	97.0
	Amistar Extra 280 ЗС, suspension concentrate	0.5	beginning of flowering			

4. Seed yield of winter wheat depending on varietal composition, plant protection and microelements, t/ha (average for 2014-2016)

Variety (factor A)	Plant protection (factor B)	Microelements (factor C)					Average by factors	
		control (without treatment)	Riverm	Nanovit Micro	Avatar	average	A	B
Khersonska 99	Fungicide	2.81	3.02	3.24	3.56	3.16	3.32	3.27
	Gaupsin	2.89	3.21	3.38	3.60	3.27		3.42
	Trichodermin+ Gaupsin	3.13	3.40	3.67	3.87	3.52		3.65
Konka	Fungicide	3.01	3.25	3.48	3.82	3.39	3.59	
	Gaupsin	3.21	3.50	3.68	3.93	3.58		
	Trichodermin + Gaupsin	3.42	3.69	3.90	4.14	3.79		
Average by factorC		3.08	3.35	3.56	3.82	3.45		
Least significant difference 05 for partial differences by factors: A – 0.09; B – 0.03; C – 0.05								

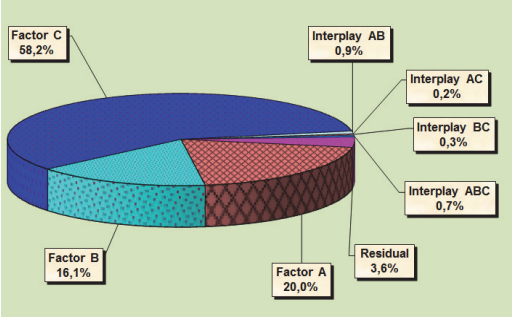


Fig. 2. Share of the impact of varietal composition (factor A), plant protection (factor B) and microfertilizers (factor C) on grain yield formation in winter wheat,% (average for 2014–2016).

ing 7.3-14.2% more seeds than under the application of Riverm and Nanovit Micro.

Dispersion analysis has shown that on the average, over three years of research, the influence of varietal composition, application of plant protection products and microfertilizers manifested itself unevenly (Figure 2).

Calculations testify that microfertilizers (factor C) had the greatest impact on the seed yield of the investigated crop (58.2%). Varietal composition (factor A) was the second (20.0%).

Chemical and biological means of plant protection (factor B) also significantly influenced the productivity of plants (16.1%). The interaction of the factors was low, which could be explained by different reactions of plants to the investigated plant protection agents and microfertilizers; the residual effect of unrecognized factors, mainly weather conditions and differences in cultivation technology elements, was 3.6%.

Conclusion and prospects for further research. The research findings show that the application of seed disinfectant Serticor 050 FS (1 l/t), fungicide Alto Super 330 EC, emulsion concentrate, together with herbicide Peak 75% water-soluble granules (0.45 l/ha + 0.020 kg/ha) in the stem elongation phase, and fungicide Amistar Extra 280 SC, suspension concentrate (0.5 l/ha) at the beginning of flowering, as well as the use of insecticide Enzhio, 24.7% suspension concentrate (0.18 l/ha) at the beginning of milky ripeness of grain have provided the highest effectiveness in irrigated winter wheat protection against harmful organisms. Winter wheat variety Konka formed a seed yield of 3.59 t/ha, which is 8.2% more than in Khersonska 99. The use of chemical and biological protection unevenly affected the seed productivity of the examined crop, the combined application of biopreparations Trichodermin and Gaupsin being the most effective. Avatar had an advantage over other micronutrients under study: it allowed obtaining 7.3-14.2% more seeds than under the application of other preparations. Dispersion analysis determined that microfertilizers take up the greatest proportion (58.2%) in the impact on winter wheat yield formation. The influence of varietal composition (20.0%) and plant protection (16.1%) was also high.

References

1. Veselovskyi, I.V., Lysenko, A.K., Manko, Yu. P. (1988). Atlas-vyznachnyk burianiv [Weed atlas] Kyiv, Urozhai, 128.
2. Metodyky vyprobuvannia i zastosuvannia pestytsydi. (2001). S.O. Trybel′, D.D. Sihar′ova, M.P. Sekun, O.O. Ivashchenko ta in. [Methods of testing and application of pesticides] Kyiv, Svit, 447.
3. Stratehichni kultury. (2012). S.O. Trybel′, S.V. Ret′man, O.I. Borzykh O.O. Stryhun. [Strategic cultures]. Kyiv, Kolobih, 368.
4. Tkalich, Yu. I., Matiukha, V. L., Bokun, O. I. (2014). Zakhyst posiviv ozymoi pshenytsi vid buraniv na chornozemakh zvychainykh pivnichnoho Stepu Ukrainy [Protection of winter wheat crops against weeds on ordinary chernozems of the northern steppes of Ukraine]. Naukovi pratsi Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovykh burakiv, 20, 116–120.

5. Shakhova, N. M., Kotsiurubenko, N. I. (2012). Zakhyst ozymoi pshenytsi vid sysnykh shkidnykiv. [Protection of winter wheat from suctorial pests]. Naukovi pratsi [Chornomorskoho derzhavnoho universytetu imeni Petra Mohyly kompleksu "Kyievo-Mohylianska akademiia". Seriia ekolohiia], 179, (167), 146 – 150.
6. Jańczak, C., Pruszyński, S., Bubniewicz, P. (2002). Winter Wheat Protection against Diseases and Pests in Conventional Programme of Crop Protection and in Integrated Pest Management. Plant Protection Science, 38 (1), 221–226.
7. Jerkovic, Z.J., Jevtic, R.M., Lalosevic, M.S., Prijic, Z.S. (2013). Integrated protection from prevalent wheat parasites in semiarid region. Journal of Agricultural Sciences, 58 (1), 1–18.
8. Prescott, J.M., Burnett, P.A., Saari, E.E. et al. (1986). Wheat diseases and Pests. A guide to field identification. CIMMYT Mexico, 135.

АНОТАЦІЯ

О. Є. Марковська, М. Й. Піковський, О. О. Нікішов. *Оптимізація системи захисту пшениці озимої від шкідливих організмів на зрошенні в умовах півдня України // Біоресурси і природокористування. – 2018. – **10**, №3–4. – С. 98–104. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.012*

За результатами досліджень встановлено, що найвищу ефективність дії у захисті пшениці озимої від шкідливих організмів за умов зрошення забезпечило застосування протруйника Сертікор 050 FS (1л/т), фунгіциду Альто Супер 330 ЕС, к.е. разом із гербіцидом Пік 75% в.г. (0,45 л/га +0,020 кг/га) у фазу виходу в трубку, а також фунгіциду Амістар Екстра 280 SC к.с. (0,5 л/га) на початку цвітіння культури та інсектициду Енжіо, 24,7% к.с. (0,18 л/га) – на початку молочної стиглості зерна. Визначено, що сорт Конка мав врожайність насіння на рівні 3,59 т/га, що на 8,2% більше за сорт Херсонська 99. Із біопрепаратів ефективним виявилося сумісне застосування Триходерміну та Гаупсину. Серед досліджуваних мікроелементів перевагу мав препарат Аватар, який забезпечував прибавку насіння в межах 7,3-14,2%. Дисперсійним аналізом доведено, що найбільша частка впливу формування врожаю пшениці озимої належить мікродобривам (58,2%). Також високим був вплив сортового складу (20,0%) та захисту рослин (16,1%).

Ключові слова: *пшениця озима, хвороби, шкідники, бур'яни, препарати, ефективність дії*

АННОТАЦИЯ

Е. Е. Марковская, М. И. Пиковский, А. А. Никишов. *Оптимизация системы защиты пшеницы озимой от вредных организмов на орошении в условиях юга Украины // Биоресурсы и природопользование. – 2018. – **10**, №3–4. – С. 98–104. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.012*

По результатам исследований установлено, что наибольшую эффективность действия в защите пшеницы озимой от вредных организмов в условиях орошения обеспечило использование протравителя Сертикор 050 FS (1л/т), фунгицида Альто Супер 330 ЕС, к.э. вместе с гербицидом Пик 75% в.г. (0,45 л/га +0,020 кг/га) в фазу выхода в трубку, а также фунгицида Амистар Экстра 280 SC к.с. (0,5 л/га) в начале цветения культуры и инсектицида Энжио, 24,7% к.с. (0,18 л/га) – в начале молочной спелости зерна. Определено, что сорт Конка имел урожайность зерна на уровне 3,59 т/га, что на 8,2% больше, чем у сорта Херсонская 99. Из биопрепаратов эффективным оказалось совместное применение Триходермина и Гаупсина. Среди исследуемых микроэлементов преимущество имел препарат Аватар, который обеспечил прибавку урожая зерна в пределах 7,3-14,2%. Дисперсионным анализом доказано, что наибольшая часть влияния на формирование урожая пшеницы озимой принадлежит микроудобрениям (58,2%). Также высоким было влияние сортового состава (20%) и защиты растений (16,1%).

Ключевые слова: *пшеница озимая, болезни, вредители, сорняки, препараты, эффективность действия*

УДК 628.161.2:546.16+66.081.6

СУМІСНЕ ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВІД АЛЮМІНІЮ І ФТОРУ ДЕРЕВНОЮ МЕМБРАНОЮ

Т. Ю. ДУЛЬНЕВА, *кандидат хімічних наук, старший науковий співробітник,*
Л. А. ДЕРЕМЕШКО, *провідний інженер,*
Д. Д. КУЧЕРУК, *доктор хімічних наук, провідний науковий співробітник,*
В. В. ГОНЧАРУК, *академік НАН України*
Інститут колоїдної хімії та хімії води ім. А.В. Думанського НАН України
E-mail: t_dulneva @ukr.net

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.013

Показано високу ефективність процесу очищення води від гідроксосполук Al(III) з адсорбованими іонами F^- мікрофільтраційною трубчастою деревною мембраною. Досліджено основні закономірності цього процесу та визначено його технологічні параметри.

Встановлено, що така висока ефективність обумовлена комбінованою дією процесів адсорбції іонів F– гідроксосполуками Al(III) та подальшою їх затримкою деревною мембраною. При цьому на поверхні деревної мембрани формувався додатковий селективний бар'ер у вигляді самоутворюючої динамічної мембрани із гідроксосполук Al(III) з адсорбованими іонами F^-, що збільшувало ефективність процесу очищення від них води.

Запропоновано використовувати таку мембрану для сумісного очищення води від алюмінію і фтору до норм ГДК іонів Al(III) і F– у питній воді при вихідних концентраціях F^- до 10,0 мг/дм^3 і Al^{3+} до 30,0 мг/дм^3, рНвих. 6,5 – 7,2, робочому тиску 1,0 МПа і коефіцієнті відбору пермеату до 70 %.

Ключові слова: *слова: деревна мембрана, мікрофільтрація, іони F–, гідроксосполуки Al(III), динамічна мембрана*

Актуальність. Проблема забруднення поверхневих вод одночасно іонами алюмінію та фтору в результаті скидання промислових стічних вод має важливе регіональне значення поблизу алюмінієвих і кріолітових виробництв [1]. Як відомо [1], гексафтороалюмінат натрію $Na_3[AlF_6]$ (кріоліт) широко використовується в процесі електролітичного отримання алюмінію. У поверхневих водах поблизу алюмінієвих і кріолітових виробництв концентрація іонів F– становить у середньому 1,5 – 8,3 мг/дм^3 [1], а іонів Al(III) – від 2,5 до 121 мг/дм^3 [2]. Згідно з вимогами Національного стандарту України ДСТУ 7525:2014 гранично-допустима концентрація (ГДК) іонів F– у питній воді повинна знаходитися в межах 0,7 – 1,5, а Al^{3+} – 0,2 мг/дм^3 [3]. Слід зазначити, що відхилення від норми ГДК іонів F– у питній воді як в одну, так і в іншу сторони негативно впливає на здоров'я людини [4].

Хоча на цих виробництвах ведуться роботи з очищення стічних вод, проте існуючими методами не завжди вдається одночасно досягти ГДК іонів алюмінію та фтору на скид у водойми. Тому при використанні поблизу зазначених виробництв поверхневих вод для питного водопоста-

чання виникає необхідність в їх доочищенні від цих іонів.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Для знефторення води найчастіше застосовують реагентні методи, зокрема, коагуляцію [5]. Проте, цей метод не завжди забезпечує залишкову концентрацію іонів F− на рівні ГДК при їх вмісті у воді 10,0 – 12,0 мг/дм^3. До найбільш поширених методів очищення води від іонів Al^{3+} відносяться іонний обмін і дистиляція, але вони є дорогими [6].

Загальносвітові тенденції в області очищення води свідчать, що найбільш затребуваними є безреагентні методи, зокрема, мембранні [7,8]. Як правило, мембранні методи реалізуються за допомогою полімерних мембран, які є дорогими і не завжди ефективними. Тому останнім часом велика увага приділяється розробці мембран з природних матеріалів [9], у тому числі й деревини [10,11]. Однак, відомості про використання таких матеріалів для очищення води від алюмофторидів у літературі відсутні.

Деревина може служити альтернативою існуючим мембранним матеріалами, оскільки є недорогою, легкодоступною, екологічно чистою і ефективною сировиною, яка після закінчення строку експлуатації легко утилізується. Як відомо, розмір пор деревини відповідає розміру пор мікрофільтраційних мембран [10].

Мета даної роботи полягала в дослідженні ефективності процесу сумісного очищення води від алюмінію і фтору мікрофільтраційною трубчастою деревною мембраною.

Матеріали і методи досліджень. Процесс сумісного очищення води від алюмінію і фтору проведено на дослідній баромембранній установці в проточно-рециркуляційному режимі [12] з використанням мікрофільтраційної трубчастої деревної мембрани №1. Мембрана мала наступні параметри: робоча довжина - 95 мм, зовнішній і внутрішній діаметри – відповідно 11,0 і 5,0 мм. За експериментальними даними визначені коефіцієнт затримування R (%) іонів F− та Al^{3+} і питома продуктивність J_V, (м^3/(м^2·год)) мембрани [13]. Після кожного експерименту мембрану регенерували промиванням зворотним потоком дистильованої води, а після 8 – 10-ти фільтроциклів – регенераційним розчином. Температура підтримувалася постійною і становила 25,0° С.

Для приготування модельних розчинів використовували солі $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ і $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18\ H_2O$ з концентрацією відповідно Al(III) 15,0 – 60,0 і 30,0 мг/дм^3, а також NaF з концентрацією F− 2,6 – 10,3 мг/дм^3. Аналіз на вміст F− у вихідних розчинах і очищеній воді (пермеаті) визначали за допомогою фторселективного електрода ЭЛИС-131F та іономіра I-160MI згідно з методикою [14], а концентрацію Al^{3+} – фотоколориметрично з алюміноном на приладі КФК-2МП відповідно до методики [15].

Результати дослідженя та їх обговорення. На рисунку 1, крива 1 показано, що з підвищенням робочого тиску (Р) від 0,5 до 1,0 МПа при використвнні розчину, що містив $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ і NaF з вихідною концентрацією Al(III) ($C_{вих.}$ Al(III)) 30,0 мг/дм^3 і F− ($C_{вих.}$ F−) 10,3 мг/дм^3, $pH_{вих.}$ 7,0 і тривалості експерименту (τ) 2,0 год знижувалася концентрація F− у пермеаті ($C_{п.}$ F−) від 1,45 до 1,09 мг/дм^3, що відповідало їх нормі ГДК у питній воді [3]. При цьому концентрація Al(III) у пермеаті ($C_{п.}$ Al(III)) була значно менша її ГДК (рис. 1, крива 2), а питома продуктивність J_V мембрани практично лінійно зростала від 0,02 до 0,05 м^3/(м^2·год) (рис. 1, крива 3). Отримані залежності можна пояснити збільшенням рушійної сили процесу. Подальше підвищення тиску незначно змінювало досліджувані параметри, що, очевидно, викликано усадкою і стабілізацією пористої структури мембрани. Тому в проведених експериментах за робочий прийнято тиск 1,0 МПа.

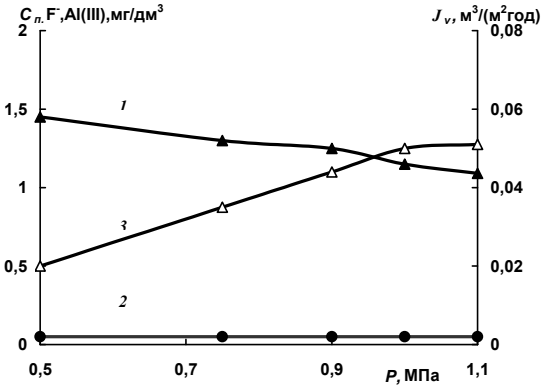


Рис. 1. Вплив робочого тиску (Р) на концентрацію F– (Сп. F–) (1) і Al(III) (Сп. Al(III)) (2) у пермеаті та питому продуктивність (Jv) мембрани (3)

Висока ефективність очищення води від іонів F^- і Al(III) (до норми ГДК у питній воді), що досягнута за цих умов, обумовлена комбінованою дією процесів адсорбції та мікрофільтрації, яка реалізувалася на деревній мембрані. В роботі [16] показано, що в розчинах солей алюмінію при pH 6,5 – 7,2 у результаті гідратації іонів Al(III) утворюється гідроксид алюмінію $Al(OH)_3$, який має високу адсорбційну здатність. Присутні у воді фториди проявляють високу спорідненість до сполук алюмінію, утворючи з іоном Al(III) стійкі розчинні алюмофторидні комплекси з позитивним зарядом, які завдяки йому адсорбуються на поверхні гідроксиду алюмінію, що забезпечує знефторення води.

Як було уже сказано, у процесі, що досліджувався, одночасно з адсорбцією відбувалося фільтрування розчину крізь мікрофільтраційну деревну мембрану. Ефективність такого фільтрування залежала від розмірів часток гідроксосполук Al(III), які адсорбували F^-. При цьому важливе значення мав вплив додаткового бар'єру з цих часток, що відклалися на поверхні деревної мембрани, тобто мало місце формування так званої самоутворюючої динамічної мембрани.

Як відомо [17], розмір часток гідроксосполук Al(III) залежить від pH розчину, що може впливати на затримуючу здатність мембрани по відношенню до них та на її питому продуктивність. Тому доцільно було вивчити вплив pH вихідного розчину на характеристики комбінованого процесу його знефторення та видалення алюмінію адсорбцією і мікрофільтрацією, який реалізувався на деревній мембрані. Встановлено, що зі збільшенням $pH_{вих.}$ розчину $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ і NaF від 6,0 до 8,0 при $C_{вих.}$ F^- – 10,3 мг/дм^3, $C_{вих.}$ Al(III) – 30,0 мг/дм^3, P – 1,0 МПа і τ – 2,0 год спочатку повільно, а потім різко знижувалося значення R іонів F^- від 94,4 до 63,7 % (рис. 2-а, крива 1) при підвищенні концентрації F^- ($C_{п.}$ F^-) у пермеаті від 0,57 до 3,7 мг/дм^3 (рис. 2-б, крива 3). При цьому значення J_V мембрани збільшувалося від 0,04 до 0,06 м^3/(м^2·год) (рис. 2-а, крива 2). Зниження значення R іонів F^- за цих умов можна пояснити перезарядкою часток гідроксосполук Al(III) і придбанням ними негативного заряду поверхні, в результаті чого зменшувалася їх адсорбційна здатність по відношенню до аніонів F^-. Відомо [5], що ізоелектрична точка гідроксосполук Al(III) знаходиться в інтервалі pH 6,5 – 7,5. При цих значеннях pH ступінь дисоціації гідроксиду алюмінію мінімальна; він знаходиться в ізоелектричному стані і його колоїдні частки або заряджені незначно, або зовсім не мають заряду і тому швидко коагулюють, злипаючись у пластівці. Одночасно з автокоагуляцією колоїдних часток гідроксиду алюмінію відбувається злипання їх з частками колоїдних домішок води. Подвійний електричний шар захищає частки суспензії не тільки від злипання між собою, але не перешкоджає злипанню їх з частками гідроксиду алюмінію, за допомогою якого і відбувається з'єднання різнорідних часток у пластівці. Тому для того, щоб процес коагуляції йшов досить швидко, необхід-

но проводити його поблизу ізоелектричної точки гідроксиду алюмінію [5].

Збільшення значення J_V мембрани у зазначених умовах викликано підвищенням розмірів часток гідроксосполук Al(III) та утворенням на її поверхні з цих часток модифікуючого шару з великим розміром пор. Це сприяло також збільшенню затримуючої здатності мембрани по відношенню до гідроксосполук Al(III) до норми ГДК цих іонів у питній воді (0,2 мг/дм^3) [4] в інтервалі $pH_{вих.}$ 6,0 – 8,0 (рис. 2-б, крива 4). Враховуючи межі $pH_{вих.}$, при яких досягали значення ГДК іонів F– і Al(III) у питній воді, можна зробити висновок про доцільність проведення цього процесу при pH 6,5 – 7,2.

З рисунка 2-а (криві 1/,2/), видно, що за аналогічних умов при наявності у розчині солі $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18\ H_2O$ (замість $AlCl_3 \cdot 6H_2O$) досліджувана мембрана мала менші значення R іонів F^- і більші J_V. При цьому значення $C_{п.}$ F^- було вище ГДК іонів F^- у питній воді (рис. 2-б, крива 3/), а $C_{п.}$ Al(III) – нижче ГДК іонів Al(III) у питній воді (рис. 2-б, кривая 4/). Отримані залежності, очевидно, обумовлені великим розміром часток гідроксосполук Al(III), що сформовані в розчині $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18\ H_2O$ [18]. Це сприяло утворенню на поверхні деревної мембрани додаткового затримуючого шару з великим розміром пор.

На рисунку 3, крива 1 показано, що з підвищенням концентрації Al(III) у вихідному розчині $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ від 15,0 до 60,0 мг/дм^3 при $C_{вих.}$ F^- – 10,3 мг/дм^3, $pH_{вих.}$. 7,05, τ – 2,0 год і P – 1,0 МПа знижувалося значення $C_{п.}$ F^- від 1,75 до 0,6 мг/дм^3 внаслідок збільшення дози адсорбенту з гідроксосполук Al(III). При цьому зменшувалося значення J_V мембрани від 0,06 до 0,042 (крива 2), що можна пояснити інтенсифікацією процесу закупорюванням пор мембрани гідроксосполуками Al(III) разом з адсорбованими іонами F^-.

Як видно з представленого рисунка, при $C_{вих.}$ F^- 10,3 мг/дм^3 досягали ГДК іонів F^- у питній воді при концентрації Al(III) 20 – 50 мг/дм^3. При цьому концентрація іонів Al(III) у пермеаті практично не змінювалася і була менша за норму їх ГДК у питній воді (0,2 мг/дм^3) (рис. 3, крива 3). Виходячи з отриманих результатів, можна зробити висновок, що очищення води від іонів Al(III) і F^- відбувається найефективніше при співвідношенні $C_{вих.}$ F^- : $C_{вих.}$ Al(III) = 1 : 3.

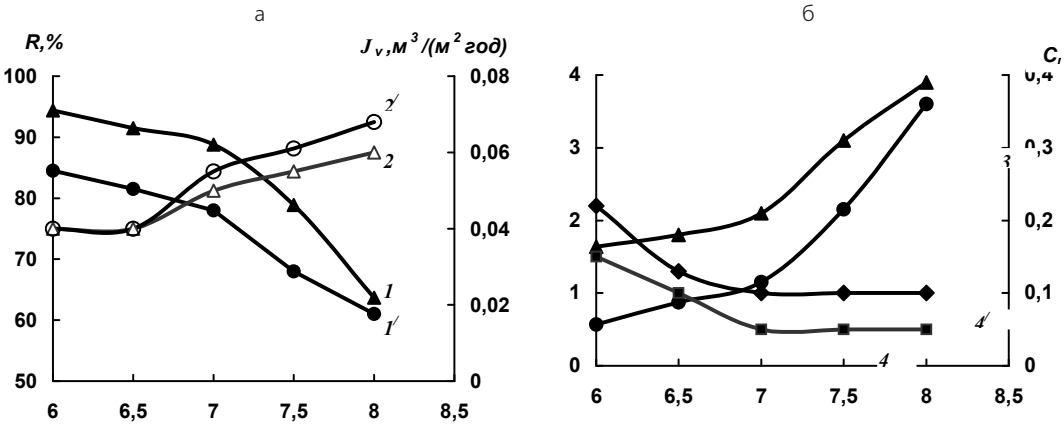


Рис. 2. Залежність R іонів F– (1,1/ і Jv (2,2/) мембрани (а), концентрації F– і Al(III) в пермеаті (Сп. F–) (3,3/) і (Сп. Al(III)) (4,4/) (б) від pH вихідних розчинів NaF з $AlCl_3 \cdot 6H_2O$ (1–4) і $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18\ H_2O$ (1/–4/)

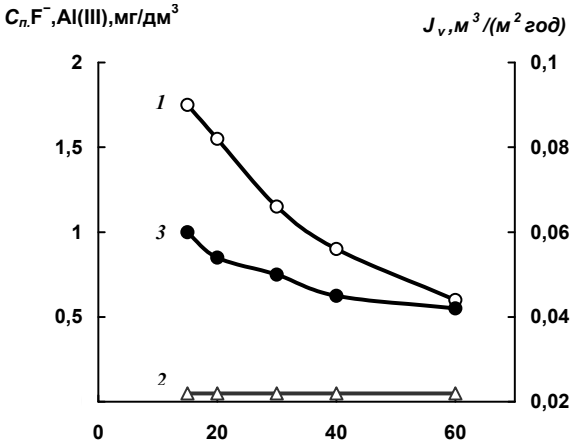


Рис. 3. Значення Сп. F– (1), Сп. Al(III) (2) і Jv мембрани (3) у залежності від концентрації Al(III) у вихідному розчині Свих. Al(III)

Зі збільшенням коефіцієнта відбору k пермеату (відношення величини потоку пермеату до загального потоку вихідного розчину) при різному значенні $C_{вих.}$ F^- (співвідношення $C_{вих.}$ F^- : $C_{вих.}$ Al(III) = 1 : 3), $pH_{вих.}$. 7,0 і P – 1,0 МПа знижувалось значення R іонів F^- тим більше, чим нижче $C_{вих.}$ Al(III) у розчині а (рис. 4-а, криві 1 – 3). Відповідно збільшувалося значення $C_{п.}$ F^- (рис. 4-б, криві $1^{//}$ – $3^{//}$). Результати, що отримані, можна пояснити зменьшеням адсорбційної ємності гідроксосполук Al(III). При цьому встановлено, що при співвідношенні $C_{вих.}$ F^- : $C_{вих.}$ Al(III) = 1 : 3 не була перевищена верхня межа (1,5 мг/дм^3) ГДК іонів F^- у питній воді для усіх досліджуваних у роботі величин $C_{вих.}$ F^- (рис. 4-б, криві $1^{//}$ – $3^{//}$).

Із рисунка 4-а, криві $1^{/}$– $3^{/}$ також видно, що зі збільшенням коефиціента k, а отже і тривалості поцесу, значення J_v деревної мембрани спочатку зменшувалося, а потім залишалося практично постійним, що свідчило про закінчення формування самоутворюючої динамічної мембрани. Це сприяло зменшенню $C_{п.}$ Al(III) до норми ГДК іонів Al(III) у питній воді у всьому досліджуваному інтервалі значень k (4-б, криві $1^{///}$ – $3^{///}$). Отже, деревна мембрана мала високу затримуючу здатність стосовно гідроксосполук Al(III) з адсорбованими іонами F^- (до норм ГДК іонів Al(III) і F^- у питній воді) ще на початку цього процесу і для забезпечення його високої ефективності при збільшенні значення k свою селективну роль відігравала у цьому динамічна мембрана.

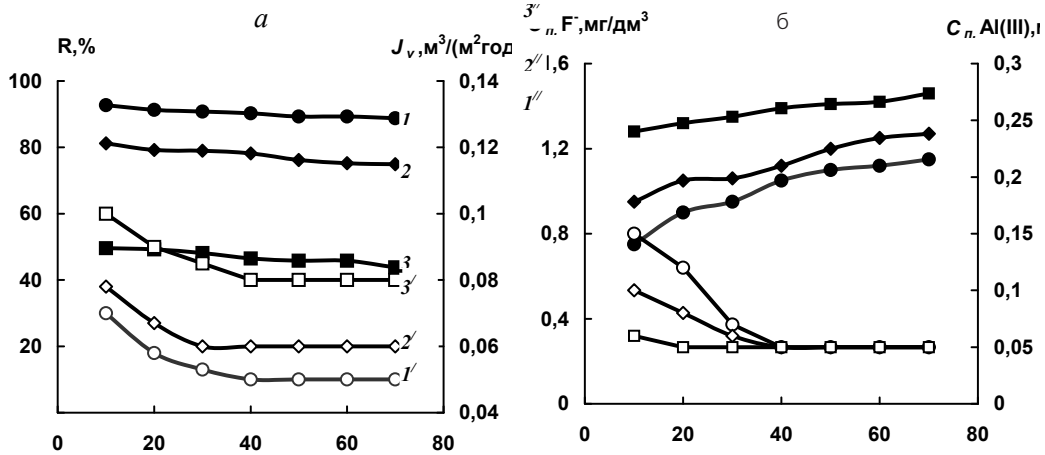


Рис. 4. Вплив коефіцієнта відбору k пермеату на R іонів F– (1–3), Jv мембрани (1/–3/) (а), Сп. F– (1//–3//) и Сп. Al(III) (1///–3///) (б) при співідношенні концентрації F–: Al(III)=1:3 у вихідному розчині з Свих. F–, мг/дм3: 10,3 (1–1///); 5,05 (2–2///) і 2,6 (3–3///)

Висновки і перспективи. Таким чином, показана висока ефективність процесу сумісного очищення води від алюмінію і фтору мікрофільтраційною трубчастою деревною мембраною. Досліджено основні фізико-хімічні закономірності цього процесу і визначено його технологічні параметри.

Встановлено, що його висока ефективність обумовлена комбінованою дією процесів адсорбції іонів F^- гідроксосполуками Al(III) та подальшою їх затримкою деревною мембраною. При цьому на поверхні деревної мембрани формувався додатковий селективний бар'єр у вигляді самоутворюючої динамічної мембрани із гідроксосполук Al(III) з адсорбованими іонами F^-, що збільшувало її затримуючу здатність.

Запропоновано використовувати таку мембрану для сумісного очищення води від алюмінію і фтору до норм ГДК іонів Al(III) і F^- у питній воді при $C_{вих.}$ F^- до 10,0 мг/дм^3, $C_{вих.}$ Al(III) до 30,0 мг/дм^3, $pH_{вих.}$ 6,5 – 7,2, P – 1,0 МПа и k до 70 %.

У подальшому дослідження будуть спрямовані на поглиблене вивчення данного методу для очищення води від інших неорганічних іонів.

Література

1. Малафеева А.В., Докучаева Ю.А. Соединения фтора – загрязнители поверхностных вод зоны влияния криолитового производства // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 4 (42). – С. 209–211.
2. Шугалей И.В., Гарабаджиу А.В., Илюшин М.А., Судариков А.М. Некоторые аспекты влияния алюминия и его соединений на живые организмы // Экологическая химия. – 2012. – 21, № 3. – С. 172–186.
3. ДСТУ 7525: 2014. Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості. – К.: Мінекономрозвитку України, 2014. – 26 с.
4. Коржнев М.М., Кошляков О.Є. Фтор у питних водах України та захворювання, пов'язані з ними.– Полтава: Зірка, 2002. – 354 с.
5. Карелин В.А. Водоподготовка. Физико-химические основы процессов обработки воды. – Томск: Изд. Томского политехнического университета, 2012. – 97 с.
6. Фрог Б.Н., Первов А.Г. Водоподготовка. – М.: Ассоциации строит. вузов, 2014. – 512 с.
7. Первов А.Г. Современные высокоэффективные технологии очистки воды с применением мембран: обратный осмос, нанофильтрация, ультрафильтрация. – М.: МГСУ, 2009. – 232 с.
8. Перспективы развития фундаментальных и прикладных исследований в области физики, химии и биологии воды / Под ред. В.В. Гончарука. – К.: Наукова думка, 2011. – 408 с.
9. Goncharuk V.V., Kucheruk D.D., Balakina M.N., Dulneva T.Yu. Water treatment by baromembranes methods based on ceramic membranes // Journal of Water Chemistry and Technology. – 2009. – Vol. 31, N 6. P. 396–404.
10. Sens M.L., Emmendoerfer M.L., Muller L.C. Water ltration through wood with helical cross- ow // Desalination and Water Treatment. – 2015. – Vol. 53. – P. 15–26.
11. Boutilier Michael S.H., Lee J., Chambers V., Venkatesh V., Karnik R. Water Filtration Using Plant Xylem // Plos One. – 2014. – Vol. 9. – P. 1–8. – Режим доступу до журн.: http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0089934.
12. Dulneva T.Yu., Titoruk G.N., Kucheruk D.D., Goncharuk V.V. Cleaning of waste water from direct dyes by the ultra- and nanofiltration ceramic membranes // Journal of Water Chemistry and Technology. – 2013. Vol. 35, N 4. P. 165–169.
13. Свитцов, А.А. Введение в мембранную технологию. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 208 с.
14. ГОСТ 4386-89. Вода питьевая. Метод определения массовой концентрации фторидов. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 10 с.
15. ГОСТ 18165-89. Вода питьевая. Метод определения массовой концентрации алюминия. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 8 с.
16. Дидик М.В., Кропачева Т.Н., Ермакова М.Е. Адсорбция фторид-ионов на оксиде алюминия // Вестник Удмуртского университета. Физика. Химия. – 2013. – Вип. 1. – С. 29–34.

17. Кучерук Д.Д. Динамические мембраны из гидроксополимеров алюминия // Химия и технология воды. – 1991. – Т. 13, № 7. – С. 664–669.
18. Пилипенко А.Т., Фалендыш Н.Ф., Пархоменко Е.П. Состояние алюминия в водных растворах // Химия и технология воды. – 1982. – Т. 4, № 2. – С. 135–150.

References

1. Malafeeva, A.V., Dokuchaeva, Ju.A. (2013). Soedineniya ftora – zagryazniteli poverhnostnyh vod zony vliyaniya kriolitovogo proizvodstva [Fluorine compounds - pollutants of surface waters of the zone of influence of cryolite production]. Proceedings of the Orenburg State Agrarian University, 4 (42), 209–211.
2. Shugalej, I.V., Garabadgiu, A.V., Ilushin, M.A., Sudarikov, A.M. (2012). Nekotorye aspekty vliyaniya aluminiya i ego soedinenij na zhyvye organizmy [Some aspects of the effect of aluminum and its compounds on living organisms]. Ecological chemistry, 21 (3), 172–186.
3. DSTU 7525: 2014. (2014). Voda pytna. Vymogy ta мetody kontroluvannya yakosti [Water is potable. Requirements and methods of quality control]. Minekonomrozvytku Ukrainy, 26.
4. Korzhnev, M.M., Koshyakov, O.E. (2002). Ftor u pytnyh vodah Ukraїni ta zahvorjuvannyapov'yazani z nimi [Fluorine in drinking water of Ukraine and diseases associated with them]. Zirka, 354.
5. Karelin, V.A. (2012). Vodopodgotovka. Fiziko-himicheskie osnovy processov obrabotki vody [Water treatment. Physico-chemical basis of water treatment processes]. Tomsk, Russia: Ed. Tomsk Polytechnic University, 97.
6. Frog, B.N., Pervov, A.G. (2014). Vodopodgotovka [Water treatment]. Moscow., Russia: The Association construction universities, 512.
7. Pervov, A.G. (2009). Sovremennye vysokoeffektivnye tekhnologii ochistki vody s primeneniem membran: obratnyy osmos, nanofiltratsiya, ultrafiltratsiya [Modern highly efficient water treatment technologies using membranes: reverse osmosis, nanofiltration, ultrafiltration]. Moscow., Russia: MGSU, 232.
8. Goncharuk, V.V. ed. (2011). Perspektivy razvitiya fundamentalnykh i prikladnykh issledovaniy v oblasti fiziki, khimii i biologii vody [Prospects for the development of fundamental and applied research in the field of physics, chemistry and biology of water]. Naukova dumka, 408.
9. Goncharuk, V.V., Kucheruk, D.D., Balakina, M.N., Dulneva, T.Yu. (2009). Ochistka vody baromembrannymi metodami na keramicheskikh membranakh [Water treatment by baromembranes methods based on ceramic membranes]. Journal of Water Chemistry and Technology, 31 (6), 396–404.
10. Sens, M.L., Emmendoerfer, M.L., Muller, L.C. (2015). Water filtration through wood with helical cross-flow. Desalination and Water Treatment, 53. 15–26.
11. Boutilier Michael, S.H., Lee, J., Chambers, V., Venkatesh, V., Karnik, R. (2014). Water Filtration Using Plant Xylem. Plos One, 9, 1–8. : http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0089934.
12. Dulneva, T.Yu., Titoruk, G.N., Kucheruk, D.D., Goncharuk, V.V. (2013). Ochistka stochnyh vod ot pryamyh krasiteley ultra- i nanofiltratsionnymi keramicheskimi membranami [Cleaning of waste water from direct dyes by the ultra- and nanofiltration ceramic membranes]. Journal of Water Chemistry and Technology, 35 (4), 165-169.
13. Svittsov, A.A. (2007). Vvedenie v membrannuyu tehnologiyu [Introduction to Membrane Technology]. Moscow., Russia: DeLi print, 208.
14. GOST 4386-89. (2002). Voda pitevaya. Metod opredeleniya massovoy kontsentratsii ftoridov. [GOST 4386-89. The drinking water. Method for determining the mass concentration of fluorides]. Moscow., Russia: Publishing house of standards, 10.
15. GOST 18165-89. (1990). Voda pitevaya. Metod opredeleniya massovoy kontsentratsii alyuminiya [GOST 18165-89. The drinking water. Method for determining the mass concentration of aluminum]. Moscow., Russia: Publishing house of standards, 8.
16. Didyk, M.V., Kropacheva, T.N., Ermakova, M.E. (2013). Adsorbtsiya ftorid-ionov na okside alyuminiya [Adsorption of fluoride ions on aluminum oxide]. Bulletin of the Udmurt University. Physics. Chemistry, 1, 29–34.
17. Kucheruk, D.D. (1991). Dinamicheskie membrany iz gidroksopolimerov alyuminiya [Dynamic membranes of aluminum hydroxocopolymers]. Journal of Water Chemistry and Technology, 13 (7), 664–669.
18. Pilipenko, A.T., Falendyish, N.F., Parhomenko, E.P. (1982). Sostoyanie alyuminiya v vodnyih rastvorah [The state of aluminum in aqueous solutions]. Journal of Water Chemistry and Technology, 4 (2), 135–150.

SUMMARY

T. Yu. Dulneva, L. A. Deremeshko, D. D. Kucheruk, V. V. Goncharuk. *Co-purification of water from aluminum and fluorine by the membrane from wood // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.105–112. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.013*

The high efficiency of the process of water purification from Al(III) hydroxy compounds with adsorbed F^- ions by a microfiltration tubular wood membrane is shown. The main regularities of this process are investigated and its technological parameters are determined.

It is established that such a high efficiency is due to the combined action of the adsorption of F^- by hydroxo-compounds Al(III) and their subsequent delay by the wood membrane. At the same time, an additional selective barrier was formed on the surface of the wood membrane in the form of a self-forming dynamic membrane of Al(III) hydroxo compounds with adsorbed F^- ions, which increased the efficiency of the process of water purification from them.

It is proposed to use such a membrane for joint water purification from aluminum and fluorine to the MPC of Al(III) and F^- ions in water at initial concentrations of F^- up to 10.0 mg/dm^3 and Al(III) to 30.0 mg/dm3, pH 6.5 to 7,2, an operating pressure of 1.0 MPa and a permeate recovery rate of up to 70 %.

Keywords: *wood membrane, microfiltration, F^- ions, Al(III) hydroxo compounds, dynamic membrane*

АННОТАЦИЯ

Т. Ю. Дульнева, Л. А. Деремешко, Д. Д. Кучерук, В. В. Гончарук. *Совместная очистка воды от алюминия и фтора древесной мембраной // Биоресурсы и природопользование. – 2018. – **10**, №3–4. – С.105–112. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.013*

Показана высокая эффективность процесса очистки воды от гидроксосоединений Al(III) с адсорбированными ионами F^- микрофильтрационной трубчатой древесной мембраной. Исследованы основные закономерности этого процесса и определены его технологические параметры.

Установлено, что такая высокая эффективность обусловлена комбинированным действием процессов адсорбции ионов F^- гидроксосоединениями Al(III) и последующей их задержкой древесной мембраной. При этом на поверхности древесной мембраны формировался дополнительный селективный барьер в виде самообразующейся динамической мембраны из гидроксосоединений Al(III) с адсорбированными ионами F^-, что увеличивало эффективность процесса очистки от них воды.

Предложено использовать такую мембрану для совместной очистки воды от алюминия и фтора до норм ПДК ионов Al(III) и F^- в воде при исходных концентрациях F^- до 10,0 мг/дм3 и Al(III) до 30,0 мг/дм3, pHисх 6,5 – 7,2, рабочем давлении 1,0 МПа и коэффициенте отбора пермеата до 70 %.

Ключевые слова: *древесная мембрана, микрофильтрация, ионы F^-, гидроксосоединения Al(III), динамическая мембрана*

УДК 665.327.3; 541.68

ОСОБЛИВОСТІ СИНТЕЗУ ТА КОПОЛІМЕРИЗАЦІЯ ВІНІЛЬНОГО МОНОМЕРУ НА ОСНОВІ ОЛИВКОВОЇ ОЛІЇ

В. Ф. КІР'ЯНЧУК, *аспірант*
Національний університет «Львівська політехніка»
З. І. ДЕМЧУК, *аспірант,*
А. С. ВОРОНОВ, *професор*
Державний університет Північної Дакоти (США)
А. М. КОГУТ, *доктор хімічних наук, доцент,*
С. А. ВОРОНОВ, *доктор хімічних наук, професор*
Національний університет «Львівська політехніка»
E-mail: vasuluna411@ukr.net; stanislav.voronov@gmail.com

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.014

Із застосуванням реакції перестерифікації оливкової олії N гідроксиетилакриламідом синтезовано акриловий мономер – акрилоїламіно¬етилолеат. Хімічна структура нового мономеру підтверджена методом 1Н ЯМР-спектроскопії. В умовах мініемульсійної кополімеризації одержані латекси кополімерів акрилоїламіноетилолеату з метилметакрилатом та стиролом. Присутність фрагментів акрилоїламіноетилолеату в макромолекулах латексних полімерів надає їм гнучкості, збільшує гідрофобність латексних плівок та підвищує водостійкість. Збільшення вмісту фрагментів акрилоїламіноетилолеату в макромолекулах забезпечує наявність пластифікаційного ефекту і відповідне зниження температури склування латексних кополімерів, що дозволяє одержувати гнучкі полімерні покриття з регульованими фізико-механічними властивостями.

Ключові слова: *відновлювальна сировина, оливкова олія, рослинний мономер, латекси, пластифікація, гідрофобні покриття*

Актуальність. Протягом останніх двох десятиліть значно зріс інтерес до біоресурсів. Відновлювальна сировина, головним чином рослинні олії, стала широко використовуватись для синтезу нових мономерів та полімерних матеріалів, завдяки їх доступності, біодеградабельності та низькій вартості. Це надає унікальні можливості для одержання оздоблювальних матеріалів для інтер'єрів житлових будинків, офісів та меблів. Часткова заміна синтетичної сировини на відновлювальну дозволяє отримати платформу для створення спеціальних полімерів/композитів з широким спектром властивостей, у тому числі біосумісності. Рослинні олії, які мають у складі тригліцериди жирних кислот, є доступною сировиною для різних галузей хімічних технологій, зокрема, для створення гідрофобних мономерів. Гідрофобні мономери на основі рослинних олій можуть використовуватись у виробництві водостійких полімерних покрить, пластифікаторів, фарб, адгезивів тощо. Таким чином, синтез із рослинних олій нових

мономерів, які мають унікальні властивості (біосумісність, гідрофобність, здатність до надання ефекту внутрішньої пластифікації полімерів), є актуальною проблемою сучасних досліджень у полімерній хімії.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз сучасних публікацій показав, що особливу увагу дослідників привертають гідрофобні мономери на основі відновлювальної сировини, зокрема рослинних олій [1]. Широкий асортимент олій дозволяє задовільнити потреби сучасної промисловості, зокрема переробку полімерних матеріалів завдяки створенню нового типу пластифікаторів, які забезпечують внутрішньо-молекулярну пластифікацію полімерів [2]. Гідрофобні мономери широко застосовуються в будівельній промисловості для одержання високоефективних водостійких захисних покрить. Взаємодією тригліцеридів рослинних олій з аміноспиртами одержані N-гідроксиалкіламіди та гідрофобні метакрилатні мономери [3]. Нещодавно синтезовано гідрофобний метакрилатний мономер, через приєднання ліноленової кислоти до гліцидилметакрилату [4]. У нашій групі розроблено одностадійний метод синтезу вінільного мономеру акрилоїламіноетилсояту через реакцію перестерифікації N-гідроксиетилакриламідом тригліцеридів соєвої олії [5]. Вільнорадикальна кополімеризація водних дисперсій мономерів є відомим, доступним та ефективним способом синтезу різних макромолекул з необхідними властивостями. Показано, що найзручнішим і найефективнішим методом одержання кополімерів на основі гідрофобних мономерів є мініемульсійна полімеризація, яка дозволяє синтезувати латексні кополімери та плівкоутворювачі на їх основі з регульованими фізико-механічними властивостями [6].

Мета дослідження – синтез мономеру на основі тригліцеридів оливкової олії – акрилоїламіноетилолеату, дослідження його мініемульсійної кополімеризації і фізико-механічних властивостей латексних плівок на основі кополімерів.

Матеріали і методи досліджень. Оливкова олія (Bertolli, Houston, TX), N-гідроксиетилакриламід (HEAAm; TCI America), додецилсульфат натрію (SDS, VWR, Solon, OH) та динітрил азо-біс-ізомасляної кислоти (ДАК, Sigma-Aldrich, St. Louis, MO) використовували без додаткової очистки і зберігали у холодильнику при низькій температурі. Стирол (Ст) та метилметакрилат (ММА) (99 %, Alfa Aesar, Heysham, England) переганяли перед використанням.

Акрилоїламіноетилолеат синтезували з використанням реакції перестерифікації тригліцеридів оливкової олії N-гідроксиетилакриламідом у присутності каталітичної кількості гідроксиду натрію за методом [5].

Латекси на основі рослинних мономерів синтезували шляхом мініемульсійної кополімеризації з метилметакрилатом та стиролом згідно [6].

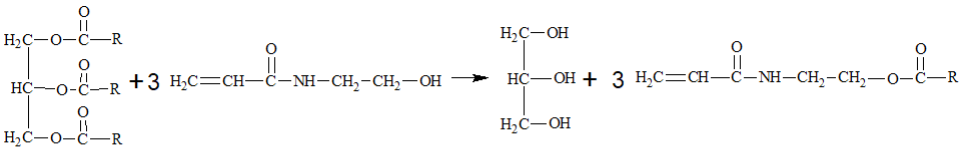
Хімічну структуру синтезованого мономеру підтверджували ^{1}H ЯМР спектроскопією (Bruker, частота 400 МГц). Середньо-чисельну молекулярну масу (Mn) кополімерів визначали гель-проникною хроматографією (модульний хроматограф Waters Corporation, насос - Waters 1515 HPLC, детектор показника заломлення Waters 2410, дві колонки 10 мкм PL-gelmixed-B, температура колонок 40°C, розчинник –тетрагідрофуран). Уміст сухого залишку латексу визначали гравіметрично. Температуру склування латексу визначали диференційною скануючою калориметрією ДСК (калориметр TA Instruments Q1000) в режимах нагрів / охолодження / нагрів (-40°C / 150°C) з продуванням сухим азотом через зразок при швидкості потоку 50 мл/хв. Швидкість нагрівання/охолодження зразків - 10-20°C / хв.

Латексні плівки утворювали шляхом нанесення латексу на чисту скляну підкладку з використанням прорізання стрічки товщиною 8 міліметрів та витримуючи при підвищеній температурі протягом 3-5 годин. Отримані плівки відшаровували від підкладки після затвердіння. Для оцінки механічних властивостей на розтяг, латексні плівки були протестовані з використанням Instron 2710-004 (максимальне навантаження 500 Н). Зразки плівки мали прямокутну форму (довжина – 25 мм, ширина – 5 мм). Товщина плівок вимірювалася перед кожним випробуванням. Механічні властивості латексних матеріалів характеризували динамічним механічним аналізом (TA Instruments Q800). Контактні кути змочування водою вимірювали за допомогою аналізатора контактного кута змочування та поверхневої енергії FTA 125.

Результати досліджень та їх обговорення. Особливістю синтезу мономерів на основі рослинних олій за методом [5], є застосування, як реагенту, N-гідроксиетилакриламіду в реакції перестерифікації тригліцеридів рослинних олій (Рис. 1).

Очевидно, що N-гідроксиетилакриламід можна розглядати як реагент – спирт ROH, де ненасичений фрагмент CH_2=CH-C(O)-NH-CH_2-CH_2- є залишком -R. У процесі алкоголізу (перестерифікації) відбувається обмін залишками між тригліцеридом і N-гідроксиетилакриламідом з утворенням відповідних мономерів. Відомо, що у складі тригліцеридів оливкової олії містяться - три залишки олеїнової кислоти, або комбінація залишків: пальмітинова-олеїнова-олеїнова, олеїнова-олеїнова-лінолева, пальмітинова-олеїнова-лінолева, або стеаринова-олеїнова-олеїнова. Тоді реакцію перестерифікації (алкоголізу) для тригліцериду оливкової олії з залишками кислот: олеїнова-олеїнова-олеїнова, можна записати згідно теорії Ганстоуна наступним чином (Рис. 2).

Аналогічно може бути записана реакція перестерифікації для тригліцеридів оливкової олії з залишками кислот: пальмітинова – олеїнова-олеїнова, олеїнова – олеїнова – лінолева, пальмітинова – олеїнова – лінолева, стеаринова – олеїнова – олеїнова, з утворенням суміші відповідних мономерів. Як відомо, склад кожної олії відрізняється, в залежності від типу сировини. Тому наступним важливим кроком було встановити вміст залишків жирних кислот у тригліцеридах комерційної оливкової олії, яка використовувалася для синтезу у цій роботі. Вміст фрагментів жирних кислот в олії визначали з інтегральних інтенсивностей піків від характерних сигналів протонів кожного жирного ацильного залишку і фрагментів гліцерину в ^{1}H ЯМР спектрі (Рис. 3А) [7].



Жирні кислоти у складі тригліцеридів оливкової олії	
R —$CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	стеаринова
R —$CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	пальмітинова
R —$CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH=CHCH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_3$	олеїнова
R —$CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH_2CH_2CH_3$	лінолева
R —$CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH_3$	ліноленова

Рис. 1. Схема синтезу мономеру на основі оливкової олії через реакцію перестерифікації, де R – фрагменти жирних кислот

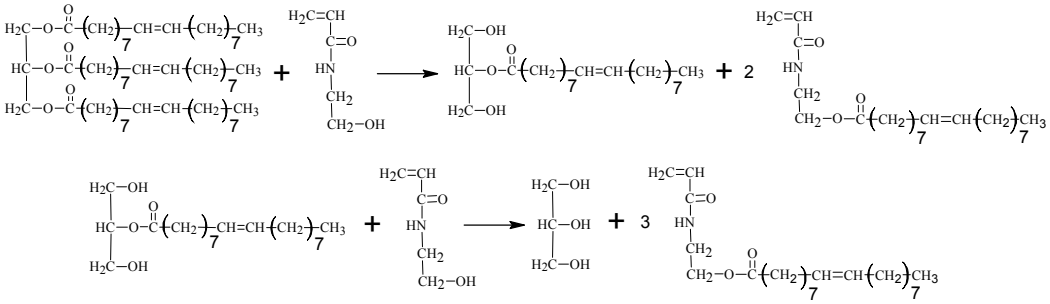


Рис. 2. Схема перестерифікації тригліцериду оливкової олії з залишками кислот: олеїнова–олеїнова–олеїнова

Визначений вміст фрагментів представлений у Таблиці 1. Отримані дані задовільно погоджуються з літературними даними, отриманими за допомогою газ-хроматографії оливкової олії [8].

З метою досягнення повної перестерифікації тригліцеридів синтез проводили із надлишком N-гідроксиетилакриламіду. Було встановлено, що в середовищі полярного розчинника тетрагідрофурану, вдалося отримати найвищий вихід кінцевого продукту (мономеру) – 94-96 %. Побічний продукт реакції (гліцерин) та надлишок N-гідроксиетилакриламіду відмивали водним розчином NaCl. При цьому цільовий мономер, що має дуже низьку розчинність у воді, залишався в органічній фазі. Проведені дослідження показали, що оптимальним інгібітором радикальної полімеризації акрилоїламіноетилолеату є 2,6-дитретбутил- п-крезол - 0,05 - 0,1 % мас. від кількості мономеру.

У подальшому, визначили вміст залишків жирних кислот у суміші мономерів, які одержані після перестерифікації оливкової олії N-гідроксиетилакриламідом, через розрахування співвідношення інтегральних інтенсивностей сигналів протонів у ПМР спектрах комерційної олії (Рис. 3А) та отриманої суміші мономерів (Рис. 3Б). Так, згідно даних ^{1}H ЯМР-спектроскопії після перестерифікації оливкової олії, мономерна суміш складається із: насичених ацильних залишків жирних кислот ($C_{18:0}$) – 10,56 % (стеаринова та пальмітинова); ацильних залишків з фрагментами олеїнової кислоти ($C_{18:1}$) –82,11 %; ацильних залишків з фрагментами лінолевої кислоти ($C_{18:2}$) – 6,6 %; ацильних залишків з фрагментами ліноленової кислоти ($C_{18:3}$) – 0,73 %.

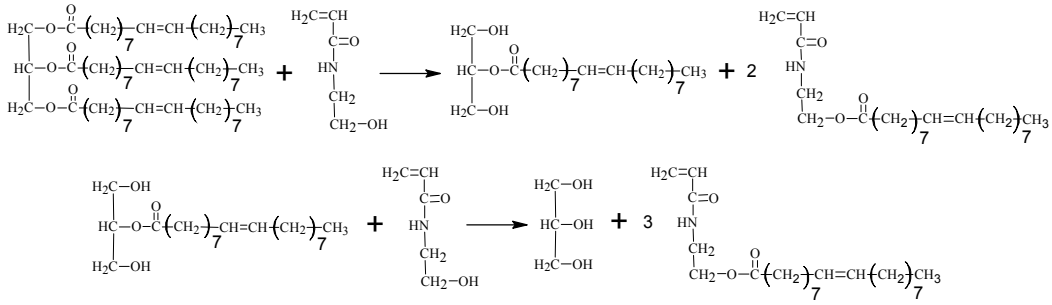


Рис. 3. 1Н ЯМР спектр оливкової олії (А) та мономеру на її основі (Б)

1. Вміст фрагментів жирних кислот у олії.

Фрагменти жирних кислот	Сигнали (протони)	Коефіцієнт корекції поля		Вміст фрагментів жирних кислот в олії,%	
			%	Розрахований	у літературі
С18:3 (Е)	0,95-1,05 м.ч. ($-CH_3$)	2Н/9Н	22,2	0,73	менше 1 %
С18:2 (А)	2,75-2,85 м.ч. ($-CH=CH-CH_2-CH=CH-$)	2Н/6Н	33,3	8,06 - 2·0,73 = 6,6	3,5-21
С18:1 (С)	1,97-2,11 м.ч ($-CH_2-CH=CH-CH_2-$)	2Н/12Н	16,7	87,56–(0,73+6,6)= =80,23	55-83 %
Вміст насичених жирних кислот :				100–(0,73+6,6+80,23)= =12,44	1-20 %

Таким чином, домінуючою складовою суміші мономерів є акрилоїламіноетилолеат (ОМ) – мономер із залишками олеїнової кислоти (82,11 %). ^{1}Н ЯМР-спектр акрилоїламіноетилолеату наведено на Рис. 3Б, у якому наявність характерних піків протонів при 6,6 м.ч., вказує на присутність N-акрилоїламідного фрагменту (протони акрилового подвійного зв'язку), а піки при 3,6 і 4,20 м.ч. відповідають протонам двох метиленових груп, розташованих між амідною та естерною групами. Піки від 0,8 до 2,8 м.ч. відповідають сигналам фрагментів жирних кислот. Наявність піків – 5,3 - 5,44 м.ч. вказує на присутність воднів біля подвійного вуглець-вуглецевого зв'язку в ацильному залишку жирної кислоти. Піки 1,98 - 2,14 м.ч. вказують на присутність воднів в -положенні до подвійного зв'язку (алільних воднів), здатних до участі в реакції передачі ланцюга та утворення малоактивних радикалів.

Для характеристики акрилоїламіноетилолеату були визначені його фізико-хімічні константи. Ступінь ненасиченості визначали через йодне число мономеру, яке є більшим (110 г/100 г) у порівнянні з значенням для олії (90 г/100 г). Це пояснюється наявністю подвійного зв'язку у акрилоїламідному фрагменті. Низька розчинність ОМ у воді ($9,2 \times 10^{-4}$%) вказує на його високу гідрофобність. Проведені дослідження гомополімеризації ОМ (при 70 - 85°С, ініціатор – ДАК 0,038 моль/л, розчинник – толуол) показали, що вона протікає зі швидкістю $1,22\text{-}4,53 \cdot 10^{-4}$ моль/(л·с), при цьому середньо-чисельна молярна маса становить 16800-23200 г/моль.

В подальшому, було синтезовано латекси на основі сумішей ОМ із ММА та Ст з використанням мініемульсійної кополімеризації. Отримані латекси містять сухий залишок у кількості 22-40 %, конверсія мономерів складає 80-9 5% (Табл. 2). Аналіз даних температури склування кополімерів – T_c (Табл. 2), показує, що присутність фрагментів ОМ в латексних кополімерах приводить до її зменшення. Внаслідок ефекту внутрішньо-молекулярної пластифікації (через наявність ненасичених фрагментів ОМ), синтезовані латексні кополімери стають більш гнучкими, у порівнянні із гомополімерами полі(метил метакрилату) (T_c = 105°С) та полі(стиролу) (T_c = 100°С). Відомо, що всі структурні зміни, які приводять до збільшення гнучкості макромолекул одночасно сприяють зниженню T_c. Внутрішньо-молекулярна пластифікація кополімерів здійснюється через включення в полімерний ланцюг ланок ОМ з довгими ацилами жирних кислот у вигляді бокових відгалужень, які розташовуються вздовж основного макроланцюга і, так би мовити, «розсовують» макромолекули в полімерній матриці, збільшуючи відстань між ними.

3. Механічні властивості латексних плівок на основі кополімерів ОМ з ММА та СТ

Комономер	W, %мас.	E, МПа	σ, МПа	ε_b, %	Міцність×10–4, Дж/м3
ММА	20	420	1,4	0,7	1,8
	40	131	3,3	243	180
Ст	25	710	8,8	4	15
	40	290	4,4	24	25
	50	92	3,3	245	130
	60	2,1	2,3	275	170

*W - вміст ОМ у суміші, E - модуль Юнга, σ - міцність на розрив, εb - відносний розтяг при розриві.

З таблиці 2 видно, що молекулярні маси отриманих латексних кополімерів зменшуються зі збільшенням вмісту ОМ у вихідній мономерній суміші. Це пояснюється впливом деградаційної передачі ланцюга на фрагменти мономеру (алільний обрив), через наявність алільних атомів водню в ацилах жирних кислот ОМ [5].

Як відомо, пластифікація полімеру приводить до зниження його модуля пружності (модуля Юнга), збільшення еластичності та відносного розтягу полімеру при розриві. Відносний розтяг при розриві – це оцінка гнучкості плівки, що визначається як здатність плівки деформуватися перед розривом. Механічні властивості одержаних латексних плівок суттєво змінюються при включенні ланок ОМ в полімерний ланцюг (табл. 3). Модуль Юнга для латексних полімерних плівок зменшується зі збільшенням вмісту оливкового мономеру в латексному полімері. При цьому спостерігається збільшення відносного розтягу при розриві досліджуваних латексних плівок. Ці дані підтверджують ефект внутрішньо-молекулярної пластифікації фрагментів ОМ у кополімері. Таким чином, введення ланок ОМ у макромолекули перетворює жорсткий полімерний матеріал на гнучкий плівкоутворюючий.

Разом з тим, окрім покращення механічних властивостей латексних плівок, фрагменти рослинних олій підвищують водостійкість плівок (покриттів), виготовлених з латексів, через надання їм гідрофобності.

Для визначення ступеня гідрофобності, вимірювали контактні кути змочування поверхні покриття водою покриттів з вмістом 40 % мас. ОМ у кополімері. Кут змочування покриття водою зростає з 68° (для ПММА) до 80° (для 40 % мас. ОМ). Це вказує на те, що наявність ланок ОМ у кополімерах з ММА знижує поверхневу енергію латексних покриттів, тобто підвищує їх гідрофобність.

Висновки і перспективи. Синтезовано мономер на основі оливкової олії – акрилоїламіноетилолеат та визначено його фізико-хімічні характеристики. Хімічну структуру мономеру підтверджено методом ^{1}H ЯМР-спектроскопії. В умовах мініемульсійної кополімеризації одержані латекси кополімерів акрилоїламіноетилолеату з метилметакрилатом та стиролом. Збільшення вмісту фрагментів акрилоїламіноетилолеату у латексних полімерах забезпечує наявність пластифікаційного ефекту, що підтверджується зниженням температури склування латексних кополімерів. У разі збільшення вмісту ланок рослинного мономеру у латексному полімері спостерігається зменшення модуля Юнга та збільшення відносного розтягу при розриві, що підтверджує наявність ефекту внутрішньо-молекулярної пластифікації. Показано, що наявність ланок ОМ у латексних кополімерах збільшує гідрофобність латексних плівок та підвищує їх водостійкість.

Автори вдячні United Soybean Board, North Dakota Department of Commerce, National Science Foundation ND EPSCoR за фінансову підтримку проведених досліджень.

References

1. Mirna, A. Mosiewicki, Mirta, I. Aranguren. (2010). A short review on novel biocomposites based on plant oil precursors. European Polymer Journal. 49, 1243–1256.
2. Xia, Y., Larock, RC. (2010). Vegetable oil-based polymeric materials: synthesis, properties, and applications. Green Chemistry. 12 (11), 1893–909.
3. Yuan, L., Wang, Z., Trenor, N. M., Tang, C. (2015). Robust Amidation Transformation of Plant Oils into Fatty Derivatives for Sustainable Monomers and Polymers. Macromolecules. 48, 1320−1328.
4. Moreno, M., Miranda, J. I., Goikoetxea. M., Barandiaran, M. (2014). Sustainable polymer latexes based on linoleic acid for coatings applications. Progress in Organic Coatings. 77, 1709−1714.
5. Tarnavchyk, I., Popadyuk, A., Popadyuk, N., Voronov, A. (2015). Synthesis and Free Radical Copolymerization of a Vinyl Monomer from Soybean Oil. ACS Sustainable Chemistry & Engineering. 3, 1618−1622.
6. Demchuk, Z., Shevchuk, O., Tarnavchyk, I., Kirianchuk, V., Lorenson, M., Kohut, A., Voronov, S., Voronov, A. (2016). Free Radical Copolymerization Behavior of Plant Oil-Based Vinyl Monomers and Their Feasibility in Latex Synthesis. ACS Omega. 1, 1374−1382.
7. Barison, A., Silva, C., Campos, F., Simonelli, F., Lenz, C., Ferreira, A. (2010). A simple methodology for the determination of fatty acid composition in edible oils through 1H NMR spectroscopy. Magnetic Resonance in Chemistry. 48 (8), 571-659.
8. Boskou, D. (2006). Olive Oil Chemistry and Technology, 2nd Edition. New York. AOCS Publishing, 288.

SUMMARY

V. F. Kirianchuk, Z. I. Demchuk, A. S. Voronov, A. M. Kohut, S. A. Voronov. *Features of synthesis and copolymerization of vinyl monomer based on olive oil // Biological Resources and Nature Managment. − 2018. − **10**, №3–4. − P.113–119. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.014*

Using the reaction of transesterification of olive oil with N-hydroxyethyl acrylamide, an acrylic monomer, (acryloylamino)ethyl oleate, was synthesized. The chemical structure of the new monomer was confirmed by 1H NMR spectroscopy. Through the miniemulsion copolymerization, latex copolymers of (acryloylamino)ethyl oleate with methyl methacrylate and styrene were obtained. The presence of the (acryloylamino)ethyl oleate fragments in the latex polymer macromolecules provides them with flexibility, increasing the hydrophobicity and water resistance of the latex films. An increase of the content of fragments of (acryloylamino)ethyl oleate in the macromolecules ensures the appearance of plasticizing effect and a decrease of the glass transition temperature of the latex copolymers, which enables the formation of flexible polymer coatings with controlled physico-mechanical properties.

Keywords: *renewable materials, olive oil, plant oil-based monomer, latexes, plasticizing, hydrophobic coatings*

АННОТАЦИЯ

В. Ф. Кір'янчук, З. І. Демчук, А. С. Воронов, А. М. Когут, С. А. Воронов. *Особенности синтеза и сополимеризации винильного мономера на основе оливкового масла // Биоресурсы и природопользование. − 2018. − **10**, №3–4. − С.113–119. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.014*

С применением реакции перэстерификации оливкового масла N гидроксиэтилакриламидом синтезирован акриловый мономер − акрилоил-аминоэтилолеат. Химическая структура нового мономера подтверждена методом 1Н ЯМР-спектроскопии. В условиях миниэмульсионной сополимеризации полученные латексы сополимеров акрилоиламиноэтилолеата с метилметакрилатом и стиролом. Присутствие фрагментов акрилоиламино-этилолеата в макромолекулах латексных полимеров придает им гибкость, увеличивает гидрофобность латексных пленок и повышает водостойкость. Увеличение содержания фрагментов акрилоиламиноэтилолеата в макромолекулах обеспечивает наличие пластификационного эффекта и снижение температуры стеклования латексных сополимеров, что позволяет получать гибкие полимерные покрытия с регулируемыми физико-механическими свойствами..

Ключевые слова: *возобновляемое сырье, оливковое масло, растительный мономер, латекс, пластификация, гидрофобные покрытия*

УДК 546.27(05)

ПЕРЕТВОРЕННЯ БОРНОЇ КИСЛОТИ З ГІДРОКСИЛВМІСНИМИ СПОЛУКАМИ В ТВЕРДОФАЗНІЙ СИСТЕМІ

С. В. ПРИМАЧЕНКО, *аспірант*
В. І. МАКСІН, *доктор хімічних наук, професор*
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mal: svp@nau.edu.ua

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.015

В статті розглянуті питання визначення впливу умов твердофазних перетворень (температура, мольне співвідношення реагентів) на перебіг реакції борної кислоти з діолами (D-маніт, D-сорбіт).

Методом ІЧ-спектроскопії показано, що в твердофазній системі за різних умов борна кислота зазнає відмінностей в перебігу перетворень з гідроксилвмісними сполуками.

Методом ІЧ-спектроскопії показано, що реакція утворення комплексного інгредієнту в твердофазній системі спостерігається вже за кімнатної температури.

Методом ІЧ-спектроскопії доведено, що на утворення проміжного комплексного інгредієнта впливає мольне співвідношення реагентів.

Ключові слова: *борна кислота, D-маніт, D-сорбіт, твердофазна система, комплексний інгредієнт, мольне співвідношення*

Актуальність. Для нормального розвитку, життєдіяльності та розмноження рослин бор (B) є одним з надважливих мікроелементів [1, 2]. Бор необхідний рослинам протягом усього життя, оскільки бере участь в регуляції росту і розвитку репродуктивних органів, в транспорті вуглеводів, зокрема цукрів, синтезі клітинних стінок, підвищує інтенсивність фотосинтезу, покращує вуглеводний, нуклеїновий і білковий обмін, активізує діяльність ферментів, позитивно впливає на процеси ділення клітин [3].

Вважається, що міграція бору у ґрунтах і рослинах відбувається у вигляді аніону $(BO)_4^{-3-}$, який утворюється з розчинної форми бору боровмісних добрив. Показано [4], що засвоєння рослинами бору відбувається повніше за наявністю у боровмісних сполуках залишків вуглеводів, спиртів, або коли бор входить до складу комплексних аніонів.

Дефіцит бору веде не тільки до зниження врожаю сільськогосподарських культур, але й до погіршення його якості [5, 6].

У зв'язку з цим застосування боровмісних добрив і забезпечення рослин цим елементом сприяє як збільшенню врожайності, так й значному підвищенню якості продукції.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. З метою покращення і надання бажаних властивостей добривам синтезуються нові боровмісні сполуки. Так, боретаноламін став на сьогоднішній день одним з найпоширеніших боровмісних добрив нового покоління [5, 6]. Він має високу розчинність, великий питомий вміст бору.

Припускається, що бор у цих добривах знаходиться в такій формі, яка сприяє повнішому засвоєнню його рослинами.

Борна кислота має добре виражену здатність утворювати комплекси з діольними групами, розташованими в цис-позиціях (рис. 1). До сполук із цис-розташуванням гідроксильних груп відносяться вуглеводи, високомолекулярні спирти, феноли та деякі інші гідросилвмісні сполуки. Однак стабільність комплексів бору з цими сполуками є невисокою [4,7].

Для дослідження таких перетворень важливим є вивчення впливу умов реакції на здатність борної кислоти утворювати комплексні аніони з гідроксилвмісними сполуками.

Мета дослдіження – встановлення закономірностей температурних твердофазних перетворень борної кислоти з гідроксилвмісними сполуками.

Матеріали і методи. Для визначення подібності і відмінностей в перетвореннях за різних умов реакції борної кислоти з гідроксилвмісними сполуками досліджувались реакційні системи, що складалися з борної кислоти і відповідного діолу (D-маніту, D-сорбіту).

1. *Вихідні суміші.* До 0,1 моль борної кислоти кожної реакційної системи додавали 0,1 моль відповідного діолу (мольне співвідношення 1:1) і змішували в тиглі за кімнатної температури. Зразок такої суміші досліджували методом ІЧ-спектроскопії.

2. *І серія дослідів.* 0,1 моль кожної із складових реакційних систем (борна кислота, діол, мольне співвідношення 1:1) окремо нагрівали у сушильній шафі від 25°С до 171°С до моменту початку плавлення вихідних сполук, після чого змішували відповідні складові реакційних систем. Утворювалась склоподібна маса, зразок якої досліджували методом ІЧ-спектроскопії.

3. *ІІ серія дослідів.* Експеримент виконували аналогічно І серії дослідів, але за мольним співвідношенням реагентів (борна кислота, діол) 2:1.

Результати та їх обговорення. У процесі реакції борної кислоти з гідроксилвмісними сполуками у твердофазній системі відбуваються складні хімічні перетворення, під час яких виникають і зникають різноманітні проміжні сполуки. Через нестабільність і нетривалий час існування їх не можна виділити або виявити звичайними хімічними методами.

$$B(OH)_3 + OH^- \rightleftharpoons B(OH)_4^- \quad (1)$$

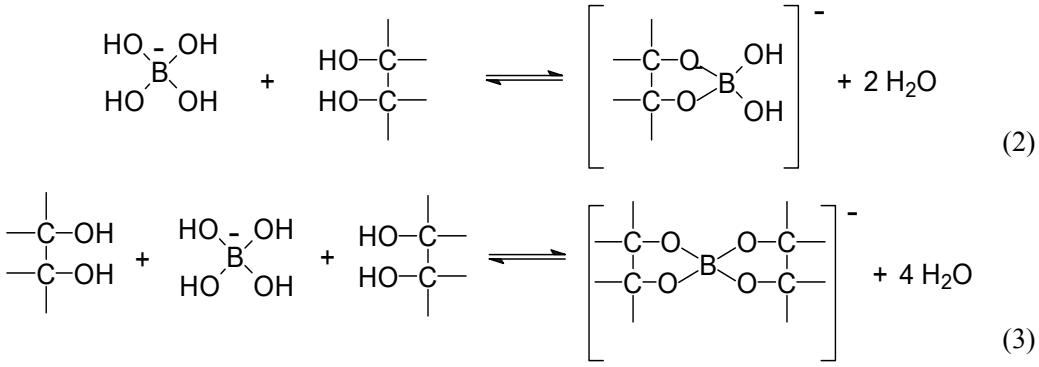


Рис. 1. Перетворення борної кислоти (1); боратних аніонів з дигідроксильними групами (2–3).

Для ідентифікації таких проміжних сполук з метою встановлення закономірностей в перебігу реакції був використаний метод ІЧ-спектроскопії.

Досліджувались таблетовані зразки суміші в співвідношенні 1 мг речовини на 200 мг KBr. ІЧ-спектри реєструвалися спектрометром Perkin Elmer Spectrum one FT-IR Spectrometer (300-4000 $см^{-1}$).

1. *Вихідні суміші.* Порівняння ІЧ-спектрів борної кислоти і вихідної суміші реакційної системи борна кислота, D-маніт (рис.2) дає такі припущення.

В ІЧ-спектрі вихідної суміші, порівняно з ІЧ-спектром борної кислоти, спостерігається різке зменшення інтенсивностей смуг поглинання, що відповідають О–Н коливанням в борній кислоті (3212, 2265, 1198, 1471 та 1414 $см^{-1}$). Це дозволяє припустити можливу слабку взаємодію борної кислоти і D-маніту з утворенням комплексного іону вже у разі розтирання суміші за кімнатною температурою [8, 9].

Порівняння ІЧ-спектрів борної кислоти і вихідної суміші реакційної системи борна кислота, D-сорбіт (рис. 3) дає таке припущення.

Аналіз ІЧ-спектрів борної кислоти і вихідної суміші (борна кислота і D-сорбіт) свідчить про можливе утворення комплексного іону як результат слабкої взаємодії гідроксильної групи діолу з борною кислотою (зменшення інтенсивностей характеристичних смуг поглинання, які відповідають υ коливанням О–Н груп борної кислоти (3212, 2265, 1198, 1471 та 1414 $см^{-1}$).

Відсутність смуг поглинання в області 900–1000 $см^{-1}$ дозволяє спростувати вірогідність утворення тетракоординованого бору [8,9].

2. І і ІІ серії дослідів. Порівняння ІЧ-спектрів кінцевих продуктів реакції борної кислоти і D-сорбіту: 1) у мольному співвідношенні 1:1 (І серія дослідів) і 2) у мольному співвідношенні 2:1 (ІІ серія дослідів) дає таке припущення (рис.4).

Порівняльний аналіз ІЧ-спектрів продуктів (І серія дослідів) і (ІІ серія дослідів) свідчить про перебіг реакції борної кислоти з D-сорбітом з певними відмінностями. Виходячи з появи смуги поглинання при 952 $см^{-1}$ у продукті (І серія дослідів) можна припуститися думки, що за цих умов реакція борної кислоти з D-сорбітом відбувається через проміжне утворення комплексу чотирьохкоординованого бору. В ІЧ-спектрі продукту (ІІ серії дослідів) така смуга поглинання відсутня, що свідчить про інший, відмінний шлях перетворення борної кислоти.

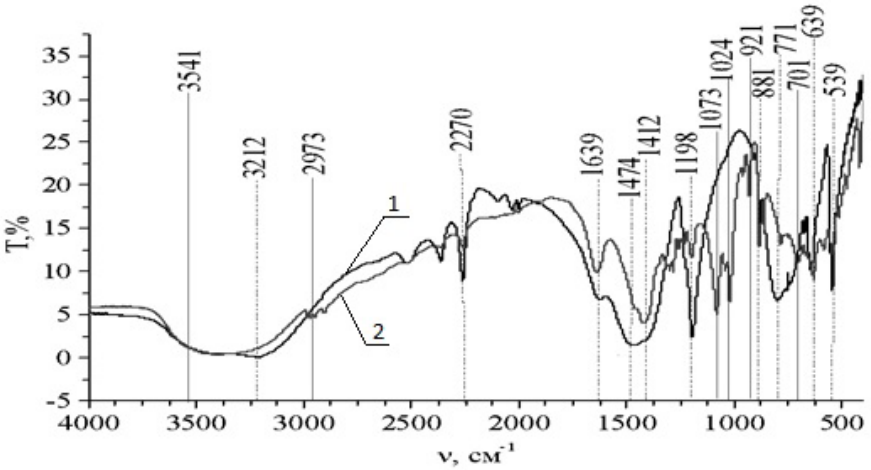


Рис. 2. ІЧ–Спектри борної кислоти (1 лінія) та вихідної суміші борної кислоти та D–маніту (2 лінія)

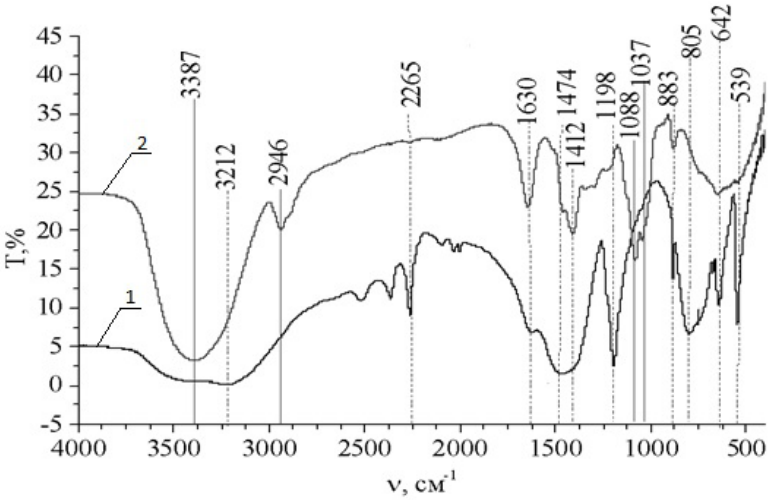


Рис. 3. ІЧ–Спектри борної кислоти (1 лінія) та вихідної суміші борної кислоти та D–сорбіту (2 лінія)

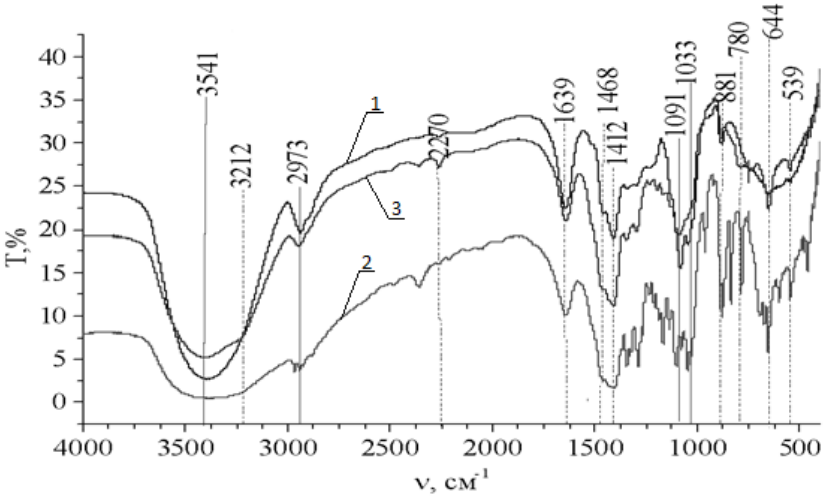


Рис. 4. ІЧ–Спектри взаємодії борної кислоти з D–сорбітом (1 лінія) в мольному співвідношенні 1:1 (2 лінія) та 2:1 (3 лінія)

Висновки і перспективи. Методом ІЧ-спектроскопії показано, що в твердофазній системі за різних умов борна кислота зазнає відмінностей в перебігу перетворень з гідроксилвмісними сполуками.

Методом ІЧ-спектроскопії показано, що реакція утворення комплексного інгредієнту в твердофазній системі спостерігається вже за кімнатної температури.

Методом ІЧ-спектроскопії доведено, що на утворення проміжного комплексного інгредієнта впливає мольне співвідношення реагентів.

Реакція взаємодії борної кислоти з гідроксилвмісними сполуками зазвичай відбувається у водних розчинах за наявністю сульфатної кислоти (каталізатор). Рухливість молекул у розчині значна, тому

імовірність зіткнення діольних груп у цис-положеннях достатньо висока.

У разі твердофазної системи рухливість молекул обмежена, велика поверхня розподілу і неповна гомогенізація суміші заважають міжмолекулярній взаємодії. Натомість, підвищені температури значно прискорюють реакцію, а випаровування води суттєво зміщує рівновагу реакції в бік утворення кінцевого продукту.

Оскільки реагенти досліджуваних реакційних систем мають невисокі температури плавлення, підвищення температури приводить до розм'якшення суміші і плавленню реагентів. Фактично взаємодія відбувається в розплаві, де міжфазові границі відсутні, а рухливість молекул зростає.

Таким чином, показана перспективність використання твердофазної системи для синтезу бороорганічних естерів. Встановлення структури борвмісних сполук та оптимізація умов синтезу потребують подальшого дослідження.

Література

1. Искужина Р. Р., Галиахметов Р. Н., Мустафин А. Г. Синтез пентабората аммония. Кристаллическая структура и ИК-спектры поглощения NH4[B5O6(OH)4]•2H2O. // Вестник Башкирского университета. 2012, Т. 17. № 3. С. 1253–1257.
2. Искужина Р. Р. Новые фунгициды на основе. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011, Т.13. №5. С. 58–60.
3. Сидоров В.И., Котнева И.В., Котлярова И.А. Природа модифицирования целлюлозы аминоэтилборной кислотой по данным рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии // Лесной вестник. 2009, №4 (67). С. 130–133.
4. Maton. T., Kobayashi., Boron and calcium, essential inorganic constiiuents of pectic polysaccharides in higher plant cells. J.Plant Res. 1998. 111. 179-190.
5. Суворова, Е.Е. Физиолого-биологические особенности влияния бора и салициловой кислоты на рост, развитие и устойчивость роз в условиях защищенного грунта: дис. ... канд. биол. наук. Москва. 2014. 99 с.
6. Состав для стимулирования роста и развития сельскохозяйственных культур: Пат. №2358429 Россия. заявл. 28.12.2007; опубл. 20.06.2009, Бюл. № 17.
7. Шварц Е.М. Комплексные соединения бора с полиоксисоединениями. Рига. 1968. 244 с.
8. Накамото К. ИК-спектры и спектры поглощения КР неорганических и координационных соединений. Москва. 1991. 536 с.
9. Тарасевич Б.Н. ИК спектры основных классов органических соединений Москва. 2012. 55 с.

References

1. Bilai, V. I. (1990). Opredelitel toksinobrazuyushchykh mikromycetov [Guide to toxin producing fungi]. Naukova dumka, 236.
2. Koval', E. Z. (2014). Penitcilii v navkolyshnyome seredovyshchi Ch. 2: Vyznachnyk penitcyliiv I dzherels yikh isnuvannya [Penicillii in the environment. Part 2. Identification]. Naukova dumka, 386.
3. Laboratornyye issledovaniya v veterinarii: biokhimicheskiye i mikologicheskiye. (1991). [Laboratory researches in veterinary: biochemical and mycological]. Moscow: Agropromizdat, 287.
4. Mikotoksiny v kormakh. Kontrol' i profilaktika. (2014). [Mycotoxins in feed. Control and prophylactics]. Feed and Feeding, 2, 42-48.
5. Trufanov, O. V. (2011). Monitoring zagryaznyennosti mikotoksinami zerna I kormov v Ukraine v 2005-2010. [Monitoring of grain and fodder contamination with mycotoxins in Ukraine in 2005-2010]. Modern problems in toxicology, 1–2, 35–39.
6. Kharchenko, S. M., Shcherbanyuk M. K. (1985). Veterynarno-sanitarna ekspertyza kormiv [Veterinary and sanitary expertise of feed]. Urozay, 112.
7. Ellis, M. B. (2001). More Dematiaceous Hyphomycetes. CAB International, 507.
8. Sapsai, I. S. (2016). Spread of microscopic fungi in feed. Veterinary Biotechnology, 28, 321-327.

SUMMARY

S. Prymachenko, V. Maksin. *Transformation of boric acid with hydroxyl-containing compounds in the solid-phase system // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.120–125. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.015*

In the paper there is considered the question of the influence of reaction conditions (temperature, mole ratio of reactants) on transformation of boric acid with the diols (D-mannitol, D-sorbitol) in the solid-phase system.

By IR-spectroscopy there is demonstrated that boric acid undergoes differences in the course of reaction with hydroxyl-containing compounds under different conditions in the solid-phase system.

On the basis of IR-spectroscopy method showed that the formation of a complex ingredient in the solid-phase system is observed already at room temperature.

On the basis of IR-spectroscopy method has proved that the mole ratio of reagents is affected on the formation of an intermediate complex ingredient.

Keywords: *boric acid, D-mannitol, D sorbitol, solid-phase system, complex ingredient, molar ratio*

АННОТАЦИЯ

С. В. Примаченко, В. И. Максин. *Преобразования борной кислоты с гидроксилсодержащими соединениями в твердофазной системе // Биоресурсы и природопользование. – 2018. – **10**, №3–4. – С.120–125. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.015*

В статье рассмотрены вопросы определения влияния условий твердофазных превращений (температура, мольное соотношение реагентов) на ход реакции борной кислоты с диолами (D-маннит, D-сорбит). Методом ИК-спектроскопии показано, что в твердофазной системе при разлных условиях борная кислота подвергается различным преобразованиям с гидроксилсодержащими соединениями. Установлено, что реакция образования комплексного ингредиента в твердофазной системе наблюдается уже при комнатной температуре. Доказано, что на образование промежуточного комплексного ингредиента влияет мольное соотношение реагентов.

Ключевые слова: *борная кислота, D-маннит, D-сорбит, комплексный ингредиент, мольное соотношение, твердофазная систем*

УДК [631.563.9:635.356]:621.798

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗБЕРІГАННЯ КАПУСТИ БРОКОЛІ ЗАЛЕЖНО ВІД ВИДУ ПАКУВАННЯ

Л. М. ПУЗІК, *доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри технологій переробних і харчових виробництв*
Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка

В. А. БОНДАРЕНКО, *кандидат сільськогосподарських наук, викладач кафедри плодоовочівництва та зберігання*
Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва

А. Г. ТЕРНАВСЬКИЙ, *кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри овочівництва*
Уманський національний університет садівництва
E-mail: zim-hot@rambler.ru

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.016

У статті наведено результати застосування плівки поліетиленової завтовшки 40 мкм, стретч-плівки та стретч-плівки перфорованої завтовшки по 8 мкм для пакування головок гібридів капусти броколі Айронмен F1, Агассі F1 та Бомонт F1 з метою подовження тривалості їхнього зберігання. За результатами досліджень встановлено, що пакування у плівку поліетиленову подовжує тривалість зберігання головок капусти броколі до 20–30 діб, у стретч-плівку – до 30–35, стретч-плівку перфоровану – до 40 діб залежно від гібрида. Більший вихід стандартної продукції за тривалого зберігання забезпечило пакування головок капусти броколі у стретч-плівку перфоровану: 80,9–83,1 % залежно від гібрида. Вищий рівень рентабельності отримано від застосування стретч-плівки – до 69,4 %. Краща збереженість у головок гібрида Бомонт F1.

Ключові слова: *капуста броколі, зберігання, втрати маси, гібрид, стандартна продукція, рентабельність*

Актуальність. Головки капусти броколі, як і всі свіжі овочі, навіть за оптимальних умов мають обмежений термін зберігання. Це обумовлено великими природними втратами маси та втратами за рахунок хвороб і фізіологічних розладів [1]. Для подолання цього і, як наслідок, збільшення терміну зберігання, застосовують різні види пакування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. При виборі пакувального матеріалу дослідники радять використовувати плівку поліетиленову, оскільки вона еластична, стійка до світла, кислот та лугів, легко зварюється, має низьку водо- та паропроникність, міцна та придатна для багаторазового використання. За пакування у плівку поліетиленову завтовшки 30–60 мкм навколо продукції створюється модифіковане газове середовище (МГС) [2].

Для індивідувального пакування продукції обирають стретч-плівку полівінлхлоридну (ПВХ), оскільки вона дешева, майже не впливає на собівартість продук-

ції і на неї можна нанести додаткову інформацію (ціна, місце виготовлення, склад) [3]. Стретч-плівка ПВХ забезпечує «дихання» продукту, запобігає утворенню конденсату; має добру клейкість, що не дозволяє плівці самостійно розмотуватися при пакуванні і дозволяє досягти герметичного пакування продукції. A. Jacobsson [4], J. Annelie [5], A. Lucera із співавторами [6] та S. Z. Viña [7] акцентують увагу на тому, що стретч-плівка та стретч-плівка перфорована зберігають органолептичні показники овочевої продукції та суттєво подовжують термін її зберігання.

Мета дослідження – визначити економічну ефективність пакування головок капусти броколі залежно від особливостей гібрида. Предметом дослідження були гібриди капусти броколі Айронмен F1, Агассі F1 та Бомонт F1.

Матеріали і методи. Капусту броколі вирощували на дослідному полі Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва з використанням краплинного зрошення. На зберігання закладали центральні головки. Їх збирали діаметром не менше 4 см із закритими пуп'янками. На зберігання у 2011 – 2013 рр. закладали стандартну продукцію (РСТ УССР 1483-89 нині ДСТУ 8147:2015). Перед зберіганням головки капусти охолоджували до температури зберігання. Зберігання проводили згідно з «Методическими рекомендациями по хранению плодов, овощей и винограда» (С. Ю. Дженеев, 1998). Капусту зберігали у холодильній камері Polair Standard КХН-8,81 за температури 0±1 оС та відносної вологості повітря 90–95 % у ящиках полімерних № 6 (ОСТ 10-15-86).

Головки капусти броколі зберігали: 1) в ящиках без упаковки – контроль; з пакуванням: 2) в ящиках, вистелених плівкою поліетиленовою завтовшки 40 мкм «Пленка полиэтиленовая» (ГОСТ 1354-82), краї плівки щільно загортали у вигляді конверта, 3) у стретч-плівку ПВХ (полівінілхлоридна) завтовшки 8 мкм, 4) у стретч-плівку перфоровану тієї ж товщини. Спостереження за капустою проводили у динаміці через кожні п'ять діб.

Зразок вилучали зі зберігання, якщо природні втрати маси сягали 10 % і більше та продукція мала ознаки ураження захворюваннями й фізіологічними розладами. У кінці зберігання визначали вихід стандартної продукції. Економічну ефективність зберігання капусти броколі розраховували за методикою В. А. Колтунова. Статистичну обробку даних проводили методом дисперсійного аналізу за Б. А. Доспєховим.

Результати та їх обговорення. Під час зберігання овочева продукція зазнає втрат внаслідок дихання, випаровування вологи, враження хворобами і фізіологічними розладами. Нашими дослідженнями встановлено, що природні втрати маси капусти броколі залежали від виду пакування: в середньому за роки досліджень більшими вони були при зберіганні у контролі – 12,7–18,5 % впродовж п'яти діб (табл. 1). Більшими втратами під час зберігання у контролі характеризувалися головки гібрида Агассі F1, меншими – Айронмена F1. Різниця за втратою маси між гібридами впродовж років досліджень була істотною.

Встановлено, що природні втрати капусти залежали від погодних умов вегетаційного періоду. Впродовж 2011 – 2013 рр. досліджень більші природні втрати маси капусти броколі були у 2012 р. і становили 13,7–18,9 %, а дещо менші у 2011 р. – 11,9–18,0 % залежно від гібрида. Застосування плівки поліетиленової збільшило тривалість зберігання головок гібридів Айронмен F1 та Бомонт F1 до 30 діб. При цьому природні втрати маси в середньому за роки досліджень зменшилися порівняно з контролем відповідно у 2,6 та 3,5 раза і становили відповідно 4,8 та 4,6 %. У головок гібрида Агассі F1 тривалість зберігання подовжилася до 20–25 діб, природні втрати зменшилися в 3,6–4,3 раза і становили 4,3–5,1 %.

1. Ефективність зберігання головок капусти броколі залежно від виду пакування та гібрида, 2011 – 2013 рр.

Вид пакування	Гібрид	Тривалість зберігання, діб	Втрати продукції, %		Вихід стандартної продукції, %	Рівень рентабельності, %
			природні	від хвороб та фізіологічних розладів		
Контроль	Айронмен F1	05	12,7	00,0	87,3	83,7
Плівка поліетиленова		30	04,8	16,6	78,6	35,7
Стретч-плівка		35	02,3	17,7	80,0	60,1
Стретч-плівка перфорована		40	04,9	14,2	80,9	59,1
Контроль	Агассі F1	05	18,5	00,0	81,5	70,3
Плівка поліетиленова		20	03,8	18,1	78,1	47,9
Стретч-плівка		30	01,6	17,0	81,5	59,4
Стретч-плівка перфорована		30	02,3	14,7	83,1	66,7

Пакування у стретч-плівку збільшило тривалість зберігання головок гібридів Айронмен F1 та Бомонт F1 до 35 діб, природні втрати маси порівняно з контролем зменшилися відповідно в 5,5 та 11,4 раза і становили відповідно 2,3 та 1,4 %. Тривалість зберігання головок гібрида Агіссі F1 подовжилася до 30 діб, природні втрати маси становили 1,6 %, що було в 11,6 раза менше порівняно з контрольним варіантом. Застосування стретчу перфорованого подовжило тривалість зберігання капусти броколі на п'ять діб порівняно з неперфорованим. Природні втрати маси в кінці зберігання були меншими порівняно з контролем у 2,6–4,2 раза залежно від гібрида.

Застосування плівки створює навколо продукції модифіковане газове середовище, що дозволяє зберегти товарний вигляд та подовжити тривалість її зберігання завдяки зменшенню інтенсивності дихання і випаровуванню вологи. Проте пакування унеможливлює своєчасне видалення надлишку вологи вентилюванням, тому під час тривалого зберігання створюються сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів і з'являються фізіологічні розлади [8].

Під час наших досліджень на головках капусти броколі, що зберігалися у контролі, хвороб та фізіологічних розладів не спостерігалося, в той час як при застосуванні пакування продукція вражалася антракнозом, сірою гниллю та судинним бактеріозом.

Втрати продукції гібридів капусти броколі від хвороб та фізіологічних розладів за зберігання у плівці поліетиленовій упродовж 30 діб сягали: у Айронмена F1 16,6 %, у Бомонта F1 – 14,7 % та в Агассі F1 за 20 діб – 18,1 %. Пакування у стретч-плівку обумовило втрати маси головок від хвороб за 35 діб зберігання у головок гібридів Айронмен F1 та Бомонт F1 на рівні 17,1–17,7 %, у Агассі F1 за 30 діб – 17,0 %. Зберігання головок у стретч-плівці перфорованій зменшувало інтенсивність розвитку хвороботворних мікроорганізмів, тому втрати маси від них за 40 діб зберігання у Айронмена F1 та Бомонта F1 становили відповідно 14,2 та 14,4 %, у Агассі F1 за 30 діб – 14,7 %.

Вихід стандартної продукції в кінці зберігання вищим був у контрольному варіанті і становив 81,5–87,3 % залежно від гібрида за п'ять діб зберігання. При застосуванні паку-

вання менший вихід стандартної продукції капусти броколі був у варіантах з плівкою поліетиленовою – 78,1–80,7 %, пакування у стретч-плівку перфоровану збільшувало вихід стандартної продукції до 80,9–83,1 % залежно від гібрида. Краща збереженість була у головок гібрида Бомонт F1.

Нашими розрахунками встановлено, що зберігання капусти броколі без пакування впродовж п'яти діб мало найменшу собівартість серед дослідних варіантів. Застосування стретч-плівки та стретч-плівки перфорованої збільшило її на 6–8 %, а плівки поліетиленової – на 13–27 % залежно від гібрида. Таким чином рівень рентабельності зберігання головок броколі без упаковки за п'ять діб становив 70,3–85,9 %. При застосуванні пакувальних матеріалів вищий рівень рентабельності забезпечило зберігання капусти броколі у стретч-плівці – 59,4–69,4 % та стретч-плівці перфорованій – 59,1–68,4 % залежно від гібрида. Найвищий рівень рентабельності був у Бомонта F1: 68,4 % за зберігання у стретч-плівці перфорованій та 69,4 % – у стретч-плівці.

Висновки і перспективи. Установлено, що природні втрати маси капусти залежать від особливостей гібрида. Істотно більші природні втрати за п'ять діб зберігання без упаковки у гібрида броколі Агассі F1 – 18,5 %, менші у Айронмена F1 – 12,7 %. Застосування плівки поліетиленової завтовшки 40 мкм збільшує тривалість зберігання головок капусти броколі до 20–30 діб, стретч-плівки – до 30–35, стретчу перфорованого – до 30–40 діб. Менші природні втрати маси забезпечує пакування у стретч-плівку – 1,4–2,3 % залежно від гібрида. Застосування стретчу перфорованого стримує розвиток хвороб та фізіологічних розладів порівняно з іншими видами пакувальних матеріалів.

Вихід стандартної продукції капусти броколі за зберігання без упаковки впродовж п'яти діб становить 81,5–87,3 % залежно від гібрида. При застосуванні пакувальних матеріалів більший вихід товарної продукції броколі забезпечує пакування у стретч-плівку перфоровану 80,9–83,1 за 30–40 діб. Кращою лежкоздатністю характеризуються головки гібрида Бомонт F1.

Вищий рівень рентабельності за тривалого зберігання головок капусти броколі забезпечує їхнє пакування у стретч-плівку – 59,4–69,4 % та стретч-плівку перфоровану – 59,1–68,4 %. Найвищий рівень рентабельності отриманий за зберігання головок гібрида Бомонт F1.

Література

1. Sharma R. R., Singh D., Singh R. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: a review // J. Biological Control. 2009. Vol. 50. № 3. P. 205–221.
2. Коробкина З. В. Прогрессивные методы хранения плодов и овощей. Киев: Урожай, 1989. 168 с.
3. Коваль Александр. Эффективная упаковка свежей плодоовощной продукции // АПК-информ: овощи & фрукты. (15 ноября 2005). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.lol.org.ua/rus/showart.php?id=32770
4. Jacobsson A., Nielsen T., Sjöholm I., Wendin K. Influence of packaging material and storage condition on the sensory quality of broccoli // J. Food Quality and Preference. 2004. Vol. 15. P. 301–310.
5. Annelie J. Quality Aspects of Modified Atmosphere Packaged Broccoli. Lund University Publications, 2004. P. 98–102.
6. Lucera A., Costa C., Mastromatteo M., Conte A., Del Nobile M. A. Fresh-cut broccoli florets shelf-life as affected by packaging film mass transport properties // J. Food Engineering. 2011. Vol. 102. P. 122–129.
7. Viña S. Z., Mugridge A., García M. A., Ferreyra R. M., Martino M. N., Chaves A. R., Zaritzky N. E. Effects of polyvinylchloride films and edible starch coatings on quality aspects of refrigerated Brussels sprouts // J. Food Chemistry. 2007. Vol. 103. P. 701–709.
8. Широков Е. П., Полегаев В. И. Хранение и переработка плодов и овощей. Изд 3-е, перероб. и доп. Москва: Агропромиздат, 1989. 302 с.

References

1. Sharma R. R., Singh D., Singh R. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables by microbial antagonists: a review. J. Biological Control. 2009. Vol. 50. № 3. P. 205–221.
2. Korobkina Z. V. Progressivnyie metodyi hraneniya plodov i ovoschey. Kiev: Urozhay, 1989. 168 s.
3. Koval Aleksandr. Effektivnaya upakovka svezhey plodoovoschnoy produktsii // APK-inform: ovoschi & fruktyi. (15 noyabrya 2005). [Elektronniy resurs]. Available at: Rezhim dostupu: http://www.lol.org.ua/rus/showart.php?id=32770
4. Jacobsson A., Nielsen T., Sjöholm I., Wendin K. Influence of packaging material and storage condition on the sensory quality of broccoli. J. Food Quality and Preference. 2004. Vol. 15. P. 301–310.
5. Annelie J. Quality Aspects of Modified Atmosphere Packaged Broccoli. Lund University Publications, 2004. P. 98–102.
6. Lucera A., Costa C., Mastromatteo M., Conte A., Del Nobile M. A. Fresh-cut broccoli florets shelf-life as affected by packaging film mass transport properties. J. Food Engineering. 2011. Vol. 102. P. 122–129.
7. Viña S. Z., Mugridge A., García M. A., Ferreyra R. M., Martino M. N., Chaves A. R., Zaritzky N. E. Effects of polyvinylchloride films and edible starch coatings on quality aspects of refrigerated Brussels sprouts. J. Food Chemistry. 2007. Vol. 103. P. 701–709.
8. Shirokov E. P., Polegaev V. I. Hranenie i pererabotka plodov i ovoschey. Izd 3-e, pererob. i dop. Moskva: Agropromizdat, 1989. 302 s.

SUMMARY

Л. М. Пузик, В. А. Бондаренко, А. Г. Тернавский. *The efficiency of storage of cabbage broccoli depending on the type of packaging // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.126–130. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.016*

The article presents the results of the application of a 40 mcm polyethylene film, a stretch-film and a stretch-film perforated of 8 mcm for packing the heads of hybrids Ironman F1, Agassi F1 and Beaumont F1 in order to lengthen the storage time. According to research results, it was found that packing into polyethylene film prolongs the storage of heads of Broccoli up to 20–30 days, in stretch-film – up to 30–35, a stretch-film perforated – up to 40 days, depending on the hybrid. Greater output of standard products for long-term storage provided packing of heads of Broccoli in a stretch-film perforated: 80,9–83,1 % depending on the hybrid. The highest level of profitability was obtained from the use of stretch-film – up to 64,4 %. Hybrid Beaumont F1 has better storage capacity.

Keywords: *cabbage Broccoli, storage, loss of weight, hybrid, standard products, profitability*

АННОТАЦИЯ

Л. М. Пузик, В. А. Бондаренко, А. Г. Тернавский. *Ефективность хранения капусты брокколи в зависимости от вида упаковки // Биоресурсы и природопользование. – 2018. – **10**, №3–4. – С.126–130. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.016*

В статье приведены результаты применения пленки полиэтиленовой толщиной 40 мкм, стретч-пленки и стретч-пленки перфорованной толщиной по 8 мкм для упаковки головок гибридов капусты брокколи Айронмен F1, Агасси F1 и Бомонт F1 с целью увеличения срока их хранения. По результатам исследований установлено, что упаковка в пленку полиэтиленовую продляет срок хранения головок капусты брокколи до 20–30 суток, в стретч-пленку – до 30–35, стретч-пленку перфорированную – до 40 суток в зависимости от гибрида. Больший выход стандартной продукции при длительном хранении обеспечила упаковка головок капусты брокколи в стретч-пленку перфорированную: 80,9–83,1 % в зависимости от гибрида. Высший уровень рентабельности получен от применения стретч-пленки – до 64,4 %. Лучшая сохранность отмечена у головок гибрида Бомонт F1.

Ключевые слова: *капуста брокколи, хранение, потери массы, гибрид, стандартная продукция, рентабельность*

УДК 631:173

СТВОРЕННЯ ІНТЕРФЕЙСУ БАЗИ РЕЄСТРАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ ЗА ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНИХ ЗАСОБІВ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

І. С. КУЗЬМЕНКО, *аспірант*
Н. А. МАКАРЕНКО, *доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри екології агросфери та екологічного контролю*
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: n-mak@ukr.net

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.017

У статті представлено результати роботи із створення бази реєстрації підприємств, що займаються виробництвом органічної продукції рослинництва. Необхідність такої роботи обумовлена сучасними вимогами до комплексного збору інформації та представлення її у вигляді геопросторових даних.

Показано, що для вирішення цього питання доцільно використовувати ArcGIS – сімейство програмних продуктів для створення і підтримки ГІС різного рівня і призначення, яке побудоване на основі стандартів комп'ютерної галузі, включаючи використання мови програмування та розширення COM.NET, Java, XML, SOAP, що забезпечують підтримку загальноприйнятих стандартів, гнучкість пропонованих рішень, широкі можливості взаємодії.

Мета роботи полягає у створенні оптимально-наповненої бази реєстрації підприємств, які займаються органічним виробництвом, з врахуванням точної та якісної оцінки земельних угідь та відповідності вимогам органічної сертифікації.

Використання ArcGis дозволило створити і налаштувати доступ до карт, слоїв, шейп-файлів, додатків, аналітики та даних. Програмне забезпечення оптимізувало роботу в режимі online, з одночасним розширенням функціональних можливостей ArcGIS Desktop, ArcGIS Enterprise.

Пакет інструментів, підібраний для створення бази реєстрації органічних підприємств, може в повній мірі замінити паперовий формат зберігання інформації. Інформаційну базу доповнюють чинні законодавчі та нормативно-правові акти, статистичні й аналітичні матеріали Міністерства екології та природних ресурсів України, Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру, Державної установи "Інститут охорони ґрунтів України" .

Створена інформаційна система дозволить обчислювати звітні показники, порівнювати їх із аналогічними за попередні періоди, відбивати візуально позитивну чи негативну динаміку, попереджати про "вузькі" місця в технологічних процесах. Це надійна основа для прийняття ефективних управлінських рішень.

Ключові слова: *геоінформаційні технології, органічне виробництво, база даних, інтерфейс*

Актуальність. Перехід до органічного виробництва – напрям сільськогосподарської діяльності, який передбачає раціональне використанні земельних угідь з подальшим покращенням показників родючості ґрунтів. Використання геоінформа-

ційних систем створює нові можливості для комплексного збору інформації та представленні її у вигляді геопросторових даних. Реєстраційна база – це комплекс геодезичних, агрохімічних, топографічних та статистичних даних, що впорядковують інформацію про земельну ділянку з визначенням придатності її для вирощування органічної продукції рослинництва. Для цього широко використовують ArcGIS – сімейство програмних продуктів для створення і підтримки ГІС (геоінформаційні системи) різного рівня і призначення, яке побудоване на основі стандартів комп'ютерної галузі, включаючи об'єктну архітектуру COM.NET, Java, XML, SOAP, що забезпечує підтримку загальноприйнятих стандартів, гнучкість пропонованих рішень, широкі можливості взаємодії [1]. ArcGIS ґрунтується на базі геоданих, що має свою структуру і правила зберігання різних видів даних – векторних і растрових, даних геодезичних вимірювань та ін. Другим важливим інструментом є засоби обробки і аналізу географічної інформації (більше 450 інструментів для конвертації, управління даними, геокодування, динамічної сегметації, картографії, роботи з растрами; від оверлейних операцій, побудови буферних зон, інструментів для виявлення просторових закономірностей і управління даними до розширених можливостей обробки растрів, методів інтерполяції і оцінки якості даних, зональної фільтрації, аналізу багаточинника, растрової алгебри, побудови і перевірки топології, побудови графічних схем. Третій, і найважливіший, в умовах сьогодення показник – інструмент публікації і представлення інформації в різних видах зі всіма необхідними елементами зарамочного оформлення, використанням прозорості, власних або вже готових стандартних умовних знаків, штрихувань, градуйованих символів, картограм і діаграм, автоматична генерація схем мережевих об'єктів, представлення даних, що змінюються в часі, а також можливість 3D візуалізації. Використання пакету програм ArcGis – це новий формат візуалізації даних. Обґрунтування складових інтерактивної карти стане корисним матеріалом для користувача, який зацікавлений займатись вирощуванням органічної продукції рослинництва.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Центральну складову будь-якої ГІС складає база геоданих, яка дозволяє вводити інфрмацію у відповідному порядку [2]. У картовидавничій практиці колишнього СРСР, а згодом – України, методи автоматизованої картографії використовуються вже понад 20 років, згідно низки відомчих стандартів цифрових карт і автоматичних картографічних систем (АКС). Проте, на сучасному етапі розвитку АПК вимоги до топографічних даних та характеристик природних ресурсів значно посилились [3].

Дані дистанційного зондування дозволяють наносити на карту великі території з високою точністю, що надає можливості для зондування і напівдеталізованого картографування. Результативні тематичні карти стали джерелом важливої та корисної інформації для моніторингу природних ресурсів та виконання управлінських задач. Проте, на сьогодні є потреба в сучасній просторовій інформації про зміни земної поверхні, де традиційні методи створення карт вже не є актуальними [4]. Враховуючи високі рівні забруднення сільськогосподарських угідь у різних регіонах України [5], інформація про їх актуальний стан має оперативно обновлятися, а просторові бази даних мають відповідати сучасним світовим вимогам.

Мета дослідження – створення зручного робочого інтерфейсу бази реєстрації підприємств, що займаються органічним виробництвом продукції рослинництва.

Матеріали і методи дослідження. У роботі використано камеральні методи дослідження за використання таких програмних платформ як DIGITAL, ARCGIS, ARCMAP та ARCCATALOG (рис. 1).

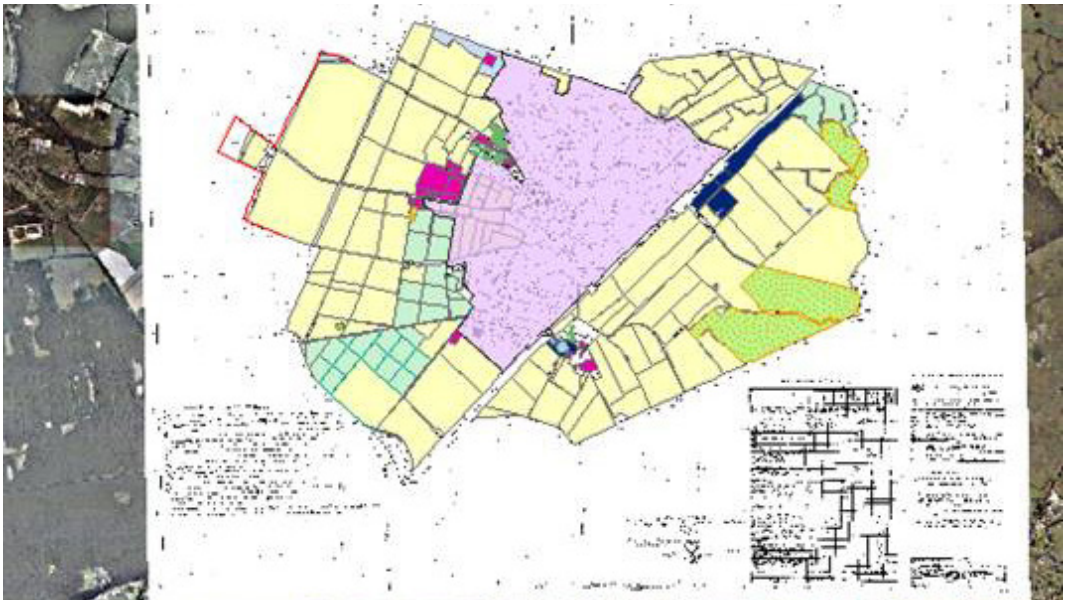


Рис. 1. Приклад використання ARCMAP для створення інтерактивної карти

У роботі використовували документи агрохімічної паспортизації надані Державною установою «Інститут охорони ґрунтів України» , щорічні звіти підприємств, растри надані у користування Броварським відділом земельних ресурсів та картографічні матеріали з ДП «Головний науково-дослідний та проектний інститут землеустрою».

Використання допоміжних програм DIGITAL, MapInfow та AutoCad забезпечило визначення точності оцифровки геопросторових даних.

Результати дослідження та їх обговорення. За результатами дослідження було визначено основні складові інтерфейсу бази реєстрації підприємств, що займаються вирощуванням органічної продукції рослинництва: координати місцевості; агрохімічна паспортизація; площа земельної ділянки; фактори забруднення; цільове призначення; рівень відповідності стандартам органічного виробництва.

Результати роботи показали, що необхідно застосовувати систему координат для визначення відстаней і напрямків на Землі. Для правильної компоновки карти необхідно враховувати наступні фактори: проекцію карти, форму території (акваторії), її орієнтацію всередині рамки, необхідність показу сусідніх територій (акваторій), розмір легенди, розміщення карт-встановок, додаткових діаграм, графіків, тощо.

Було створено умовні позначення, що виділяють земельні ділянки на яких вирощується органічна продукція рослинництва і вказують на чіткі межі території. За рахунок зміни кольору угідь відбувається концентрація уваги на об'єкті (тобто координати і фон зображення вказують на межі з або без пошукової системи).

Дослідження показало, що інтерактивна карта виробників органічної продукції має містити дані про агрохімічну паспортизацію полів. Це окремий шейп-файл в якому дається повноцінна характеристика земельної ділянки. Дані щорічно мають поновлюватися (рис. 2).

Агрохімічна характеристика земельних ділянок необхідна для землевласни-

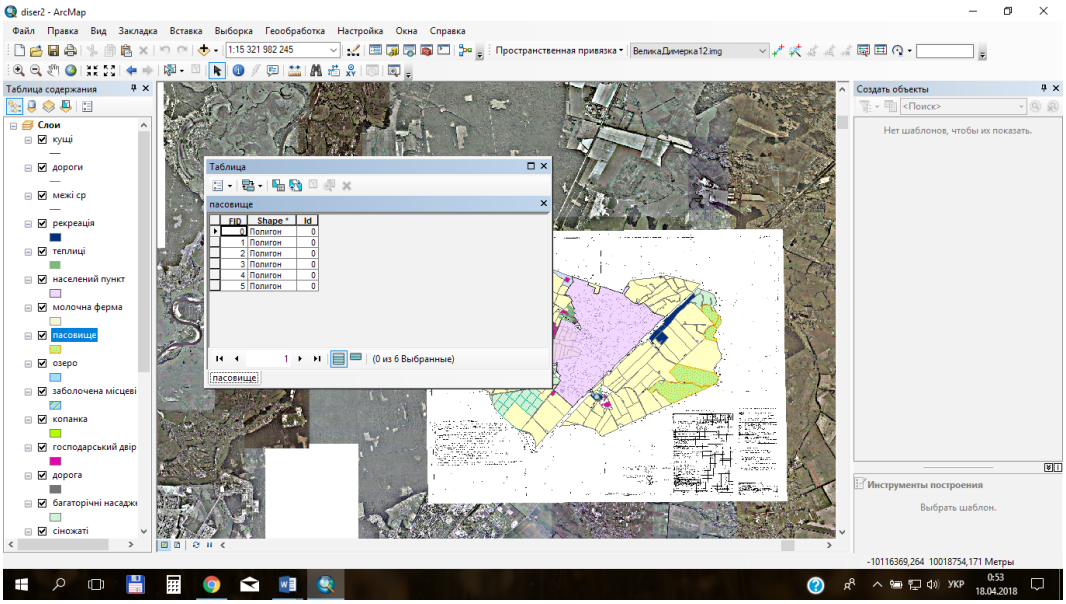


Рис. 2. Інтерфейс бази даних «Створення полігонів та внесення інформативних даних про них»

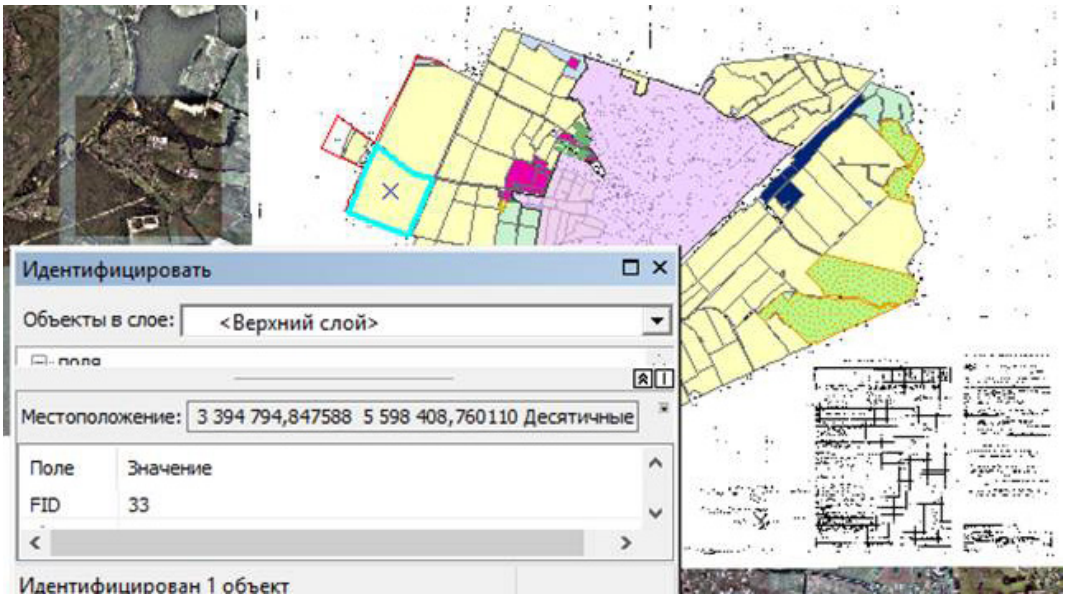


Рис. 3. Інтерфейс бази даних «Визначення меж полігону, його координат та номер поля»

ків та землекористувачів, щоб розпізнавати межі власної діяльності та мати дані про обмеження, обтяження земельних ділянок, інформацію про орендарів та суборендарів суміжних ділянок та напрям їх діяльності на суміжних угіддях.

Площа земельної діяльності вміщає в себе інформацію про межі земельної ділян-

ки. Для запобігання земельних суперечок межі земельної ділянки мають бути винесеними в натуру, а межові знаки зберігатись на визначеній території. Розташування межових знаків вноситься в кадастровий план земельної ділянки, в подальшому за їх координатами земельна ділянка заноситься до публічної кадастрової карти (рис. 3).

Фактори забруднення визначаються інструментом graduated colors – дані відображаються кольоровою палітрою, кожному кольору якої відповідає певний діапазон значень, встановлений схемою класифікації. Тобто, користувач за кольором земельної ділянки може бачити ступінь придатності ґрунтів для вирощуван-

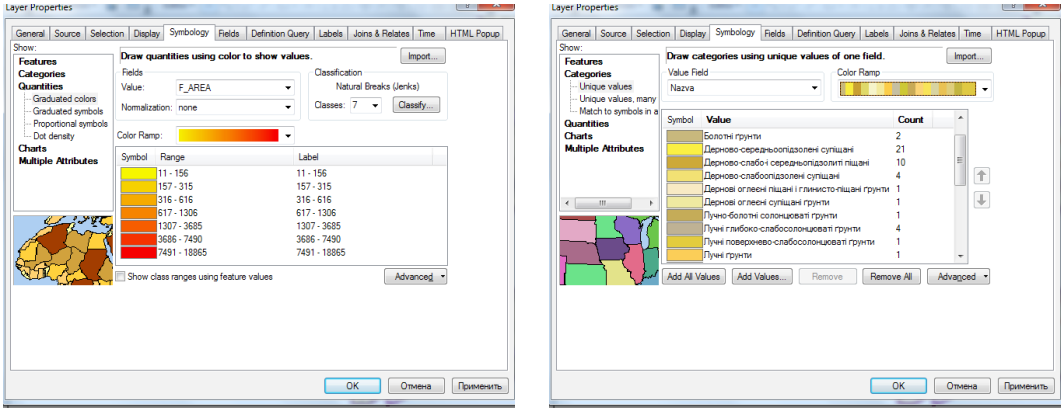


Рис. 4. Інтерфейс бази даних «Залежність градації кольорів від фактору забруднення середовища»

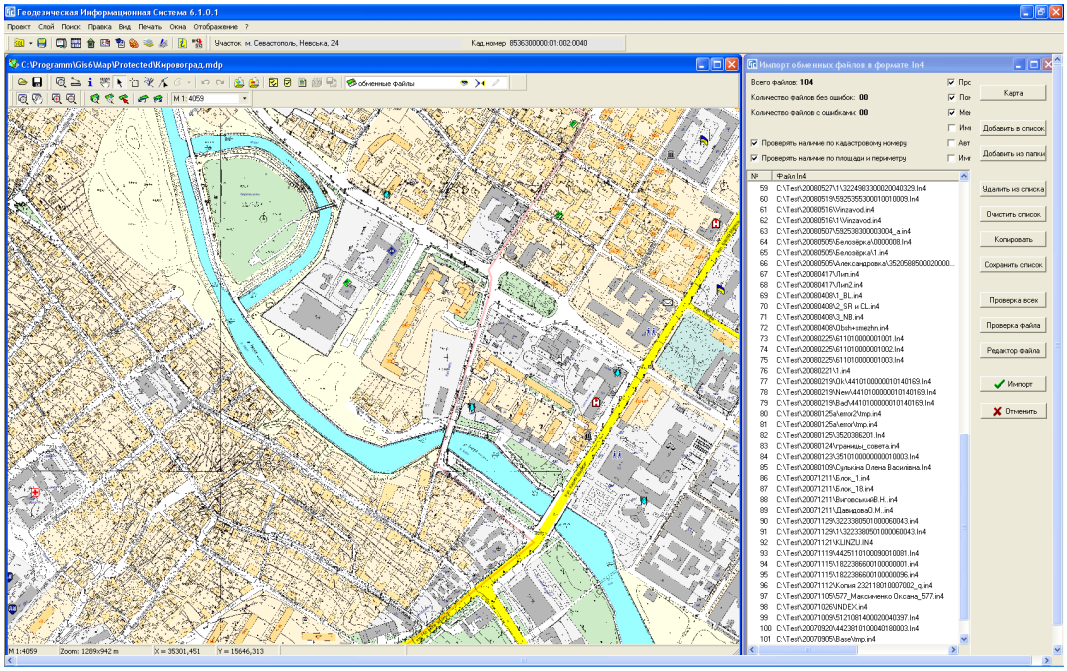


Рис. 5. інтерфейс бази «Створення та імпорт xml-файлів за допомогою ГІС-6»

ня органічної продукції рослинництва (рис. 4).

Цільове призначення земельної ділянки визначає її подальше використання, а також права та обов'язки землевласників та землекористувачів щодо користування нею. Дані потрібно заповнювати в програмному засобі DIGITAL або ГІС – 6 при створенні XML – файлу. Внесення відомостей про земельну ділянку в Державний земельний кадастр (ДЗК) здійснюється потрібно здійснювати через подачу кадастровому реєстратору обмінного файлу (електронного документу) у форматі XML. Обмінний файл створюється сертифікованим інженером-землевпорядником та обов'язково завіряється електронним цифровим підписом останнього (рис. 5).

Останнім із найважливіших етапів наповнення бази даних є рівень відповідності земельної ділянки нормам органічних стандартів. Ця інформація може бути представлена як у вигляді таблиці придатності, так і в градації кольору. На карті за вмістом інформативних даних автоматично визначається ступінь придатності земель для виробництва органічної продукції рослинництва.

Висновки і перспективи. Створення зручного робочого інтерфейсу бази реєстрації підприємств, що займаються органічним виробництвом продукції рослинництва, доцільно здійснювати за використання програмного засобу ArcGis, що значно покращує та спрощує роботу, яка раніше виконувалась у паперовому вигляді різними відомствами.

Завдяки програмному забезпеченню Digital, даним публічної карти України точність розмежування територій органічних господарств буде відповідати вимогам чинного законодавства та використовуватись за цільовим призначенням.

Основу реєстраційної бази підприємств, що займаються виробництвом органічної продукції складають такі блоки: агрохімічна паспортизація полів, класифікатор придатності, антропогенне навантаження на земельну ділянку, межові знаки та відповідність нормам і стандартам органічного виробництва.

Створення і впровадження у практику реєстраційної бази буде сприяти подальшому розвитку органічного руху в Україні, оскільки забезпечить вільний доступ користувачів до інформації, а також дозволить збільшити ефективність моніторингу земельних ресурсів шляхом вчасного збору та аналізу інформативних даних. У перспективі системи ГІС нададуть можливість створювати вдосконалені бази-архіви для якісного контролю земельних угідь, що використовуються для виробництва органічної продукції рослинництва.

Література

1. Голицына О.Л., Максимов Н.В., Попов И.И. Базы данных: Учебное пособие. – М.: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2006. – 352 с.
2. Бондаренко Е.Л. Геоінформаційне еколого-географічне картографування. – К.: Фітосоціоцент, 2007. – 272 с.
3. Бурачек В.Г. Основи геоінформаційних систем / В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, В.І. Зацерковний. – Ніжин: ТОВ «Видавництво«Аспект-Поліграф», 2011 – 512 с.
4. Лященко А. А. Структура і принципи функціонування каталогу та бази геоінформаційних ресурсів / А. А. Лященко, А. Г. Черін // Інженерна геодезія : наук.-техн. зб. – К.: КНУБА, 2010. – Вип. 55. – С. 118 – 127.
5. URL: http://natureus.org.ua/repec/archive/2_2016/32.pdf. (дата звернення 06.07.2018)

References

1. Golitsyna O.L., Maksimov N.V., Popov I.I. (2006). Bazy dannykh: Uchebnoe posobie.[Databases: Textbook]. M.: FORUM: INFRA-M, 352 p.
2. Bondarenko Ye.L. (2007). Geoinformatsiyne ekologo-geografichne kartografuvannya. K.: Fitosotsiotsent, 272 s.
3. Burachek V.G., Zheleznyak O.O., Zatserkovniy V.I. (2011). Osnovi geoinformatsiynikh sistem [Basics of geoinformation systems]. Nizhin: TOV «Vidavnitstvo«Aspekt-Poligraf», 512 p.
4. Lyashchenko A.A., Cherin A. G. (2010). Struktura i printsipi funktsionuvannya katalogu ta bazi geoinformatsiynikh resursiv [Structure and principles of the catalog and the database of geoinformation resources functioning]. Inzhenerna geodeziya : nauk.-tekhn. zb, 55: 118 – 127.5.
6. 5. URL: http://natureus.org.ua/repec/archive/2_2016/32.pdf. (дата звернення 06.07.2018)

SUMMARY

I. S. Kuzmenko, N. A. Makarenko. *Creation of the interface of the basis of registration of organic agricultural enterprises for the use of modern means of geoinformation systems // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.131–138. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.017*

The article presents the results of work on the creation of a registration database for enterprises engaged in the production of organic crop production. The need for such work is due to modern requirements for the complex collection of information and its presentation in the form of geospatial data.

It is shown that to solve this problem it is advisable to use ArcGIS - a family of software products for creating and supporting GIS of different levels and purposes, built on the basis of computer industry standards, including the use of the programming language and the extension of COM.NET, Java, XML, SOAP, supporting common standards, the flexibility of the proposed solutions, wide interaction possibilities.

The aim of the work is to create an optimally-filled registration database for enterprises engaged in organic production, taking into account the precise and qualitative assessment of land and compliance with the requirements of organic certification.

Using ArcGis allowed to create and configure access to maps, layers, shapefiles, applications, analytics and data. The software optimized the online operation while simultaneously expanding the functionality of ArcGIS Desktop, ArcGIS Enterprise.

A tool package, selected to create a registration database for organic enterprises, can fully replace the paper storage format of information. The information base is supplemented by the current legislative and regulatory acts, statistical and analytical materials of the Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine, the State Service of Ukraine for Geodesy, Cartography and Cadastre, State Institution "Institute for Soil Protection of Ukraine".

The created information system will allow to calculate the reporting indicators, compare them with similar ones for the previous periods, reflect visually positive or negative dynamics, warn about "narrow" places in technological processes. This is a reliable basis for making effective management decisions.

Keywords: *geoinformation technologies, organic production, database, interface*

АННОТАЦИЯ

И. С. Кузьменко, Н. А. Макаренко. *Создание интерфейса базы регистрации органических сельскохозяйственных предприятий при использовании современных средств геоинформационных систем // Биоресурсы и природопользование. – 2018. – **10**, №3–4. – P.131–138. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.017*

В статье представлены результаты работы по созданию базы регистрации предприятий, занимающихся производством органической продукции растениеводства. Необходимость такой работы обусловлена современными требованиями к комплексному сбору информации и представление ее в виде геопространственных данных.

Показано, что для решения этого вопроса целесообразно использовать ArcGIS - семейство программных продуктов для создания и поддержки ГИС разного уровня и назначения, построенное на основе стандартов компьютерной отрасли, включая использование языка программирования и расширение COM.NET,

Java, XML, SOAP, обеспечивающих поддержку общепринятых стандартов, гибкость предлагаемых решений, широкие возможности взаимодействия.

Цель работы заключается в создании оптимально-наполненной базы регистрации предприятий, занимающихся органическим производством, с учетом точной и качественной оценки земельных угодий и соответствия требованиям органической сертификации.

Использование ArcGis позволило создать и настроить доступ к картам, слоев, шейп-файлов, приложений, аналитики и данных. Программное обеспечение оптимизировало работу в режиме online с одновременным расширением функциональных возможностей ArcGIS Desktop, ArcGIS Enterprise.

Пакет инструментов, подобранный для создания базы регистрации органических предприятий, может в полной мере заменить бумажный формат хранения информации. Информационную базу дополняют действующие законодательные и нормативно-правовые акты, статистические и аналитические материалы Министерства экологии и природных ресурсов Украины, Государственной службы Украины по вопросам геодезии, картографии и кадастра, Государственного учреждения "Институт охраны почв Украины".

Созданная информационная система позволит вычислять отчетные показатели, сравнивать их с аналогичными за предыдущие периоды, отражать визуально положительную или отрицательную динамику, предупреждать об "узких" местах в технологических процессах. Это надежная основа для принятия эффективных управленческих решений.

Ключевые слова: *геоинформационные технологии, органическое производство, база данных, интерфейс*

УДК 631.527:633.11 “324” :632.4

ХАРАКТЕРИСТИКА НОВИХ СОРТІВ ПШЕНИЦІ М’ЯКОЇ ОЗИМОЇ МИРОНІВСЬКОЇ СЕЛЕКЦІЇ ЗА АЛЕЛЬНИМ СТАНОМ ГЕНА СТІЙКОСТІ ПРОТИ ЗБУДНИКА БУРОЇ ІРЖІ *LR34*

Г. М. КОВАЛИШИНА, *доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри генетики, селекції і насінництва ім. проф. М. О. Зеленського*
Ю. М. ДМИТРЕНКО, *асистент кафедри генетики, селекції і насінництва ім. проф. М. О. Зеленського*
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: u.dmitrenko@i.ua
А. В. КАРЕЛОВ, *кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник*
Інститут захисту рослин НААН, ДУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України»
І. О. СОЗІНОВ, *старший науковий співробітник*
Інститут захисту рослин НААН,
Н. О. КОЗУБ, *кандидат біологічних наук*
Інститут захисту рослин НААН,
ДУ «Інститут харчової біотехнології та геноміки НАН України»
E-mail: natalkozub@gmail.com
О. В. ГУМЕНЮК, *кандидат сільськогосподарських наук, завідувач лабораторії селекції озимої пшениці*
Т. І. МУХА, *завідувач відділу захисту рослин*
Миронівський інститут пшениці імені В. М. Ремесла

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.018

Проведено ідентифікацію алельного стану гена стійкості проти збудника бурої іржі пшениці Lr34 за допомогою домінантного маркеру на основі поліморфізму в 12 екзоні caSNP12 у нових сортів пшениці м’якої озимої та їх вивчення за стійкістю проти збудників бурої іржі й борошнистої роси в умовах штучного та провокаційного інфекційних фонів.

Ураження новостворених сортів збудниками бурої іржі та борошнистої роси за три роки досліджень знаходилось у межах 0,1-10 % та 1-20 %, відповідно. Ураження рослин сорту Подолянка (стандарт) збудником борошнистої роси у досліджувані роки (2015, 2016, 2017 рр.) становило: 10, 15 і 10 %, відповідно та бурої іржі – 10, 15, 0 %. Ураження сприйнятливого до збудника борошнистої роси сорту Кепрок знаходилось на рівні 15, 35, 15 %. Бура іржа набула розвитку на сприйнятливому сорті Миронівська 10 на рівні 15 %, 30 %, а у 2017 році хвороба на рослинах пшениці зовсім не проявилася.

За результатами ідентифікації алельного стану гену Lr34 серед 15 досліджуваних сортів лише 3 сорти – Берегиня миронівська, МІП Дніпрянка і Балада Миронівська

– містять алель Lr34(+), що становить всього 20 % від досліджуваних сортів. Відомо, що ген Lr34 не є расоспецифічним. Він забезпечує загальну стійкість проти різних патотипів бурої іржі у дорослих рослинах. Тому, отримані результати свідчать на користь того, що при створенні нових сортів пшениці, стійких проти бурої іржі, необхідно використовувати сорти з ідентифікованим «стійким» алелем гена Lr34, як джерела стійкості в селекції.

Ключові слова: *Triticum aestivum, селекція, сорти, стійкість, збудник, бура іржа, борошниста роса, Lr34, Yr18, Pm38, caSNP12*

Актуальність. На сьогоднішній день пшениця м'яка озима (*Triticum aestivum* L.) є основною зерновою культурою в Україні, але її врожаї не стабільні через низку причин, однією з яких є ураження рослин збудниками хвороб. Насиченість агроценозів зерновими та вологолюбними культурами, великі площі, зайняті одним або кількома генетично спорідненими сортами, зростаюче застосування пестицидів, їх мутагенний і селективний ефект на патогенний комплекс, що паразитує на рослинах пшениці, дуже ускладнює зростання урожайності і збору високоякісного зерна. За таких умов високі і сталі врожаї формують достатньо зимостійкі, посухостійкі, стійкі і толерантні до поширених фітопатогенів сорти [1].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Бура іржа, збудником якої є гриб *Puccinia recondita* Rob. et. Desm *f. sp. tritici* Eriks., стеблова – *P. graminis f. sp. tritici* Eriks. & E. Henn та жовта – *Puccinia striiformis* West. *f. sp. tritici* Eriks. & E. Henn найбільш поширені та шкодочинні хвороби пшениці в Україні та світі. За даними FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nation, www.fao.org) під час епіфітотій іржі втрати врожаїв пшениці можуть сягати 30 %. Найбільш ефективний, економічно обґрунтований і досконалий, з точки зору охорони навколишнього середовища, метод захисту рослин – створення стійких сортів. На даний час у геномі пшениці і її родичів ідентифіковано та охарактеризовано за хромосомною локалізацією (McIntosh R. A. et al.) понад 90 генів стійкості проти збудника бурої іржі (*Lr-гени*) [2, 3].

Нині стратегія селекції пшениці м'якої до грибних захворювань базується на поєднанні у сортах генів расоспецифічної (вертикальної) та нерасоспецифічної (горизонтальної) стійкості, що дає можливість забезпечити високий рівень стійкості протягом тривалого часу. Незважаючи на те, що вертикальна стійкість забезпечує високоефективний захист, однак стійкість, яка не ґрунтується на специфічному розпізнаванні між рослиною-господарем і збудником, часто проявляється як більш стабільна та довготривала. Горизонтальна стійкість, ефективна у фазі дорослих рослин (adult plant resistance, APR), характеризується не надчутливістю, а частковою стійкістю, пов'язаною з тривалим латентним періодом розвитку захворювання [4].

Важливе значення у селекції на стійкість пшениці має локус комплексної помірної стійкості проти збудників бурої, жовтої іржі та борошнистої роси *Lr34/Yr18/Pm38* (локалізований на хромосомі 7DS, вперше описаний Dyck в 1977 р. [5]), оскільки селекціонер має можливість одночасно добирати зразки з нерасоспецифічною довготривалою стійкістю проти збудників різних хвороб пшениці, яка зберігається у сортів протягом всього вегетаційного періоду. Фенотиповим проявом, для ідентифікації гена *Lr34* у польових умовах, є некроз кінчиків листя [5]. Стійкі рослини характеризуються більш тривалим латентним періодом розвитку хвороби, меншою кількістю урединій на одиницю площі листа та їх меншим розміром, у порівнянні з чутливими генотипами [6]. Даний комплекс ознак успадковується як один ген [7] та зберігає свої властивості уже понад 40 років від

першого його опису [5]. Цей ген наявний і у сортів української селекції [8].

Згідно з літературними даними відомо, що ген *Lr34/Yr18/Pm38* походить від старого італійського сорту-популяції Rieti. На основі чистої лінії, відібраної від цього сорту, високоврожайного голландського сорту Wilhelmina та скоростиглого, стійкого до вилягання японського сорту Akagomughi італійським селекціонером Nazareno Strampelli у 1907 році були створені сорти Mentana, Ardito, Ballila, Villa Glori та інші, які з успіхом використовувалися у схрещуваннях селекціонерами багатьох країн світу. Так, за участі сорту Mentana (носій алеля *Lr34*+), який інтродукований з Південної Америки, отримано сорт Frontana. Через Frontana ген потрапив у сорти пшениці США, Канади, CIMMYT та ін. [9, 10].

Однак, на сьогодні наявність гену *Lr34/Yr18/Pm38* у сортах, які вирощують на території України, не забезпечує високого рівня стійкості проти рас патогенів, що домінують [11, 12, 13]. Незважаючи на даний факт, дослідженнями доведено, що комбінація його з іншими расоспецифічними генами, такими як *Lr13*, *Lr22a*, Lr*26*, Lr*35*, *Lr37* та ін., значно підвищує рівень польової стійкості [6, 11, 12, 13].

Krattinger S. G. та ін. [14] склали детальну фізичну і генетичну карту локусу *Lr34* і припустили його функціональну роль у клітині пшениці. Згідно з їхніми даними цей ген кодує білок, який зв'язаний з мембранним транспортом (pleiotropic drug resistance (PDR)-like ATP-binding casette (ABC) transporter), що і забезпечує наявність у рослин стійкості. Нуклеотидна послідовність *Lr34* має довжину 11 805 пар нуклеотидів і містить 24 екзони [14].

За даними Lagudah E. S. та ін. [15] алель гена *Lr34*(+), асоційований зі стійкістю пшениці проти збудника бурої іржі, та алель *Lr34*(–), присутній у сприйнятливих сортів, відрізняються за однонуклеотидною заміною в інтроні 4, делецією в екзоні 11 і однонуклеотидною заміною в екзоні 12 [15, 14]. Тобто, найбільш інформативними маркерами є такі, котрі включають хоча б одну з цих ділянок. Lagudah та ін. [15] розробили алельспецифічні пари праймерів, засновані на трьохнуклеотидній делеції в екзоні 11 локусу гена *Lr34*. Згідно з даними авторів маркера, окремим сортам української селекції властивий рідкісний алельний стан гена, для якого характерний стійкий алель маркера в екзоні 11, однак відсутність стійкості, асоційованої з *Lr34* [15]. Тому для цього дослідження було обрано домінантний маркер на основі поліморфізму в 12 екзоні *caSNP12*, який більш повно характеризує локус [16].

У світовій практиці проведення досліджень з моніторингу колекцій пшениці на наявність і вивчення алельного стану генів за допомогою молекулярно-генетичних маркерів є актуальним напрямом. Українськими вченими також проаналізовані сорти вітчизняної селекції на наявність та ідентифікацію алельного стану гена *Lr34* [17, 10]. Однак, важливим є факт, що постійно у виробництво впроваджуються нові сорти.

Мета і завдання досліджень передбачали ідентифікацію алельного стану гену *Lr34* за допомогою молекулярно-генетичного маркера *caSNP12* [16] у 15 новостворених сортів пшениці м'якої озимої, створених у відділі селекції зернових культур, лабораторії селекції озимої пшениці Миронівського інституту пшениці ім. В. М. Ремесла НААН (далі МІП) та їх вивчення за стійкістю проти збудників бурої іржі та борошнистої роси в умовах штучного та провокаційного інфекційних фонів, відповідно.

Матеріали і методи. *Дослідження на інфекційних фонах.* Дослідження проводили упродовж 2015-2017 рр. у польовому інфекційному розсаднику відділу захисту рослин МІП за умов штучної інокуляції збудником бурої іржі та провокаційному інфекційному фоні збудника борошнистої роси. Агротехніка дослідів відповідала загальноприйнятій у зоні Правобережного

Лісостепу України технології вирощування пшениці м'якої озимої та була направлена на оптимізацію росту і розвитку рослин.

Для створення штучного інфекційного фону використовували суспензію суміші спор, виділених із місцевої популяції збудника бурої іржі. Досліджувані зразки інокулювали у фазі виходу рослин у трубку сумішкою спор із тальком у співвідношенні 1 : 100 за методикою Е. Е. Гешеле [18]. Спорове навантаження становило 15 г уредініоспор на 1 м^2 посіву. Зараження рослин проводили у вечірні години, з випаданням роси, попередньо зволожуючи рослини водою з ранцевого обприскувача за температури повітря не нижче 20 °С і вологості повітря 80-90 %. Сприйнятливий до даного захворювання сорт – Миронівська 10 висівали через кожні 10 зразків і вздовж досліджуваної смуги.

Провокаційний фон для розвитку збудника борошнистої роси створювали, використовуючи місцеву популяцію згідно із загальноприйнятою методикою [19]. Як накопичувач інфекції використовували американський сорт Кепрок.

Облік ураженості рослин проводили у динаміці через кожні 10 днів за загальноприйнятими методиками [18, 20].

У якості контролів для алельних станів локусу Lr34 використовували сорти Thatcher +Lr34 (RL6058) (+ контроль) та 'Thatcher' (– контроль).

Виділення ДНК. Виділяли ДНК із наважок рослинного матеріалу масою 25-40 мг, отриманого шляхом подрібнення у керамічних ступках до стану однорідного порошку 5 зернин та подальшого відбору й зважування. Виділення ДНК проводили за допомогою наборів Diatom™ DNA Prep100, дистриб'ютор в Україні – фірма NEOGENE® за стандартною методикою з певними модифікаціями.

Проведення ПЛР. Для ідентифікації алельного стану гена стійкості проти збудника бурої іржі пшениці Lr34 у досліджуваному генетичному матеріалі використовували маркер caSNP12 [16]. ПЛР проводили на ампліфікаторі 2720 GeneAMP System з допомогою наборів GenPak® PCR Core, дистриб'ютор в Україні – фірма NEOGENE® за методикою виробника. Послідовності праймерів наступні: для caSNP12F – 5'-TCCCCAGTTTAACCATCCTG-3'; для caSNP12R – 5'-CATTCAGTCACCTCGCAGC-3'. Умови ПЛР відповідали рекомендованим розробником [16]. У результаті ПЛР із сумішшю праймерів, що фланкують маркер caSNP12, стійкому алельному стану маркерів (далі – Lr34+) відповідали амплікони довжиною 234 п. н., чутливому – відсутність ампліконів [16].

Фрагменти, отриманні у результаті ПЛР, розділяли на 1,8% агарозному гелі. У якості інтеркалюючого агента для моніторингу ДНК в ультрафіолеті використовували бромистий етидій (рис. 1).

Результати та їх обговорення. Проведено дослідження 15 нових сортів пшениці м'якої озимої селекції МІП для ідентифікації алельного стану гена Lr34.

На рисунку 1 наведено електрофореграму з результатами ампліфікації фрагментів ДНК проаналізованих сортів пшениці за маркером caSNP12.

За результатами ПЛР, з використанням маркеру *caSNP12*, наведеними в таблиці 1 та рисунку 1, випливає, що серед 15 досліджуваних сортів лише 3 сорти – Берегиня миронівська, МІП Дніпрянка і Балада Миронівська – містять алель *Lr 34*(+), що становить всього 20% від досліджуваних сортів. Нагадаємо, що ген *Lr34* не є расоспецифічним. Він забезпечує загальну стійкість до різних патотипів бурої іржі у дорослих рослинах. Тому, отримані результати свідчать на користь того, що при створенні нових сортів пшениці, стійких до бурої іржі, необхідно використовувати сорти з ідентифікованим «стійким» алелем гена *Lr34*, як джерела стійкості в селекції.

Ураження новостворених сортів збудниками бурої іржі та борошнистої роси за три роки досліджень знаходилось у межах 0,1-10 % та 1-20 %, відповідно.

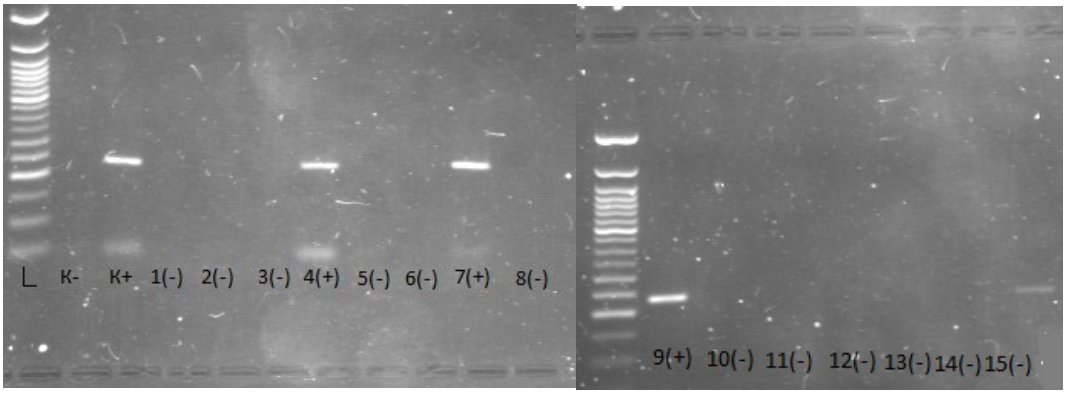


Рис. 1. Електрофореграма із фрагментами, отриманими в результаті ПЛР з парами праймерів, які визначають алельний стан гена Lr34 за молекулярно –генетичним маркером caSNP12 в 1,8 % агарозному гелі. L – 100 bp ladder (маркер молекулярних мас, ціна поділки – 100 п.н.); K– – «–» контроль; K+ – «+» контроль; 1 – Горлиця миронівська; 2 – Миронівська слава; 3 – Господиня миронівська; 4 – Берегиня миронівська; 5 – Естафета миронівська; 6 – МІП Княжна; 7 – МІП Дніпрянка; 8 – МІП Вишиванка; 9 – Балада миронівська; 10 – Грація миронівська; 11 – МІП Ассоль; 12 – Трудівниця миронівська; 13 – Вежа миронівська; 14 – МІП Валенсія; 15 – Оберіг миронівський

1. Алельний стан гена *Lr34* у новостворених сортів пшениці озимої селекції МІП за результатами ПЛР по маркеру *caSNP12*, 2017 р.

№	Сорт	Рік передачі на ДКЕ	Рік внесення до Державного реєстру	Алельний стан гену *Lr34**
1	Оберіг Миронівський	2010	2014	–
2	Горлиця миронівська	2013	2016	–
3	Господиня миронівська	2013	2017	–
4	Берегиня миронівська	2012	2016	+
5	МІП Княжна	2015	2017	–
6	МІП Вишиванка	2015	2017	–
7	МІП Валенсія	2015	2017	–
8	Миронівська слава	2015	2017	–
9	Трудівниця миронівська	2015	2017	–
10	Естафета миронівська	2016		–
11	Вежа миронівська	2016		–
12	МІП Дніпрянка	2016		+
13	Балада миронівська	2016		+
14	Грація миронівська	2016		–
15	МІП Ассоль	2016		–

Примітка: ДКЕ – державна кваліфікаційна експертиза; * «+» - асоційований зі стійкістю алель *Lr34*(+); «-» - алель присутній у сприйнятливих сортів *Lr34*(–).

Ураження рослин сорту Подолянка (стандарт) збудником борошнистої роси у досліджувані роки (2015, 2016, 2017 рр.) становило: 10, 15 і 10 %, відповідно та бурої іржі – 10, 15, 0 %. Ураження сприйнятливого до збудника борошнистої роси сорту Кепрок знаходилось на рівні 15, 35, 15 %. Бура іржа набула розвитку на сприйнятливому сорті Миронівська 10 на рівні 15 %, 30 %, а у 2017році хвороба на рослинах пшениці зовсім не проявилася.

На розвиток хвороб значний вплив мали погодні умови (температура повітря та опади), особливо несприйнятливим для розвитку хвороб листя виявився 2017 рік.

Нами проведений порівняльний аналіз отриманих даних від попередніх досліджень з ідентифікації алельного стану гена *Lr34* у сортах, створених у МІП таблиця Д4 (http://cytgen.com/articles/512053s.pdf) [21]. За результатами аналізу серед 62 досліджених сортів лише 8 (12,9 %) містять алель *Lr34*(+) – Крижинка (занесено в 2002 році до Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні), Веста (2003 р.), Сніжана (2004 р.), Володарка (2005 р.), Деметра (Миронівська 35) (2005 р.), Вдячна (2005 р. переданий на ДСВ), Пам'яті Ремесла (2009 р.), Святкова (2006 р.). Ще 8 сортів проявляють поліморфізм за геном *Lr34* – Іллічівка (1974 р.), Миронівська 30 (1995 р.), Миронівська 32, Миронівська 65 (2000 р.), Миронівська 66 (2000 р.), Пивна (2006 р.), Економка (2008 р.), Легенда Миронівська (2012 р.). Можливо, невелика частота домінантного алеля гена *Lr34* у сортах селекції МІП пов'язана зі складністю її ідентифікації у польових умовах у зоні Правобережного Лісостепу України за використання класичних методів селекції, адже у сортів селекції СГІ (Степ) його частота становить 60,8 % [21].

За результатами вивчення у 2014 – 2015 рр. у вихідних селекційних ланках лабораторії селекції озимої пшениці виділилась Лінія 37090, у родоводі якої є лінія із селекційного розсадника відділу захисту рослин Еритроспермум *Erysiphe graminis* 134/2000 (ТАМ–200 х Миронівська 29). Ця лінія характеризується комплексною стійкістю проти хвороб у поєднанні з високою потенційною урожайністю (до 10 т/га) після попередників сидеральний пар та горох і передана у 2015 році на ДСВ як сорт МІП Дніпрянка. Сорт Миронівська 29 створено на основі зразка пшениці м'якої ярої ВТ-2288 із Тунісу, котра походить від схрещування зразків пшениці м'якої ярої, що у своїх родоводах мають форми пшениці м'якої озимої (Mentana), зокрема Кримки (у сортах Norin 10 і Brevor), пшениці м'якої ярої з Галичини (у сортах Marquis і Brevor) та споріднених видів – *T. durum* (Thatcher), *T. dicoccum* (ярославська полба з Росії в сорті Hope). Тобто, у своєму родоводі МІП Дніпрянка має споріднену геноплазму з сортом Mentana, який був створений на основі першого сорту-джерела гена *Lr34*.

Висновки і перспективи. За результатами отриманих досліджень та аналізом джерел літератури встановлено, що серед досліджених новостворених сортів пшениці селекції МІП відсоток таких, що містять *Lr34*(+), є досить низьким. Так, із 15 досліджених сортів лише 3 (20 %) були визначені як *Lr*-позитивні, а серед 62 проаналізованих із літератури – лише 8 (12,9 %). В середньому це становить приблизно 14 %. Водночас, стабільність у забезпеченні расонеспецифічної стійкості та порівняно низький відсоток *Lr34* «позитивних» сортів повинен спонукати селекціонерів організувати селекційний процес таким чином, щоб збільшити частку алелей *Lr34*(+) у новостворюваних сортах за рахунок включення до схрещувань сортів – Крижинка, Веста, Сніжана, Володарка, Деметра (Миронівська 35), Вдячна, Пам'яті Ремесла, Святкова, Берегиня миронівська, МІП Дніпрянка та Балада Миронівська. Крім того, використання ДНК-маркерів значно полегшує реалізацію селекційно-генетичних програм зі створення сортів пшениці, стійких проти збудника *Puccinia recondita f. sp. tritici*.

References

1. Orliuk, A. P., Honcharova, K. V., Bazalii, H. H., Usyk, L. O. (2010). Fizioloho-henetychne obgruntuvannia selektsii sortiv pshenytsi miakoi ozymoi dlia umov zroshennia [Physiological and genetic

justification of selection of winter wheat varieties for irrigation conditions]. Zbirnyk naukovykh prats SHI [Collection of scientific works of SGI], 6 (56), 44–66.
2. McIntosh, R. A., Dubcovsky, J., Rogers, W. J., Morris, C., Appels, R., Xia, X.C. (2017). Catalogue of gene symbols for wheat: 2017 supplement. Available at: https://shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/macgene/supplement2017.pdf
3. Kovalyshyna, H. M., Dmytrenko, Yu. M. (2017). Sources of resistance to brown rust pathogen and their use in the development of soft wheat varieties. Plant varieties studying and protection, 13 (2), 379-386. doi: 10.21498/2518-1017.13.4.2017.117742
4. Caldwell, R. M., Finlay, K. W, Shepherd, K. W (eds) (1968). Breeding for general and/or specific plant disease resistance. The Third International Wheat Genetics Symposium, Canherra, 263-272.
5. Dyck, P. L. (1991). Genetics of adult plant leaf rust resistance in Chinese Spring and Sturdy wheats. Crop Sci, 31, 309–311.
6. Kolmer, J. A. (2002). Virulence phenotypes of Puccinia triticina in South AtlanticStates in 1999. Plant Diseases, 86, 288–291.
7. Spielmeyer, W., McIntosh, R. A., Kolmer, J., Lagudah, E. S. (2005). Powdery mildew resistance and Lr34/Yr18 genes for durable resistance to leaf and stripe rust cosegregate at a locus on the short arm of chromosome 7D of wheat. Theor. Appl. Genet, 111 (4), 731–735. doi: 10.1007/s00122-005-2058-9
8. Karelov, A. V., Pirko, Ya. V., Kozub, N. A., Sozinov, I. A., Pirko, N. N., Litvinenko, N. A., Lyfenko, S. F., Koliuchii, V. T., Blume, Ya. B., Sozinov, A. A. (2011). Identification of the allelic state of the Lr34 leaf rust resistance gene in soft winter wheat cultivars developed in Ukraine. Cytol Genet, 45 (5), 271–276. doi: 10.3103/S0095452711050069
9. Rabinovich, S. V. (1972). Sovremennyie sorta pshenitsyi i ih rodoslovnyie [Modern varieties of wheat and their pedigrees]. Ukraine, Kiev: Urozhay, 328.
10. Galaev, A. V., Sivolap, Yu. M. (2015) Description of the bread wheat varieties of Ukrainian and Russian breeding by alleles of locus csLV34 closely linked with multipathogen resistance gene Lr34/Yr18/Pm38. Cytology and Genetics, 49 (1), 18–25.
11. Kovalyshyna, H. M. (2013). Henetychne riznomanittia sortiv pshenytsi ozymoi za stiikistiu proty buroi irzhi [Genetic variety of wheat varieties of winter for resistance to brown rust]. Zakhyst i karantyn roslyn [Plant protection and quarantine], 59, 137-146.
12. Gorash, A., Galaev, A., Babayants, O., Babayants, L. (2014). Leaf rust resistance of bread wheat (Triticum aestivum L.) linesderived from interspecific crosses. Zemdirbyste-Agriculture. 101(3), 295–302.
13. Lisova, H. M., Sobko, T. O. (2017. Osoblyvosti proiavu stiikosti nosiiv translokatsii 1AL/1RS do dii zbudnyka buroi irzhi pshenytsi v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Features of the expression of the resistance of 1AL / 1RS translocation carriers to the action of the rust wheat pathogen in the conditions of the Right Bank Forest-steppe of Ukraine]. Faktory eksperymentalnoi evoliutsii orhanizmiv [Factors of Experimental Evolution of Organisms], 21, 160-163.
14. Krattinger, S. G., Lagudah, E. S., Spielmeyer, W., Singh, R. P., Huerta-Espino, J., McFadden, H., Bossolini, E., Selter, L. L., Keller, B. (2009). A putative ABC transporter confers durable resistance to multiple fungal pathogens in wheat. Science, 323, 1360–1363.
15. Lagudah, E. S., Krattinger, S. G., Herrera-Foessel, S., Singh, R. P., Huerta-Espino, J., Spielmeyer, W., Brown-Guedira, G., Selter, L. L., Keller, B. (2009). Gene-specific markers for the wheat gene Lr34/Yr18/Pm38 which confers resistance to multiple fungal pathogens. Theoretical and Applied Genetics. 119, 5, 89-898
16. Dakouri, A., McCallum, B. D., Walichnowski, A. Z. [et al.] (2010). Fine-mapping of the leaf rust Lr34 locus in Triticum aestivum (L.) and characterization of large germplasm collections support the ABC transporter as essential for gene function. Theor. Appl. Genet., 121, 373–384.
17. Pirko, Ya. V., Karelov, A. V., Kozub, N. O., Sozinov, I. O., Pirko, N. M., Yemets, A. I., Korkhovyi, V. I., Koliuchyi, V. T., Blium, Ya. B., Sozinov, O. O. (2012). Vprovadzhennia metodiv, shcho bazuiutsia na provedenni polimeraznoi lantsiuhovoi reaktsii, dlia vyiavlennia heniv stiikosti do buroi irzhi u pshenytsi [The introduction of methods based on conducting a polymerase chain reaction to detect resistant rust wheat genes in wheat]. Nauka ta innovatsii [Science and Innovation], 8 (3), 50-56.
18. Geshele, E. E. (1971). Metodicheskoe rukovodstvo po fitopatologicheskoy otsenke zernovyih kultur [Methodological manual on phytopathological evaluation of cereals]. Ukraine, Odessa: VSGI, 180.
19. Krivchenko, V. I., Suhanberdina, E. H., Vershinina, V. A., Lebedeva, T. V. (1980). Izuchenie ustoychivosti zlakovyih kultur k muchnistoy rose [Study of the resistance of cereals to powdery mildew]. 79.

20. Trybel, S. O., Hetman, M. V., Stryhun, O. O., Kovalyshyna, H. M., Andriushchenko, A. V. (2010). Metodolohiia otsiniuvannia stiikosti sortiv pshenytsi proty shkidnykiv i zbudnykiv khvorob [Methodology of evaluation of resistance of wheat varieties to pests and pathogens], Ukraine, Kiev: Kolobih, 392.
21. Kozub, N. A., Sozinov, I. A., Karelov, A. V., Blume, Ya. B., Sozinov, A. A. (2017). Diversity of Ukrainian winter common wheat varieties with respect to storage protein loci and molecular markers for disease resistance genes. Cytol Genet., 51 (2), 117–129. doi: 10.3103/S0095452717020050

SUMMARY

H. M. Kovalyshyna, Yu. M. Dmytrenko, A. V. Karelov, I. O. Sozinov, N. O. Kozub, O. V. Humenyuk, T. I. Mukha. *Characteristics of new varieties of winter common wheat breeding of the myronivka institute of wheat as the allelic state of the lr34 leaf rust resistance gene // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.139–146. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.018*

Identification of the allele state Lr34 gene of resistance to the brown rust causative agent by a dominant marker based on polymorphism in 12 exons of caSNP12 in new varieties of soft winter wheat and their investigations on resistance to pathogens of brown rust and powdery mildew in conditions of artificial and provocative infectious backgrounds are conducted. The affection of the newly created varieties by brown rust and powdery mildew exciters during the three years of investigations was within the range of 0.1-10.0% and 1-20 %, respectively. The damage plants of the variety Podolanka (standard) by exciter of powdery mildew in researched years (2015, 2016, 2017) was: 10, 15 and 10 %, respectively, and brown rust - 10, 15, 0 %. The affection of the susceptible to the exciter powdery mildew variety Keprock was at the level of 15, 35, 15 %. The brown rust has developed at the susceptible variety Mironivska 10 at 15%, 30 %, and in 2017 year, the disease on wheat plants did not revealed.

The varieties Bereginya Mironivska, MIP Dnipryanka and Balada Mironivska - contain the allele Lr34 (+), which is only 20% of the among 15 studied varieties according to the results of identification allelic state of the gene Lr34. It is known that the Lr34 gene is not race specific. It provides overall resistance to different pathotypes of brown rust in adult plants. That's why, the results suggest that in the creation of new varieties of wheat resistant to brown rust, it is necessary to use varieties with the identified "stable" allele of the gene Lr34 as a source of stability in breeding.

Keywords: *Triticum aestivum, breeding, variety, resistance, disease, pathogen, leaf rust, powdery mildew, Lr34, Yr18, Pm38, caSNP12*

АННОТАЦИЯ

Г. М. Ковалишина, Ю. М. Дмитренко, А. В. Карелова, И. А. Созинов, Н. А. Козуб, А. В. Гуменюк, Т. И. Муха. *Характеристика новых сортов пшеницы мягкой озимой мироновской селекции по аллельному состоянию гена устойчивости к возбудителю бурой ржавчины lr34 // Биоресурсы и природопользование.– 2018. – **10**, №3–4. –С.139–146. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.018*

Проведена идентификация аллельного состояния гена устойчивости к возбудителю бурой ржавчины пшеницы Lr34 с помощью доминантного маркера на основе полиморфизма в 12 экзоне caSNP12 в новых сортах пшеницы мягкой озимой и их изучение по устойчивости к возбудителям бурой ржавчины и мучнистой росы в условиях искусственного и провокационного инфекционных фонов.

Поражение новых сортов возбудителями бурой ржавчины и мучнистой росы за три года исследований находилось в пределах 0,1-10 % и 1-20 % соответственно. Поражение растений сорта Подолянка (стандарт) возбудителем мучнистой росы в исследуемые годы (2015, 2016, 2017) составило: 10, 15 и 10 %, соответственно и бурой ржавчины – 10, 15, 0 %. Поражение восприимчивого к возбудителю мучнистой росы сорта Кепрок находилось на уровне 15, 35, 15 %. Бурая ржавчина получила развитие на восприимчивом сорте Мироновская 10 на уровне 15 %, 30 %, а в 2017 болезнь на растениях пшеницы вовсе не проявилась.

По результатам идентификации аллельного состояния гена Lr34 среди 15 исследуемых сортов всего 3 сорта – Берегиня Мироновская, МИП Днепрянка и Баллада Мироновская – содержат аллель Lr34 (+), что составляет всего 20 % от изучаемых сортов. Известно, что ген Lr34 не является расоспецифичним. Он обеспечивает общую устойчивость к различным патотипам бурой ржавчины у взрослых растений. Поэтому, полученные результаты свидетельствуют в пользу того, что при создании новых сортов пшеницы, устойчивых к бурой ржавчине, необходимо использовать сорта с идентифицированным «устойчивым» аллелем гена Lr34, как источники устойчивости в селекции.

Ключевые слова: *Triticum aestivum, селекция, сорт, устойчивость, возбудитель, бурая ржавчина, мучнистая роса, Lr34, Yr18, Pm38, caSNP12*

УДК 633.15:631.8:631.5

СТАБІЛЬНІСТЬ ТА ПЛАСТИЧНІСТЬ ГІБРИДІВ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ТА ГУСТОТИ СТОЯННЯ РОСЛИН В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

В. Г. ТАРАН, *аспірант кафедри рослинництва*
С. М. КАЛЕНСЬКА, *доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН України, завідувач кафедри рослинництва*
Н. В. НОВИЦЬКА, *кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри рослинництва*
П. О. ДАНИЛІВ, *магістр кафедри рослинництва*
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: svitlana.kalenska@gmail.com, taran083@ukr.net

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.019

Для сучасного вирощування стабільних урожаїв зерна кукурудзи великого значення набувають такі біологічні властивості сучасних гібридів, як пластичність і стабільність, які характеризують пристосувальні властивості організму, відкривають динаміку змін реакції генотипу на варіювання умов середовища, дають змогу зберегти відносно незмінними свої функції. Мета досліджень полягала у встановленні особливостей формування урожайності гібридів кукурудзи різної регіональної селекції, реакції гібридів на густоту посіву, ефективності норм добрив та морфологічних змін рослини. Польові досліди закладали на чорноземах типових Правобережного Лісостепу України впродовж 2015 – 2017 рр. в с. Зікрачі Кагарлицького району Київської області. У результаті проведених досліджень встановлена адаптаційна здатність восьми гібридів кукурудзи за ущільнення посіву та зростаючих нормах мінеральних добрив. Досліджена архітектоніка кореневої системи та встановлена залежність параметрів кореневої системи гібридів кукурудзи за різних умов живлення та густоти стояння рослин. Урожайність впродовж 2015 – 2017 рр. варіювала від 5,08 до 13,4 т/га. Упродовж років проведення досліджень в умовах Правобережного Лісостепу України забезпечення вологою було основним обмежуючим чинником урожайності.

Ключові слова: *адаптація, кукурудза, коренева система, гібриди, урожайність, норми добрив, густота стояння рослин, Правобережний Лісостеп України*

Актуальність. Важливу роль у забезпеченні високих урожаїв зерна гібридів кукурудзи відіграє їх здатність пристосовуватись до мінливих умов зовнішнього середовища, оскільки завданням сільськогосподарського виробництва є не просто досягнення високих показників урожайності, а стабільний їх прояв. Для сучасного вирощування стабільних урожаїв зерна кукурудзи великого значення набувають такі біологічні властивості сучасних гібридів, як пластичність і стабільність, які характеризують пристосувальні властивості організму, відкривають динаміку змін реакції генотипу на варіювання умов

середовища, дають змогу зберегти відносно незмінними свої функції [4, 9].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Кукурудза має високий потенціал продуктивності та є універсальною культурою щодо використання. Толерантність кукурудзи до високих та низьких температур є важливою задачею, що стоїть перед селекціонерами за виведення гібридів для центральних та північних районів Європи, де в останні десятиріччя спостерігаються постійні коливання температури повітря з подальшим прогнозованим їх зростанням. Генотипи різняться за своєю реакцією на весь діапазон можливих температур за не завжди зрозумілими ознаками. У зв'язку з чим в останній час надається значна увага формуванню стійких до стресових умов рослин за рахунок формування ефективної кореневої системи [2, 7].

Потужність кореневої системи – передумова формування стабільних високих урожаїв сільськогосподарських культур, оскільки забезпечує вологою та елементами живлення – лімітованими чинниками, які потребує рослина. Розвиток і потужність кореневої системи залежить від генетичних особливостей гібрида, погодних умов, генезису ґрунту, температури та вологості ґрунту, забезпеченості елементами живлення, тощо [1, 4]. Глибоко проникаючі корені забезпечують рослини кукурудзи вологою з нижніх горизонтів сухих ґрунтів, тоді коли поверхневі дрібні корінці використовують елементи живлення з поверхні ґрунту. Довгі і розгалужені корені завдяки здатності краще та глибше поглинати воду та поживні речовини з ґрунту забезпечують підвищену стійкість до посухи. Технологічні заходи, спрямовані на створення сприятливих умов для формування і розвитку кореневої системи кукурудзи є надзвичайно важливими [2, 8, 10].

Постійна робота селекціонерів над удосконаленням архітектоніки рослини кукурудзи акцентує увагу на компонентах, які обумовлюють формування продуктивності та протистояння стресовим чинникам – розміри і кут нахилу листків, архітектоніка кореневої системи та інше. Генотипи кукурудзи різняться за своєю реакцією на весь діапазон можливих температур за не завжди зрозумілими ознаками [5, 6, 11].

Мета дослідження – встановлення особливостей формування урожайності гібридів кукурудзи різної регіональної селекції, реакції гібридів на густоту посіву – густота стояння рослин в агроценозі кукурудзи; ефективності норм добрив та морфологічних змін рослини як реакції на досліджуванні чинники.

Матеріал і методи дослідження. В умовах Правобережного Лісостепу України на чорноземах типових (с. Зікрачі Кагарлицького району Київської області) упродовж 2015 – 2017 років були проведені багатофакторні польові досліди. Територія проведення досліджень в зоні Лісостепу відносяться до району з помірно-континентальним кліматом та достатньою кількістю опадів (ГТК – 1-2), проте їх розподіл впродовж року та за окремими роками дуже нерівномірний. У середньому за рік випадає 560 мм з коливаннями в розрізі років від 270 до 730 мм. Середня температура повітря за рік складає 6,8-7,6 ºС.

Коефіцієнт суттєвості відхилень показників агрометеорологічного режиму поточного року від середніх багаторічних розрахували за формулою (1):

$$Kc = \frac{(Xi - \overline{X})}{\sigma}, \qquad (1)$$

де K_c – коефіцієнт суттєвості відхилень;

X_i – показники поточної погоди;

$\overline{X}$ – середня багаторічна величина;

σ – середнє квадратичне відхилення.

Рівень коефіцієнтів суттєвості відхилень визначали за градацією:

K_c = 0–1 – умови, близькі до звичайних;
K_c = 1–2 – умови, що сильно відрізняються

від середніх багаторічних; $К_с > 2$ – умови, наближені до рідкісних.

Кукурудзу в роки проведення досліджень висівали в період 30 квітня – 4 травня. Стабільність та пластичність гібридів за урожайністю розраховували відповідно до методики Еберхарда-Рассела, при цьому за критерій «пункт» використано критерій «погодні умови року». В такій модифікації визначили показники стабільності та пластичності гібридів кукурудзи відносно метеорологічних умов пункту проведення досліджень.

Результати досліджень та їх обговорення. В умовах Правобережного Лісостепу України урожайність гібридів була також стабільно високою, змінюючись як за впливу технологічних чинників вирощування, так і залежно від забезпечення вологою. Морфологія рослин гібридів також обумовлювала зміну урожайності за змінних умов вирощування. Гібриди по різному реагують на ущільнення посіву та норми мінеральних добрив – зміна кількості рослин на момент збирання становить від 60 до 90 тисяч рослин на одному гектарі. За рахунок формування кореневої системи з певною морфологією урожайність досліджуваних гібридів кукурудзи впродовж 2015 – 2017 рр. варіювала від 6,82 до 12,1 т/га. Пластичність більшості гібридів наближалася до 1, а стабільність урожайності збільшувалася в більших межах. В Правобережному Лісостепу чинник «волога» в 2015 – 2017 рр. був більш обмежуючим чинником, ніж у Лівобережному Лісостепу.

Погодні умови років проведення досліджень суттєво різнилися як між собою, так і порівняно з багаторічними даними параметрів, які були розраховані за даними Миронівської метеорологічної станції – найближчої до місця проведення польових дослідів (табл. 1, 2). Упродовж всіх років проведення досліджень середньодобові температури повітря були суттєво вищі порівняно з багаторічними середньодобовими температурами повітря даного регіону, як в середньому за три роки, так і в розрізі окремих місяців за роками проведення досліджень. Лише в жовтні 2015 та 2016 років, та в листопаді 2016 року температура була дещо нижчою порівняно з багаторічними даними.

За суттєвого перевищення середньої добової температури та нестачі вологи в 2015 та 2017 роках створилися умови близькі до критичної межі необхідні для росту та розвитку рослин. В окремі періоди, зокрема в фазі цвітіння в 2015 році, максимальні температури повітря переви-

1. Сума опадів (мм) за вегетацію та коефіцієнти суттєвості відхилень в роки проведення досліджень

Рік	Місяць									Сума
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
2015	60	24	21	10	50	10	44	27	46	365,2
2016	36	55	91	68	19	37	2,2	75	44	571,8
2017	12	43	23	22	102	20	13	74	52	541,3
Багаторічні	33	45	44	77	88	61	41	27	39	455
Коефіцієнт суттєвості відхилень опадів										
2015	1,1	-1,3	-0,6	-2,2	-0,9	-3,7	0,1	0	1,7	
2016	0,1	0,9	1,4	-0,2	-1,6	-1,8	-1,8	1,7	1,2	
2017	-0,9	-0,2	-0,6	-1,4	0,3	-3	-1,3	1,7	3,1	

Джерело: Миронівська метеорологічна станція

2. Середньодобова температура повітря (°С) та коефіцієнти суттєвості відхилень

Рік	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2015	- 0,9	- 1,0	4,7	9,3	16,3	19,4	21,5	21,5	18,2	7,1	4,7	1,8
2016	- 5,8	2,5	4,2	12,4	15,2	20,1	22,2	21,1	15,7	6,7	1,4	-1,8
2017	- 5,3	- 2,2	6,0	10,4	15,4	20,6	20,9	22,4	17,0	8,6	3,5	2,1
2015-2017	- 4,0	- 0,2	4,9	10,7	15,6	20,0	21,5	21,7	17,0	7,5	3,2	0,7
Багаторічні	- 5,6	-4,5	0,4	8,6	15	18	19,4	18,7	14,2	7,9	2,0	- 2,5
Коефіцієнти суттєвості відхилень температур												
2015	1,8	1,2	4,8	0,4	2,2	2,3	3,5	4,0	3,2	-0,8	1,6	1,9
2016	-0,1	2,6	4,2	2,4	0,3	3,5	4,7	4,0	1,2	-1,2	-0,3	0,3
2017	4,0	2,7	6,2	1,1	0,7	4,3	2,5	5,3	2,6	0,7	0,9	2,1

Джерело: Миронівська метеорологічна станція

щували 40 °С, що негативно позначилося на запиленні та заплідненні – на окремих рослинах взагалі не сформувався качан, а інколи відмічалася значна пустозерність. В зв'язку з чим в 2015 році врожайність гібридів коливалася від 5,08 до 10,5 т/га; в 2017 році – від 5,24 до 9,56 т/га.

У розрізі років проведення досліджень та залежно від щільності посіву та норм добрив діапазон коливання урожайності гібридів склав 5,08-13,4 т/га. За сприятливих погодних умов в 2016 році гібриди реалізували свій потенціал на високому рівні – 6,61-13,4 т/га. Всі гібриди формували вищу урожайність за густоти стояння 90 тис рослин на гектарі в межах однієї норми добрив. За реакцією на норму добрив гібриди можна поділити на декілька групи. Нами встановлена специфічна реакція гібридів на погодні умови та технологічні чинники щодо здатності формувати врожайність. Найвищий рівень адаптивності проявив сорт Сенсор, формуючи впродовж 2015 – 2017 років найвищий рівень урожайності – 6,12-13,4 т/га за рівних умов з іншими гібридами.

Аналіз рівня урожайності, яку формували гібриди, діапазон її змін та розрахунок коефіцієнта стабільності та пластичності дозволило виділити групу гібридів, які позитивно реагують на оптимальні погодні умови вирощування шляхом значного підвищення урожайності та коефіцієнта пластичності за 90 тис рослин/га: ЄС Сенсор – *П*= 1,44-2,10; Алекксандра – *П* = 1,44-2,01; ЄС Гарант – *П*= 1,73; КВС 381 – *П* = 1,37. Гібрид ЄС Кубус також характеризується досить високою пластичністю за нижчих норм добрив – *П* = 1,62-2,13 і лише за внесення $N_{150}P_{135}K_{135}$ коефіцієнт пластичності становить 0,63, що може свідчити про нижчий рівень адаптивності рослин за високих норм доступних елементів живлення і розвитку поверхневої кореневої системи (табл. 3).

Коефіцієнт пластичності щодо урожайності за густоти стояння 60 тисяч рослин/га в розрізі гібридів та норм добрив коливався від 0,52 до 1,71, а за густоти від 90 тис рослин/га – від 0,69 до 2,13. Встановлена загальна тенденція щодо вищої пластичності рослин за густоти стояння 90 тис рослин/га, виключенням став лише гібрид Алекксандра – коефіцієнт пластичності за 60 тис рослин/га та внесенні $N_{150}P_{135}K_{135}$ склав 2,26. Тобто гібрид за такої щільності є досить пластичним і ефективно використовує елементи живлення.

Стабільність гібридів є відносним показником – деякі гібриди за нижчої урожайності демонструють досить високу стабільність. Гібрид кукурудзи ЄС Москіто за 90 тис рослин/га продемонстрував

3. Адаптивність гібридів кукурудзи в умовах Правобережного Лісостепу України

Гібрид кукурудзи	Норма добрив, кг д. р./га	Густота стояння рослин, тис. шт./га					
		60			90		
		Показники					
		урожайність, т/га	пластичність	стабільність	урожайність, т/га	пластичність	стабільність
Дніпровський 257	N_{60} P_{45} K_{45}	5,83	1,16	0,11	7,44	1,79	0,22
	N_{90} P_{60} K_{60}	6,41	0,91	0,17	7,83	1,55	0,23
	N_{120} P_{105} K_{105}	7,13	1,40	0,38	8,33	1,00	0,28
	N_{150} P_{135} K_{135}	7,38	0,62	0,24	8,23	1,17	0,29
ЄС Сігма	N_{60} P_{45} K_{45}	6,20	0,87	0,13	8,86	1,66	0,29
	N_{90} P_{60} K_{60}	6,49	0,96	014	8,73	1,12	0,33
	N_{120} P_{105} K_{105}	6,79	1,15	0,17	8,66	1,01	0,38
	N_{150} P_{135} K_{135}	7,54	0,52	0,20	8,47	0,93	0,55
Алекксандра	N_{60} P_{45} K_{45}	5,69	0,96	0,10	7,69	1,44	0,20
	N_{90} P_{60} K_{60}	5,97	0,95	0,18	8,35	2,01	0,23
	N_{120} P_{105} K_{105}	6,81	1,18	0,20	8,40	1,45	0,23
	N_{150} P_{135} K_{135}	8,83	2,26	0,38	8,89	1,57	0,31
ДН Гарант	N_{60} P_{45} K_{45}	5,67	0,92	0,14	7,40	1,43	0,22
	N_{90} P_{60} K_{60}	6,57	1,29	0,21	8,23	2,09	0,25
	N_{120} P_{105} K_{105}	7,10	1,71	0,19	9,01	1,77	0,35
	N_{150} P_{135} K_{135}	7,65	1,31	0,22	9,46	1,68	0,37
ЄС Кубус	N_{60} P_{45} K_{45}	5,83	0,85	0,12	7,66	1,62	0,24
	N_{90} P_{60} K_{60}	6,32	0,66	0,14	8,29	1,98	0,29
	N_{120} P_{105} K_{105}	6,79	1,07	0,15	9,13	2,13	0,33
	N_{150} P_{135} K_{135}	7,89	1,30	0,22	8,76	0,69	0,46
ЄС Москіто	N_{60} P_{45} K_{45}	5,78	0,82	0,10	6,40	1,00	0,16
	N_{90} P_{60} K_{60}	6,32	0,68	0,18	7,88	1,21	0,20
	N_{120} P_{105} K_{105}	7,25	1,65	0,24	8,54	1,08	0,25
	N_{150} P_{135} K_{135}	7,89	1,34	0,23	8,26	1,23	0,30
ЄС Сенсор	N_{60} P_{45} K_{45}	6,70	0,95	0,16	8,51	1,44	0,7
	N_{90} P_{60} K_{60}	7,51	0,83	0,25	10,3	2,03	0,61
	N_{120} P_{105} K_{105}	8,38	0,84	0,34	11,2	2,02	1,04
	N_{150} P_{135} K_{135}	8,87	0,83	0,84	11,6	2,10	1,18
КВС 381	N_{60} P_{45} K_{45}	5,92	0,72	0,12	8,82	1,39	0,23
	N_{90} P_{60} K_{60}	6,78	0,98	0,20	9,22	1,63	0,32
	N_{120} P_{105} K_{105}	7,53	1,04	0,21	9,69	1,6	0,32
	N_{150} P_{135} K_{135}	7,84	1,15	0,22	10,2	1,83	0,44

високу стабільність – 0,16-0,30 та пластичність 1-1,23, що свідчить про те, що умови максимально наближенні до оптимальних. Гібрид добре адаптується до змінних умов вирощування формуючи стабільно високу урожайність – такої комбінації показників з вибірки восьми гібридів більше на має у жодного з гібридів.

Реакція гібридів на норми добрив є специфічно обумовленою, що в значній мірі пов'язано з морфологією надземної і підземної частин рослини. Встановлено, що за внесення високих норм добрив під передпосівний обробіток, коренева система формується переважно в верхньому горизонті ґрунту, що підвищує ризики розвитку рослин, передусім з точки зору забезпечення вологою та ефективного використання елементів живлення. У зв'язку з чим в 2015 та 2017 році, коли був зафіксований значний дефіцит вологи, більшість гібридів не змогли сформувати урожайність, яка була зафіксована для них в 2016 році. Виключенням став гібрид Сенсор, який за цих умов сформував високу врожайність та довжину кореневої системи (рис. 1).

Гібрид Алекксандра характеризується дещо іншою реакцією на норми добрив та густоту стояння рослин порівняно з іншими гібридами. За внесення $N_{60}P_{45}K_{45}$ і густоті стояння рослин 60 тис рослин/га повільніше формується коренева система порівняно з посівами з густотою 90 тис рослин/га. Проте за подальшого збільшення норм добрив і густоті 60 тис рослин/га відбувалося значне подовження кореневої системи, а за густоти 90 тис рослин/га довжина кореневої системи зменшувалась (рис. 2).

За 60 тис рослин на одному гектарі спостерігається тенденція до формування потужнішої кореневої системи у всіх гібридів за зростаючих норм добрив і лише за збільшення норми добрив до

60 тис рослин/га

90 тис рослин/га

Рис. 1 Коренева система гібриду Сенсор, $N_{150}P_{135}K_{135}$

60 тис рослин/га

90 тис рослин/га

Рис. 2. Коренева система гібриду Алекксандра, $N_{150}P_{135}K_{135}$

60 тис рослин/га

90 тис рослин/га

Рис. 3. Коренева система гібриду Дніпровський 257, $N_{150}P_{135}K_{135}$

$N_{150}P_{135}K_{135}$ загальна довжина кореневої системи зменшується до рівня за внесення $N_{90}P_{60}K_{60}$ (рис. 3).

Лінійні розміри кореневої системи за внесення $N_{90}P_{60}K_{60}$ і густоти стояння рослин 90 тис/га були більшими лише у гібридів Дніпровський 257 та Сігма порівняно з посівами з 60 тис рослин/га, а всі інші гібриди вже поступалися за розмірами кореневої системи рослинам, які вирощувалися за густоти стояння 60 тис рослин/га, а за норм $N_{120}P_{105}K_{105}$ та $N_{150}P_{135}K_{135}$ довжина кореневої системи зменшувалася і значно поступалася довжині за густоти стояння 60 тис рослин/га. Таким чином, за густоти стояння рослин 90 тис рослин/га рослини у фазі 8-ми листків конкурують за елементи живлення, які надходять із добрив.

Висновки і перспективи. Високопродуктивні гібриди здатні формувати більший рівень урожайності за ущільнених посівів, які формуються за більшої норми висіву та зростаючих доз елементів живлення. За таких умов формується коренева система більша за об'ємом – менша в діаметрі, але з більшою довжиною скелетного коріння та корінців різного порядку. Розрахунок внесення елементів живлення на формування певного рівня урожайності і погляд на посів у горизонтальній площині є вкрай помилковим, оскільки повинна розглядатися не «площа», а «об'єм» ґрунту, де відбувається формування кореневої системи і за рахунок якої переважно відбувається живлення та забезпечення вологою рослини.

Література

1. Ribaut J.M., Betrán F.J., Monneveux P., Setter T. 2009. Drought tolerance in maize. P. 311–344 // Hakeand S.C., Bennetzen J.L. (ed.) Hand book of maize: its biology. Springer, Netherlands.
2. Hatfield J., Boote K., Kimball B.A., Izaurralde R., Ort D., Thomson A., Wolfe D. Climate Impacts on Agriculture: Implications for Crop Production. Agronom. J. 2011. Vol.103. P. 351–370.
3. Cakir R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Res. 89: 1-16.
4. Шпаар, Д. Кукурудза. Вирощування, збирання, консервування і використання / Д. Шпаар, К. Гінапп, Д. Дрегер, А. Захаренко, С. Каленська та ін. К.: Альфа-стевія ЛТД, 2009. 396 с.
5. Lynch, J. P. Roots of the second green revolution [Text] // Australian Journal of Botany. 2007. V.55 (5). P. 493-512 https://doi.org/10.1071/bt06118
6. Каленська С.М., Таран В.Г., Данилів П. Розвиток кореневої системи кукурудзи на ранніх етапах розвитку. Науковий вісник НУБІП України. Серія: Агрономія. 2017. Вип. 269, С. 10-17.
7. Sajid Ali, Subhan Uddin, Osaid Ullah, Shahen Shah, Serajud-Din, Taj Ali.Yield and Yield components of Maize Response Tocompost and Fertilizer-Nitrogen. Food Science and Quality Management. 2015.Vol.38. P. 39-44.
8. María E Otegui, Raymond Bonhomme Grain yield components in maize: I. Ear growth and kernel set // Field Crops Research. V. 56. Issue 3. April 1998. P. 247-256.
9. Каленська С. М., Єременко О. А., Таран В. Г., Крестьянінов Є.В., Риженко А.С. Адаптивність польових культур за змінних умов вирощування. Наукові праці інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. 2017. Вип. 25. С. 48–57.
10. Ермантраут Е.Р., Гопцій Т.І., Каленська С.М. та ін. Методика селекційного експерименту (у рослинництві). Харків. 2014. 229 с.
11. Eberthart S.A., Russel W.Q. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. 1966. № 6. P.1- 22.

References

1. Ribaut, J.M., Betrán, F.J., Monneveux, P.& Setter T. (2009). Drought tolerance in maize in Hakeand S.C. & Bennetzen J.L. (eds.) Hand book of maize: its biology. (pp. 311–344). Springer, Netherlands.
2. Hatfield J., Boote K., Kimball B.A., Izaurralde R., Ort D., Thomson A., Wolfe D. Climate Impacts on Agriculture: Implications for Crop Production. Agronom. J. 2011. Vol.103. P.351–370.
3. Cakir R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Res. 89: 1-16.
4. Shpaar D., Hinapp K., Dreher D., Zakharenko A., Kalenska S. et al (2009). Kukurudza. Vyroshchuvannia, zbyrannia, konservuvannia i vykorystannia [Corn. Growing, harvesting, preserving and using]. K.: Alfa-Steviia LTD, 396.
5. Lynch J. P. (2007). Roots of the second green revolution. Australian Journal of Botany, V.55(5), 493-512. doi:10.1071/bt06118
6. Kalenska, S.M., Taran, V.G. & Daniliv, P.O. (2017). Root system of maize hybrids at the early stages of development. Naykoviy visnik NULES Ukraine [Scientific Herald NULES of Ukraine], 269, Agronomy, 10-17 [in Ukrainian].
7. Sajid Ali, Subhan Uddin, Osaid Ullah, Shahen Shah, Serajud-Din, Taj Ali.Yield and Yield components of Maize Response Tocompost and Fertilizer-Nitrogen. Food Science and Quality Management. 2015.Vol.38. 39-44.
8. María E Otegui, Raymond Bonhomme Grain yield components in maize: I. Ear growth and kernel set. Field Crops Research. V. 56. Issue 3. April 1998. P. 247-256.
9. Kalenska S.M., Eremenko O.A., Taran V.G., Krestyaninov Y.V., Ryzhenko A. S. (2017). Adaptability of field crops to changing conditions of cultivation. Scientific works of the Institute of Bioenergetic Cultures and Sugar Beet. V. 25. 48–57. [in Ukrainian]
10. Ermantraut E.R., Gopcij T.I., Kalenska S.M., Krivoruchenko R.V., Tupchinova N.P. & Prisjazhnjuk O.I. (2014). Metodika selekcijnogo eksperimentu (u roslinnictvi). [Method of selection experiment (in plant growing)] Harkiv. [in Ukrainian].
11. Eberthart S.A., Russel W.Q. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. 1966, № 6, P. 1-22.

SUMMARY

V. G. Taran, S. M. Kalenska, N. V. Novytska, P. O. Daniliv. *Stability and plasticity of corn hybrids in depending on fertilizing system and density of plant stand in the right-bank forest-steppe of Ukraine // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.147–156. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.019*

For the modern cultivation of stable corn grain yields, such biological properties of modern hybrids as plasticity and stability, characterize adaptive properties of the organism, reveal dynamics of changes in reaction of the genotype to variation of environmental conditions, allow to keep own functions relatively unchanged. The aim of research was to establish peculiarities of yielding maize hybrids of different regional selection, response of hybrids to sowing density, effectiveness of fertilizing norms and morphological changes in the plant. Field experiments were laid on typical chernozems of Right-bank Forest-steppe of Ukraine during 2015-2017. In village Zikrachi Kagarlitsky district of the Kiev region. As result of conducted studies, adaptive ability of eight hybrids of corn has been established with crowding of sowings and escalating rates of mineral fertilizers. Architectonics of root system has been studied and dependence of root system parameters of corn hybrids with different feeding conditions and density of plant standing has been established. Productivity during 2015-2017 is varying from 5.08 to 13.4 t / ha. During the years of research in conditions of the Right-bank Forest-Steppe of Ukraine, moisture supply was the main limiting factor of yield.

Keywords: *adaptation, corn, root system, hybrids, productivity, fertilizing rates, plant stand density, right-bank Forest-Steppe of Ukraine*

АННОТАЦИЯ

В. Г. Таран, С. М. Каленская, Н. В. Новицкая, П. А. Данылив. *Стабильность и пластичность гибридов кукурузы в зависимости от системы удобрения и густоты стояния растений в правобережной лесостепи Украины // Биоресурсы и природопользование. – 2018. – **10**, №3–4. – С.147–156. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.019*

Для современного выращивания стабильных урожаев зерна кукурузы большое значение приобретают такие биологические свойства современных гибридов, как пластичность и стабильность, которые характеризуют приспособительные свойства организма, открывают динамику изменений реакции генотипа на варьирование условий среды, позволяют сохранить относительно неизменными свои функции. Цель исследований заключалась в установлении особенностей формирования урожайности гибридов кукурузы различной региональной селекции, реакции гибридов на густоту посева, эффективности норм удобрений и морфологических изменений растений. Полевые опыты закладывали на черноземах типичных Правобережной Лесостепи Украины на протяжении 2015 – 2017 гг. в с. Зикрачи Кагарлицкого района Киевской области. В результате проведенных исследований установлена адаптационная способность восьми гибридов кукурузы к уплотнению посева и растущих норм минеральных удобрений. Исследована архитектоника корневой системы и установлена зависимость параметров корневой системы гибридов кукурузы при различных условиях питания и густоты стояния растений. Урожайность в течение 2015 – 2017 гг. варьировала от 5,08 до 13,4 т/га. За годы проведения исследований в условиях Правобережной Лесостепи Украины обеспечение влагой было основным ограничивающим фактором урожайности.

Ключевые слова: *адаптация, кукуруза, корневая система, гибриды, урожайность, нормы удобрений, густота стояния растений, Правобережная Лесостепь Украины*

УДК 631.6:626.8:528.88

ОСНОВИ ТЕОРІЇ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ СУПУТНИКОВОЇ ТА НАЗЕМНОЇ ІНФОРМАЦІЇ В ЕКОЛОГО-МЕЛІОРАТИВНОМУ МОНІТОРИНГУ

О. В. ВЛАСОВА, *кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник відділу водних ресурсів*
Інститут водних проблем і меліорації НААН України
E-mail: elena_vl2001@ukr.net

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.020

Актуальність досліджень полягає в удосконаленні еколого-меліоративного моніторингу за рахунок використання непрямих методів оцінок до яких залучаються різні види інформації, зокрема супутникова. Наземна та супутникова інформації потребують оптимального ступеня упорядкування. Тому метою досліджень є розроблення теоретичних основ взаємозамінювання супутникової та наземної інформації.

Для побудови теорії взято гіпотетико-дедуктивну модель, яка на сьогоднішній день є загальноприйнятою. Модель має два рівні: емпіричний і теоретичний. На емпіричному рівні проаналізовано факти інформаційного взаємозамінювання супутникової та наземної інформації в еколого-меліоративному моніторингу періоду 2000 – 2010 рр. Таких фактів не виявлено. У період 2010 – 2018 рр. під час оцінювання екологічного стану меліорованих земель Лісостепової і Степової зон України використовувалася супутникова інформація.

На теоретичному рівні висунуто гіпотезу, здійснено пошук пояснювальної схеми фактів і проблем, виконано побудову теорії. Встановлено, що на теоретичному рівні розроблена теорія взаємозамінності відповідає всім функціям гіпотетико-дедуктивної моделі.

Доведено, що рівень взаємозамінності супутникової і наземної інформації визначає коефіцієнт взаємозамінності, який має бути менше, або дорівнювати 1. Якщо коефіцієнт більше 1, то система є повністю взаємозамінною і являє собою вже зовсім іншу систему оцінювання.

Розроблена теорія спрямована на досягнення оптимального ступеня упорядкування інформації та доповнює найбільш використовувані у системі «Землеробство» теорії: складних систем, економічної, багатокритеріальної оптимізації.

Ключові слова: *еколого-меліоративний моніторинг, супутникова та наземна інформація, оцінювальні показники, теорія взаємозамінності, коефіцієнт взаємозамінності*

Актуальність. Відповідно до Закону України «Про меліорацію земель», Водного та Земельного кодексів України, а також постанови Кабінету Міністрів України від 30.03.1998 р. № 391 «Про затвердження Положення про державну систему моніторингу довкілля» здійснюється чинний еколого-меліоративний моніторинг (ЕММ) меліорованих земель. Але на сьогоднішній день його практична реалізація має проблеми, які пов'язані зі зменшенням обсягів моніторингових робіт, скороченням мережі спостережень, неконтрольованого вилучення з меліоративного освоєння земель, що зменшує роль ЕММ. Разом із цим, своєчасне вияв-

лення реакції складових довкілля на природні процеси та антропогенне навантаження, залишається задачею актуальною. Тому виникла необхідність у пошуку альтернативних методологічних підходів, пов'язаних із веденням моніторингових робіт, особливо на регіональному рівні.

У чинному ЕММ використовуються різні види узагальнених оцінок, що характеризують стан територій, зокрема: екологічний стан ґрунтів, стійкість агроландшафтів, еколого-меліоративний стан земель, еколого-меліоративна стійкість територій тощо. Між тим наземні дані спостережень є незамінними під час вимірювання низки окремих показників і дають змогу отримувати об'єктивну оцінку територій. Проте у разі виконання у повному обсязі моніторингових робіт це може виконувати лише добре оснащена, фінансово і матеріально підсилена служба. За інших умов для досліджень стану територій актуальним є використання непрямих методів оцінок до яких залучаються різні види інформації, зокрема супутникова.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Швидкий розвиток високих технологій останніх років надав змогу науковцям безкоштовно, у вільному доступі, використовувати дані дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) для спостереження за екологічним станом меліорованих земель на будь-якому просторово-часовому рівні. З'явилися наробітки з використання супутникової інформації і у задачах ЕММ [1, с. 40-50]. Разом з цим, виникла проблема необхідності досягнення оптимального ступеня упорядкування різнорідної інформації і оцінювальних показників при веденні моніторингових робіт. Тому особливої актуальності набуло питання розроблення теоретичних основ взаємозамінювання супутникової та наземної інформації в ЕММ та їх практичній реалізації.

Взаємозамінність використовується у задачах метрології і стандартизації [2, с. 2], екологічних оцінках сільськогосподарських культур за даними ДЗЗ [3, с. 1001-1008]. Проте для задач еколого-меліоративного моніторингу автором запропоновано вперше. Взаємозамінність як теорія є найбільш розвиненою формою організації наукового знання, дає цілісне уявлення про закономірності та існуючі зв'язки області дійсності. Основи теорії узгоджуються з методами наукового пізнання [4, с. 1-263].

Мета досліджень полягає у розробленні теоретичних основ взаємозамінювання супутникової та наземної інформації в ЕММ.

Матеріали та методи досліджень. Побудова теорії ґрунтується на дедукції. Особливість дедукції як методу пізнання полягає в тому, що від істинних посилок вона завжди веде тільки до істинного висновку. Тому для побудови теоретичного знання взято гіпотетико-дедуктивну модель, яка на сьогоднішній день є загальноприйнятою. Модель має два рівні: емпіричний і теоретичний. На емпіричному рівні проаналізовано факти, зроблено емпіричне узагальнення і проблему переведено до теоретики.

Результати досліджень та їх обговорення. Оскільки за результатами багаторічних досліджень колективами Інституту водних проблем і меліорації УААН та Національного наукового центру "Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського" УААН розроблено систему ЕММ зрошуваних земель, а теоретичні і методичні основи представлено науковими працями [5, с. 1-114; 6, с. 1-29], то на емпіричному рівні моделі, проаналізовано факти періоду 2000-2010 років щодо інформаційного замінювання супутникової та наземної інформації в ЕММ. Таких фактів не виявлено. Емпіричним узагальненням проведеного аналізу є встановлення відсутності використання супутникової інформації в ЕММ до 2010 року. На теоретичному рівні висунуто гіпотезу, здійснено пошук пояснювальної схеми фактів і проблем, виконано побудову теорії. Розроблена теорія має такі функції: синте-

тичну – поєднано окремі достовірні знання у єдину цілісну систему; пояснювальну – виявлено причинні залежності і різноманітні зв'язки; методологічну – на базі теорії сформульовано методи та способи дослідницької діяльності; передбачувальну – передбачено на основі теоретичних уявлень стан явища; практичну – втілено у практику, як настанова щодо зміни реальної дійсності. Отже, розроблена теорія взаємозамінності відповідає всім функціям гіпотетико-дедуктивної моделі.

Оскільки теоретичні і науково-методичні засади ЕММ розроблено для кліматичних та агромеліоративних умов України, то їх розвиток на основі використання методів ДЗЗ уможливлюється за рахунок розроблених теоретичних і методичних підходів у 2010 – 2018 рр. за оцінювання екологічного стану меліорованих земель Лісостепової і Степової зон України. Також існує наявний професійний досвід з оцінювання стану ґрунтових, рослинних та водних поверхонь. Серед переліку об'єктів ЕММ: гідрометеорологічні та агрокліматичні чинники, геоморфологічні особливості, ґрунти та породи зони активного водообміну, ґрунтові та поверхневі води на меліоративних системах і прилеглих територіях у межах їхнього впливу, прояви геоекологічних і ґрунтоутворювальних процесів, меліоративні (зрошувальні та колекторно-дренажні) системи і їхні окремі елементи, поливні, дренажні та скидні води меліоративних систем, виділено окремі групи які можна визначати за даними ДЗЗ, а які ні. Зокрема, температурний режим (кліматичні чинники), рельєф агроландшафтів, стан вегетативних, ґрунтових і водних поверхонь, стан меліоративних зрошувальних і осушувальних систем і прилеглих до них територій.

Рівень взаємозамінності інформації визначається за коефіцієнтом. При оцінюванні стану вегетативних, ґрунтових і водних поверхонь, які є складовими агроландшафтів, розроблено таку формулу коефіцієнту взаємозамінності:

$$K_{ВЗ} = \frac{I_{вег.ДЗЗ} + I_{гр.ДЗЗ} + I_{вод.ДЗЗ}}{I_{ЕММ}} \leq 1$$

де: $I_{вег.ДЗЗ.}$, $I_{грДЗЗ}$, $I_{вод.ДЗЗ.}$ – індекси (показники) стану вегетативних, ґрунтових і водних поверхонь;

$I_{ЕММ}$ – визначення показників стану складових довкілля за ЕММ.

У контексті теорії [7] коефіцієнт $К_{ВЗ}$ має бути менше, або дорівнювати 1, якщо більше, то система є повністю взаємозамінною і являє собою вже зовсім іншу систему оцінювання. З цієї позиції рівноправним є твердження про існування повної та неповної взаємозамінності, параметричної та непараметричної взаємозамінності. У непараметричній взаємозамінності оцінювальними є емпіричні показники, зокрема – спектральні індекси (безрозмірні), а у параметричній – біофізичні показники з параметрами (див. табл. 1).

Запропоновані автором методи, методики і технології [8, с. 80] забезпечують взаємозамінність щодо екологічного оцінювання агроландшафтів за рахунок заміни оцінювального показника, що визначається за наземною інформацією, на показник, що визначається за даними ДЗЗ.

Для співставлення показників проведено їх узагальнення за допомогою розробленої програми "Автоматизація багатокритеріального оцінювання стану територій". Автором теорії висунуто робочу гіпотезу, яка полягає в тому, що всі види оцінок різні між собою і використовувати їх інтегрально, або порівнювати між собою – не логічно і є задачею нездійсненною. Тому запропоновано вихід із цієї проблеми, а саме: вибрати найважливіші критерії і види оцінок та привести їх до однієї теоретичної еталонної шкали.

За основні види оцінок було обрано: інтервали, проценти, коефіцієнти, бали, числа, якість, градуси. Значення обраної

1. Види взаємозамінності

Показники екологічного стану	Взаємозамінність	
	Непараметрична	Параметрична
$I_{вег.\ ДЗЗ}$ – вегетативного рослинного покриву	Спектральні вегетаційні індекси	Евапотранспірація
	Спектральні водні індекси	Вміст вологи
$I_{гр.\ ДЗЗ}$ – ґрунтового покриву	Спектральні ґрунтові індекси	Вміст гумусу
	Спектральні водні індекси	Вміст вологи
	Спектральні індекси засолення грунтів	Вміст солей
$I_{вод.\ ДЗЗ}$ – водної поверхні	Спектральні водні індекси	Температура, вміст зважених речовин (осад, солі)
$I_{ЕММ}$ – стан агроландшафту за ЕММ	Індекс інтегральної оцінки в балах (спеціальна –інтегрована оцінка)	Оцінки: фонова (гумус), стандартна (ерозія), кризова (забруднення)

групи оцінок спроектовано на єдину теоретичну еталонну шкалу та записано цей процес у математичному вигляді. У результаті була отримана формула приведення різних видів оцінок до єдиної шкали. Тестування програми здійснено на досліджуваних територіях Каховської та Північно-Рогачицької зрошувальних систем, а також ділянки Північно-Кримського каналу.

В основу дослідження було покладено інформаційні тематичні карти Інституту водних проблем і меліорації, Національного наукового центру "Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О. Н. Соколовського" НААН та супутникові дані за матеріалами конференції NSAU-NOAA, Київ, червень 2009 р. За критерії досягнення поставленої мети було взято: інформативність, узагальнення, екологозапобіжність. Розв'язання задачі складалося із трьох основних етапів. На перших двох визначено значення оцінок стану зрошуваних територій за наземними та супутниковими даними, на третьому етапі визначено теоретичний екологічний стан як середньовагове значення показників, порівняння та аналіз отриманих результатів наведено у таблиці 2.

Узагальнення і апробація результатів дали змогу розраховувати $К_{ВЗ}$:

$$K_{ВЗ} = \frac{I_{вег.ДЗЗ}(6) + I_{гр.ДЗЗ}(5) + I_{вод.ДЗЗ}(3)}{I_{ЕММ}(16)} = 0{,}875,$$

2. Оцінка показників стану досліджуваних територій у межах дії зрошувальних систем, бали

Показники, бали	Зрошувальні системи		
	Каховська	Північно-Рогачицька	Північно-Кримський канал
Еколого-меліоративний моніторинг ґрунтів	1	2	3
Загально-інтегральна оцінка агроландшафтів	2	1	1
Індекс здорової рослинності	1	2	3
Стан агроландшафту за $I_{ЕММ}$, сума балів	4	5	7

де: ІЕММ = 16 (табл. 2) – значення показника еколого-меліоративного стану; Івег. ДЗЗ = 6, Ігр. ДЗЗ = 5, Івод. ДЗЗ = 3 – значення показників стану досліджуваних територій за даними дистанційного зондування:

Розрахований КВЗ < 1, що означає неповну непараметричну взаємозамінність супутникової і наземної інформації в оцінюванні стану агроландшафтів відповідно до розробленої теорії.

Висновки і перспективи. На емпіричному рівні гіпотетико-дедуктивної моделі встановлено, що інформаційного замінювання показників наземної та супутникової інформації з 2000 по 2010 рік в ЕММ не виявлено. Активний розвиток ЕММ на основі використання методів ДЗЗ відбувався у період 2010 – 2018 рр.

Встановлено, що на теоретичному рівні розроблена теорія взаємозамінності відповідає всім функціям гіпотетико-дедуктивної моделі: синтетичній, пояснювальній, методологічній, передбачувальній, практичній.

Доведено, що рівень взаємозамінності супутникової і наземної інформації визначає коефіцієнт КВЗ, який має бути менше, або дорівнювати 1. Якщо коефіцієнт більше 1, то система є повністю взаємозамінною і являє собою вже зовсім іншу систему оцінювання.

Розроблена теорія спрямована на досягнення оптимального ступеня упорядкування інформації та доповнює найбільш використовувані у системі "Землеробство" теорії: складних систем, економічної (сценарії), багатокритеріальної оптимізації.

Література

1. Власова О. В., Шевченко А. М. Використання даних непрямих вимірювань при оцінюванні стану зрошуваних територій. Меліорація і водне господарство. 2010. № 98. С.40–50.
2. Голыгин Н. Х., Педь С. Е. Взаимозаменяемость. Учебное пособие для вузов. Москва: МИИГАиК, 2009. 183 с.
3. Godı´nez-Alvarez H., Herrick J.E., Mattocks M., Toledo D., Van Zee J. Comparison of three vegetation monitoring methods: Their relative utility for ecological assessment and monitoring. Ecological indicators. 2009. No. 9. P. 1001-1008.
4. Мостепаненко В. М. Философия и методы научного познания. Ленинград: Лениздат, 1972. 263 с.
5. Ромащенко М. І., Балюк С. А. Зрошення земель в Україні. Стан та шляхи поліпшення. Київ: Світ, 2000. 114 с.
6. Трускавецький Р. С., Цапко Ю. Л., Калініченко В. М., Соколова Н. Ю., Корчашкіна Л. А., Ромащенко М. І., Шевченко А. М. Особливості моніторингу осушуваних земель та комплекс заходів з їх охорони і ефективного використання. Методичні рекомендації. Харків. 2010. 29 с.
7. Плотников В. С., Скороходов А. И. Теоретические основы взаимозаменяемости: Текст лекций. Москва.: МИИГАиК, 1988. 52 с.
8. Власова О. В. Методика оцінки меліоративних властивостей агроландшафтів за просторово-розподіленими даними. Агроекологічний журнал. 2009. № 2. С. 79–82.

References

1. Vlasova, O. V., Shevchenko, A. M. (2010). Vykorystannia danykh nepriamykh vymiriuvan pry otsiniuvanni stanu zroshuvanykh terytorii. [Use of data from indirect measurements in assessing the condition of irrigated areas]. Melioratsiia i vodne hospodarstvo – Reclamation and water management, 98, 40–50 [in Ukraine].
2. Golygin, N. Kh., Ped', S. E. (2009). Vzaimozamenyaemost' [Interchangeability]. Uchebnoe posobie dlja vuzov. Moscov: MIIGAiK, 183 [in Russian].
3. Godı´nez-Alvarez, H., Herrick, J. E., Mattocks, M., Toledo, D., Van Zee J. (2009). Comparison of three vegetation monitoring methods: Their relative utility for ecological assessment and monitoring. Ecological indicators, 9, 1001-1008. [in English]. doi:10.1016/j.ecolind.2008.11.011.

4. Mostepanenko, V. M. (1972). Filosofia i metody nauchnoho poznanyia [Philosophy and methods of scientific knowledge]. Lenynhrad: Lenyzdat, 263 [in Russian].
5. Romashchenko, M. I., Baliuk, S. A. (2000). Zroshennia zemel v Ukraini. Stan ta shliakhy polipshennia [Irrigated land in Ukraine. Condition and ways to improve]. Kyiv: Svit, 114 [in Ukraine].
6. Truskavetskyi, R. S., Tsapko, Yu. L., Kalinichenko, V. M., Sokolova, N. Yu., Korchashkina, L. A., Romashchenko, M. I., Shevchenko, A. M. (2010). Osoblyvosti monitorynhu osushuvanykh zemel ta kompleks zakhodiv z yikh okhorony i efektyvnoho vykorystannia [Features of monitoring of drained lands and a set of measures for their protection and effective use]. Metodychni rekomendatsii. Kharkiv, 29 [in Ukraine].
7. Plotnykov, V. S., Skorokhodov, A. Y. (1988). Teoreticheskie osnovy vzaimozameniaemosti: Tekst lektsyi [Theoretical basis of interchangeability: Text of lectures]. Moscov: MIIGAiK, 52 [in Russian].
8. Vlasova, O. V. (2009). Metodyka otsinky melioratyvnykh vlastyvostei ahrolandshaftiv za prostorovo-rozpodilenymy danymy [Methodology for estimating the land reclamation properties of agrolandscapes by spatially-distributed data]. Ahroekolohichnyi zhurnal, 79-82 [in Ukraine].

SUMMARY

O. V. Vlasova. *Bases of the theory of interchangeability of satellite and in situ information in ecological-meliorative monitoring // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.157–163. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.020*

The relevance of research is the improvement of environmental and land reclamation monitoring through the use of indirect methods of assessment in which various types of information, in particular, satellite, are used. In situ and satellite information need an optimal degree of ordering. Therefore, the aim of the research is to develop a theoretical basis for the interchangeability of satellite and terrestrial information.

To construct the theory, a hypothetical-deductive model has been chosen, which is today generally accepted. The model has two levels: empirical and theoretical. At the empirical level, the facts of information interchangeability of satellite and in situ information in ecologically-ameliorative monitoring of the period 2000-2010 are analyzed. There were no such facts. During the 2010-2018, satellite information was used in assessing the ecological state of reclaimed lands in the forest-steppe and steppe zones of Ukraine.

At the theoretical level, a hypothesis has been put forward, an explanatory scheme of facts and problems has been searched, and a theory has been constructed. It is established that theoretically developed interchangeability theory corresponds to all functions of the hypothetical-deductive model.

It is proved that the level of interchangeability of satellite and terrestrial information determines the interchangeability coefficient, which should be less than or equal to 1. If the coefficient is greater than 1, the system is completely interchangeable and represents a completely different evaluation system.

The developed theory is aimed at achieving the optimal degree of ordering of information and complements the theories mostly used in the "Agriculture": complex systems, economic, multi-criteria optimization.

Keywords: *ecologically-ameliorative monitoring, satellite and in situ information, estimated indicators, interchangeability theory, coefficient of interchangeability*

АННОТАЦИЯ

О. В. Власова. *Основы теории взаимозаменяемости спутниковой и наземной информации в эколого-мелиоративном мониторинге // Биоресурсы и природопользование. – 2018. – **10**, №3–4. – С.157–163. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.020*

Актуальность исследований заключается в усовершенствовании эколого-мелиоративного мониторинга за счет использования косвенных методов оценок, в которых используются различные виды информации, в частности спутниковая. Наземная и спутниковая информации нуждаются в оптимальной степени упорядочения. Поэтому целью исследований является разработка теоретических основ взаимозаменяемости спутниковой и наземной информации.

Для построения теории выбрано гипотетико-дедуктивную модель, которая на сегодняшний день является общепринятой. Модель имеет два уровня: эмпирический и теоретический. На

эмпирическом уровне проанализированы факты информационной взаимозаменяемости спутниковой и наземной информации в эколого-мелиоративном мониторинге периода 2000 – 2010 годов. Таких фактов не обнаружено. В период 2010 – 2018 гг. при оценке экологического состояния мелиорированных земель лесостепной и степной зон Украины использовалась спутниковая информация.

На теоретическом уровне выдвинута гипотеза, осуществлен поиск пояснительной схемы фактов и проблем, выполнено построение теории. Установлено, что теоретически разработанная теория взаимозаменяемости отвечает всем функциям гипотетико-дедуктивной модели.

Доказано, что уровень взаимозаменяемости спутниковой и наземной информации определяет коэффициент взаимозаменяемости, который должен быть меньше или равен 1. Если коэффициент больше 1, то система полностью взаимозаменяема и представляет собой уже совершенно другую систему оценивания.

Разработанная теория направлена на достижение оптимальной степени упорядочения информации и дополняет наиболее используемые в системе «Земледелие» теории: сложных систем, экономической, многокритериальной оптимизации.

Ключевые слова: *еколого-мелиоративный мониторинг, спутниковая и наземная информация, оценочные показатели, теория взаимозаменяемости, коэффициент взаимозаменяемости*

УДК 631.41:631.51+631.8

УМІСТ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН У ГРУНТІ ПІД ВПЛИВОМ ЗАСТОСУВАННЯ ДОБРИВ І ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

Л. В. ЦЕНТИЛО, *кандидат сільськогосподарських наук,*
О. А. ЦЮК, *доктор сільськогосподарських наук,*
В. І. МЕЛЬНИК, *кандидат сільськогосподарських наук*
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: tsyuk@ukr.net

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.021

Представлені результати досліджень умісту поживних речовин (азоту сполук, що гідролізуються, рухомих сполук фосфору, обмінного калію) за застосування добрив і обробітку ґрунту чорнозему типового малогумусного. Встановлено, що сільськогосподарське використання ґрунту без застосування добрив призводить до поступової його деградації. Застосування різних систем удобрення позитивно впливає на покращання основних елементів мінерального живлення в чорноземі типовому, водночас уміст азоту перевищує контрольний варіант за органічної – на 45 %, за органо-мінеральної – 71 %, рухомого фосфору за органічної – на 22 %, органо-мінеральної – 69 %, мінеральної – 62 %, обмінного калію за органічної – 16 %, органо-мінеральної і мінеральної – 53 % відповідно. Варіант полицево-безполицевого обробітку ґрунту позитивно впливав на покращання поживного режиму чорнозему типового.

Ключові слова: *чорнозем типовий, агрохімічні показники ґрунту, добрива, обробіток ґрунту*

Актуальність. Однією з найважливіших властивостей ґрунту є його родючість, яка формується у процесі ґрунтоутворення й характеризується сукупністю всіх його показників. Оптимальні умови росту і розвитку рослин забезпечуються за рахунок усього комплексу фізичних, біологічних і хімічних властивостей ґрунту. Родючість ґрунту у великій мірі залежить від його фізичних, хімічних та агрофізичних властивостей, які зазнають значного антропогенного впливу. Відновлення родючості ґрунту та її збереження повинно бути першочерговим завданням сучасного землеробства, оскільки вона є одним із важливих резервів збільшення виробництва сільськогосподарської продукції. Це стає можливим лише у разі комплексного запровадження ґрунтозахисних заходів, внесення органічних і мінеральних добрив та хімічних меліорантів. Провідне місце у цьому комплексі заходів належить добривам.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Збереження і підвищення родючості чорноземів – головне завдання сучасного землеробства. Однак нині намітилася реальна загроза її втрати: зменшилися запаси органічних речовин й азоту, знизилася мікробіологічна активність, відбувається руйнування структури та його ущільнення, внаслідок ерозії збільшуються з року в рік втрати родючого шару. Крім того існує небезпека погіршення якості отриманої продукції [2].

Основою формування високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур та прояву ґрунтової родючості є створення сприятливих агрофізичних умов. Необхідність систематичного їх вивчення обумовлена змінами в ґрунті, викликаними рівнем інтенсифікації сільськогосподарського виробництва, оскільки агрофізичні умови повинні бути у сприятливому інтервалі [12].

Система різноглибинного полицевого обробітку, основу якої складало періодичне проведення глибокої оранки, відіграла позитивну роль у мобілізації природної родючості і поліпшенні водного режиму ґрунту, захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів. Разом із тим, створюючи переважно аеробні умови розкладу органічної речовини, такий обробіток сприяв прискоренню мінералізації гумусу і збагаченню ґрунту на засвоюванні рослинами форми поживних речовин, що забезпечувало підвищення урожайності вирощуваних культур [9].

Оптимізація родючості ґрунту здійснюється внаслідок правильного чергування культур у сівозміні, раціональних систем удобрення ґрунту, регулювання водного режиму. З-поміж цих заходів найефективнішим є регулювання рівня вмісту рухомих сполук елементів живлення в ґрунті за допомогою застосування добрив [7]. У зв'язку з цим питання встановлення оптимальних параметрів основних фізичних і агрохімічних показників родючості ґрунту є актуальним.

Мета дослідження – вивчення впливу тривалого застосування різних систем удобрення та обробітку грунту в польовій сівозміні на зміну параметрів показників родючості чорнозему типового середньосуглинкового.

Завдання дослідження – вивчити вплив систем удобрення та обробітку грунту чорнозему типового середньосуглинкового на зміну параметрів агрохімічних показників його родючості.

Матеріали і методи. Експериментальну частину роботи виконано на дослідному полі ТОВ «Агрофірма Колос» (2011 – 2017 рр.) Сквирського району Київської області у стаціонарному досліді, основою якого є 10-пільна польова сівозміна, розгорнута в часі й просторі. Грунт дослідного поля – чорнозем типовий малогумусний середньосуглинковий з умістом гумусу в оброблювальному шарі 4,2 – 4,5%, pH сольової витяжки 7,0 – 7,2, ємність вбирання 31 мл. еквівалент на 100 г ґрунту.

Схема чергування культур у польовій сівозміні: люцерна, люцерна, пшениця озима, буряки цукрові, ячмінь, соя, пшениця озима, кукурудза на силос, пшениця озима, соняшник. У даній сівозміні застосовується три рівні удобрення із розрахунку на 1 га сівозмінної площі: за мінеральної системи – компост 4,5 т + $N_{80}P_{96}K_{108}$; органо–мінеральної – компост 4,5 т + $N_{40}P_{48}K_{54}$ + 3,5 т побічна продукція і сидеральна маса та органічної – компост 4,5 т + 3,0 т побічна продукція і сидеральна маса. Тестовою культурою була пшениця озима після люцерни. У досліді застосовували такі добрива: компост, амічна селітра, суперфосфот гранульований і калій хлористий.

Другим фактором, який вивчали, були системи основного обробітку ґрунту: 1) диференційований обробіток (контроль), який рекомендований у Лісостепу і передбачає за ротацію сівозміни п'ять оранок, два поверхневих обробітки під пшеницю озиму після сої і кукурудзи на силос і один плоскорізний обробіток під ячмінь; 2) полицево-безполицевий передбачає за ротацію сівозміни дві оранки під буряки цукрові та соняшник під решту культур безполицеві обробітки; 3) мілкий безполицевий обробіток під всі культури сівозміни. Площа ділянок – 240 м^2, повторність варіантів у досліді чотириразова. Ґрунтові зразки відбирали до глибини 25 см.

У відібраних згідно з ДСТУ 4287 та ДСТУ ISO 11464 зразках визначали: азот,

що легко гідролізується – за методом Корнфілда; рухомий фосфор і обмінний калій – за Б. П. Мачигіним згідно з ДСТУ 4114-2002.

Результати досліджень. Дослідження показали, що в орному шарі ґрунту відмічається накопичення азоту, що легко гідролізується, основним джерелом якого, поряд із кореневими і поверхневими рештками рослин, в умовах досліду являються органічні і мінеральні добрива. Дане положення підтверджується тим фактом, що внесення компосту 4,5 т на гектар сівозмінної площі, процес накопичення азоту легкогідролізуємих сполук поширений у шарі 0-25 см, а за сумісного застосування компосту і мінеральних добрив прослідковується до глибини 40 см. Азот органічних і мінеральних добрив володіє різною рухливістю, зосереджується в різних частинах оброблюваного шару. Так, якщо за диференційованого обробітку максимальний приріст відмічений на глибині 15-25 см, то за мілкого безполицевого обробітку він зафіксований у шарі 0-5 і 5-15 см.

Нами встановлено, що надходження азоту в рослини під час їх інтенсивного росту і розвитку на варіанті з полицево-безполицевим та мілким безполицевим обробітком не відрізнялось від його надходження до диференційованого варіанту. Так, у рослинах пшениці озимої у фазі кущення і виходу у трубку вміст азоту на варіанті з диференційованим обробітком за удобрення становило 3,3-3,4, а на відповідному варіанті з полицево-безполицевим обробітком 3-3,6 %, у фазі колосіння культури 3,4 – за диференційованого і 3,0-3,4 % – за безполицевих обробітків (табл. 1).

На час відновлення вегетації пшениці, уміст рухомого фосфору збільшився на всіх варіантах дослідів. У середині вегетації пшениці озимої у зв'язку із зміною запасів вологи у ґрунті, підвищенням температури повітря рівень рухомого фосфору знижується.

У кінці вегетації пшениці озимої рівень рухомого фосфору зменшився і залежав від використання його рослинами, а з другого – зниженням мікробіологічної активності ґрунту та його нітрифікаційної здатності, внаслідок чого фосфати меншою мірою можуть переходити в рухомий стан. Застосування органо-мінеральної системи удобрення уміст рухомого фосфору мав істотне зростання порівняно до контролю. Це пов'язано із сповільненням процесів мінералізації органічних добрив, зокрема компосту і інтенсивним засвоєнням рухомого фосфору пшеницею. Органічна система удобрення призводила до істотного зниження вмісту рухомого фосфору у ґрунті.

У період відновлення вегетації пшениці озимої та у період колосіння виявлено істотне зниження вмісту рухомого фосфору за мілкого безполицевого обробітку ґрунту. Застосування полицево-безполицевого обробітку у період відновлення вегетації істотно не знижував, проте у фазу виходу у трубку і колосіння істотно знижував уміст рухомого фосфору.

Свого часу була поширена думка, що фосфорні сполуки ґрунту мають низьку рухомість, у зв'язку з чим основна їх кількість закріплюється в орному шарі [1]. Проте в умовах систематичного внесення органічних і мінеральних добрив спостерігається переміщення рухомого фосфору за межі орного шару в підорний [5, 10, 13] і глибші шари ґрунту – до 1 [8] і навіть до 1,5 м [11].

На період відновлення вегетації пшениці озимої вміст обмінного калію збільшився на 15 %. У середині вегетації пшениці вміст обмінного калію знижується на 13-18 % порівняно з початковим періодом. У фазу цвітіння вміст калію знижується за рахунок використання його рослинами на 22-27 % порівняно з періодом відновленням вегетації пшениці озимої. На час відновлення вегетації пшениці

1. Уміст елементів мінерального живлення у чорноземі типовому за вирощування пшениці озимої залежно від обробітку ґрунту і удобрення (мг/кг ґрунту)

Система удобрення, А	Варіант обробітку ґрунту, В	Азот			Фосфор			Калій		
		Час визначення								
		Відновлення вегетації	вихід у трубку	колосіння	відновлення вегетації	вихід у трубку	колосіння	відновлення вегетації	вихід у трубку	колосіння
Без добрив	Диференційований (контроль)	47	40	36	37	32	30	65	58	46
	Полицево-безполицевий	48	41	37	33	29	24	70	62	50
	Мілкий безполицевий	47	39	35	28	25	22	63	55	42
Органіч-на	Диференційований (контроль)	66	56	51	49	45	41	75	64	58
	Полицево-безполицевий	71	60	54	35	33	30	77	66	60
	Мілкий безполицевий	68	58	53	32	28	25	74	63	55
Органо-мінеральна	Диференційований (контроль)	79	66	60	55	52	50	100	85	72
	Полицево-безполицевий	83	70	63	57	51	45	104	95	82
	Мілкий безполицевий	81	69	62	49	42	39	92	85	68
Мінеральна	Диференційований (контроль)	78	66	60	52	49	49	98	88	75
	Полицево-безполицевий	83	71	64	52	48	45	101	90	76
	Мілкий безполицевий	77	65	57	46	40	39	95	86	74
НІР05 А		5,7	2,9	5,0	1,1	7,5	7,3	8,8	9,2	3,5
НІР 05 В		$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	$F_ф<F_{05}$	5,2	2,8	4,6	3,4	4,1	3,2

озимої відбулось істотне підвищення умісту обмінного калію за полицево-безполицевого обробітку порівняно з диференційованим. У період виходу рослин пшениці озимої у трубку достовірної різниці у варіантах обробітку ґрунту не відмічено. У фазу колосіння варіанти обробітку ґрунту суттєво не впливали на уміст обмінного калію.

За органо-мінеральної системи удобрення уміст обмінного калію істотно не знижувався порівняно із мінеральною системою. За органо-мінеральної системи зростає уміст обмінного калію, що пов'язано з особливістю мінералізації органічної речовини, зменшенням фіксації калію ґрунту, а також вивільненням необмінного калію в рухомі обмінні сполуки [3, 4, 8]. Варіант без добрив призводив до істотного зниження обмінного калію.

Уміст обмінного калію у ґрунті на неудобреному варіанті після семирічного застосування в сівозміні стабілізується і в подальшому мало змінюється. Підтверджується гіпотеза про взаємоперетворення форм калію у ґрунті і постійному прагненні системи до збереження певної рівноваги.

За внесення калійних добрив у підвищених дозах у ґрунті трансформуються усі форми калію. Порушується притаманна для даного типу ґрунтів природна рівновага. Водночас найбільш виражена загальна тенденція перетворення розчинних форм у більш важкорозчинні, а їх співвідношення спрямовується до вирівнювання з тим, яке існує у ґрунті природного неудобреного фону.

Таким чином, за умістом обмінного калію органо-мінеральна та мінеральна система удобрення були на одному рівні.

Висновки. Виходячи з вище викладеного, можна стверджувати, що застосування органічних і мінеральних добрив у сівозміні забезпечує підвищення родючості ґрунту, створює сприятливі умови для росту і розвитку рослин завдяки нагромадженню у ґрунті елементів живлення – азоту, фосфору та калію і впливає на формування врожаю.

Застосування органо-мінеральної (компост 4,5 т $N_{40}P_{48}K_{54}$ на 1 гектар сівозмінної площі) системи удобрення на фоні полицево-безполицевого обробітку ґрунту покращує поживний режим чорнозему типового.

Література

1. Бабарина Э. А. Формирование фосфорных соединений в почвах разного типа при длительном применении суперфосфота и фосфоритной муки. Агрохимия. 1968. № 4. С. 33-41.
2. Володин В. М. О расширеном воспроизводстве почвенного плодородия. Вестник сельскохозяйственной науки. 1989. № 6. С. 33-40.
3. Господаренко Г. М., Нікітіна О. В., Кривда Ю. І. Уміст і запаси рухомих сполук калію в ґрунті після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. Вісник Сумського НАУ. Серія «Агрономія і біологія». 2013. Вип. 11 (26). С. 50-56.
4. Господаренко Г. М., Прокопчук І. В., Кривда Ю. І. Показники родючості чорнозему опідзоленого після тривалого застосування добрив у польовій сівозміні. Вісник ЖНАЕУ. 2015. Том 1, № 2 (50). С. 3-9.
5. Дегодюк Е. Г., Никифоренко Л. І., Гамалєй В. Г. Регулювання фосфатного режиму грунтів. Вирощування екологічно чистої продукції рослинництва. К.: Урожай, 1992. С. 100-113.
6. Загорча К. Л. Оптимизация системы удобрения в полевых севооборотах. Кишенев: Штиинца, 1990. 289 с.
7. Ковтун И. И. Оптимизация условий возделывания озимой пшеницы по интенсивной технологии. Л.: Госметеоиздат, 1990. 388 с.
8. Загорча К. М. Оптимизация системы удобрений в полевых севооборотах. Кишинев: Штиинца, 1990. 288 с.
9. Круть В. М. До питання застосування безполицевого обробітку ґрунту під зернові. Науковий вісник. 2002. № 47. С. 13-18.

10. Кудеяров А. Ю. Фосфатогенная трансформация почв. М.: Наука, 1995. 215 с.
11. Мартынович Л. И., Мартынович Н. Н. Влияние 50-летнего применения органических и минеральных удобрений на плодородие чернозема оподзоленного центральной Лесостепи Правобережной УССР. Сообщение 3. Влияние систематического применения удобрений на фосфатный режим почв в зерносвекловичном севообороте. Агрохимия. 1990. № 6. С. 25-32.
12. Медведев В. В. Оптимизация агрофизических свойств черноземов. М.: Агропромиздат, 1998. 157 с.
13. Носко Б. С. Фосфатний режим грунту і ефективність добрив. К.: Урожай, 1990. 224 с.

SUMMARY

L. V. Tsentylo, O. A. Tsyuk, V. I. Melnyk. *Content of nutrients substances in the soil under the action of the use of fertilizers and tillage // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.164–169. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.021*

The results of studies on nutrient content (hydrolyzing compounds of nitrogen, mobile compounds of phosphorus, exchangeable potassium) at the used of fertilizers and tillage on the soil chernozem typical low-humus were presented. Agricultural use of soil without the use of fertilizers leads to its partial degradation was established. The application of different fertilizer systems positively affects the improvement of the basic elements of mineral nutrition in typical chernozem, while the nitrogen content exceeds the control variant at the organic system on the 45%, for organo-mineral – 71%, mobile phosphorus at the organic system on the 22%, organo-mineral – 69%, mineral – 62%, exchangeable potassium at the organic system on the 16%, organo-mineral and mineral – 53%, respectively. The variant of dump-bottomless tillage of soil positively influenced the improvement of the nutritional regime of typical chernozem.

Keywords: *chernozem typical, agrochemical indices of soil, fertilizers, soil tillage*

АННОТАЦИЯ

Л. В. Центыло, А. А. Цюк, В. И. Мельник. *Содержание питательных веществ в почве под влиянием применения удобрений и обработки почвы // Биоресурсы и природопользование. – 2018. – **10**, №3–4. – P.164–169. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.021*

Представлены результаты исследований содержания питательных веществ (азота соединений, гидролизуются, подвижных соединений фосфора, обменного калия) при применении удобрений и обработке почвы чернозема типичного малогумусного. Установлено, что сельскохозяйственное использование земли без применения удобрений приводит к постепенной его деградации. Применение различных систем удобрения положительно влияет на улучшение основных элементов минерального питания в черноземе типичном, при этом содержание азота превышает контрольный вариант по органической – на 45 %, по органо-минеральной – на 71 %, подвижного фосфора по органической – на 22 %, органо-минеральной – 69 %, минеральной – 62 %, обменного калия по органической – 16 %, органо-минеральной и минеральной – 53% соответственно. Вариант отвально-безотвальной обработки почвы положительно влиял на улучшение питательного режима чернозема типичного.

Ключевые слова: *чернозем типичный, агрохимические показатели почвы, удобрения, обработка почвы*

УДК 63:551+581.574. 57.045

ОСОБЕННОСТИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА, ВИДОВОГО СОСТАВА И ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА СКЛОНАХ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

А. М. ГОРЕЛОВ, *доктор биологических наук,*
старший научный сотрудник отдела дендрологии
Н. М. ЧОРНОМАЗ, *аспирант*
Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины
E-mail: natachornomaz@ukr.net

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.022

За последние десятилетия в Киеве наблюдается значительное сокращение городских насаждений на горизонтальных удобных для застройки территориях. Такая негативная тенденция характерна для всех крупных городов Украины. В этих условиях значительно возрастает экологическая, в том числе климатостабилизирующая роль насаждений склонов. Целью наших исследований является установление особенностей метеорологического режима, видового состава и возобновления насаждений на склонах Киева.

Выявлены существенные отличия метеорежима насаждений на склонах, которые определяются ориентацией, орографическими и гидрологическими особенностями, видовым составом и пространственной структурой насаждений. Таксономический состав древесных растений представлен в основном аборигенными видами. Наибольшее видовое разнообразие отмечено на северных и восточных склонах. Дендрофлора насаждений южных и верхних горизонтов иных склонов представлена преимущественно ксерофитными и мезоксерофитными видами, где доля интродуцентов повышается. Оптимизация видового состава насаждений должна осуществляться за счет интродуцированных и хозяйственно ценных аборигенных растений с учетом локальных экологических условий. Естественное возобновление наблюдается на участках с достаточным освещением и влажностью. Успешное возобновление чаще отмечено на открытых участках насаждений северных и восточных склонов, где локальные метеоусловия являются наиболее соответствующими.

Ключові слова: *древесные насаждения, склоны, метеорологические факторы, таксономический состав, возобновление*

Актуальность. Известно, что древесные насаждения могут оказывать существенное влияние на ряд метеорологических параметров. Наиболее значимыми проявлениями такого влияния являются снижение инсоляции, стабилизация температурного и влажностного режима. Трансформация растениями этих и других метеорологических факторов получила название фитоклимата. Объектом иссле-

дований фитоклимата были, как правило, крупные растительные сообщества, влияющие как на локальные микроклиматические условия, так и региональный климат [3, 4, 6, 7]. В условиях крупных городов значение такого влияния растений на окружающую среду возрастает многократно. Большие, лишенные растительности пространства, значительная площадь асфальтного и бетонного покрытия, стены и крыши домов приводят к существенным нарушением естественного температурного и влажностного баланса, что, как следствие, отрицательно влияет на комфортность микроклимата городской среды. В условиях Киева, который, к сожалению, теряет былую славу одного из наиболее зеленых городов, все большее значение в формировании городского микроклимата приобретают насаждения склонов как пока наименее застроенной территории городского ландшафта.

Целью исследований является изучение локальных особенностей ряда метеорологических параметров в пределах насаждений склонов Киева, установление их видового состава и естественного возобновления.

Материалы и методы. Для достижения этой цели нами изучены режимы освещенности, температуры и относительной влажности приземного слоя воздуха. Определение метеопараметров проводилось в соответствии с методическими рекомендациями В. А. Алексеева [1], З.А. Мищенко и Г. В. Ляшенко [5], А. М. Горелова и А. А. Горелова [2]. Измерения метеопараметров выполнялись в околополуденное время суток (с 11 до 13 часов), при полном естественном освещении, скорости ветра до 5 м/с, в период наибольшего развития листовой поверхности древесных растений (середина июля – первая декада августа). Контрольными значениями служили полученные во время исследований метеорологические показатели лишенных древесной растительности открытых территорий склонов. Освещенность измерялась люксметром Ю-117, температура и относительная влажность воздуха электронным термометром-гигрометром ТКА-ПКМ-43. Полученные данные представлены в таблице. При описании пробных площадей учитывались ориентация склонов, их протяженность, гидрологические и микрорельефные особенности, месторасположение пробной площади на склоне, происхождение, видовой состав и пространственная структура насаждения, наличие и состояние подроста.

Результаты и обсуждение. Полученные данные свидетельствуют о существенных особенностях метеорежима насаждений на склонах (см. табл.). Так, уровень освещенности на всех пробных площадях был ниже и менялся в значительных пределах – от 2,8 до 32,6 % от контроля. Наиболее затененными оказались пробные площади Сырецкого и Мариинского парков, урочища «Кирилловский гай», расположенные на восточных и северных склонах. Здесь уровень освещенности в основном колебался в пределах от 3,5 до 9,2 %. Освещенность склонов преимущественно южной ориентации была выше и в среднем составляла 12,8 – 21,5 %, достигая в разреженных насаждениях 24,4 – 32,6 % от полного значения. Насаждения этих склонов характеризуются относительно богатым видовым составом, сложной пространственной структурой и хорошим возобновлением преимущественно семенного происхождения как на относительно открытых местах, так и под пологом. В целом световой режим наиболее существенно зависел как от сомкнутости и ярусности насаждения, его состава, так и ориентации склона.

Температурный режим приземного слоя воздуха также был ниже контрольных значений, но в целом характеризовался большей стабильностью. Так, наи-

более низкие температуры отмечены в нижних частях северных и северо-восточных склонов Сырецкого парка и урочища «Аскольдова могила», где отклонение от контроля составляло 11,9 – 12,7 °С (пробне площади 7, 8 и 24). Наиболее прогретыми оказались верхние или срединные хорошо освещенные части склонов, где температура воздуха относительно контрольных значений снижалась на 2,4 – 3,4 °С (пробные площади 6 и 32).

В целом температурный фон зависел больше от расположения пробной площади на склоне и его ориентации, менее от характера растительности.

Относительная влажность воздуха на всех пробных площадях существенно превышала контрольные значения и варьировали в широких пределах. Наиболее «сухими» были, как правило, верхние части склонов преимущественно южной ориентации. Минимальные отклонения от контроля (4,0 – 18,8%) фиксировались южных склонах урочища «Кирилловский гай» (пробные площади 29–34) и НБС им. Н.Н. Гришко НАН Украины (пробные площади 1–4). Наибольшая влажность воздуха отмечена в Сырецком парке (пробные площади 23 и 24), нижней части Мариинского парка (пробные площади 13–15) и урочище «Аскольдова могила» (пробные площади 7–9). Здесь данный показатель превышал контрольные значения в 1,5–1,9 раза. Установлено, что влажность воздуха в большей мере определялась пространственной структурой насаждения (сомкнутостью и ярусностью), а также зависела от расположения на склоне и его ориентации. Выход на поверхность грунтовых вод, наличие ручьев и водоемов значительно повышали влажность воздуха. Кроме того, данный фактор существенно коррелировал с температурным фоном, в меньшей мере с освещенностью.

Древесная растительность склонов представлена в основном естественными и смешанными насаждениями семенного и порослевого происхождения. Анализ таксономической структуры показал, что эти насаждения сформированы большей частью древесными растениями аборигенных видов (за исключением парков, где доля интродуцентов существенно выше). Максимальное видовое разнообразие дендрофлоры наблюдалось на северных или в нижних частях склонов иной ориентации, экологические условия которых наиболее полно отвечают требованиям мезофитов и факультативных гелиофитов. Наиболее часто встречаемыми видами здесь являются Quercus robur L., Tilia cordata Mill., Fraxinus excelsior L., Betula pendula Roth., Betula pubescens Ehrh., Ulmus laevis Pall., Carpinus betulus L., Acer platanoides L., Acer campestre L., Sambucus nigra L., Corylus avellana L. В насаждениях верхних горизонтов склонов и на дренированных участках, отличающихся повышенной сухостью, значительно возрастает доля ксерофитных и мезоксерофитных видов (Robinia pseudoacacia L., Acer platanoides L., Acer tataricum L., Acer negundo L., Pinus sylvestris L., Juniperus sabina L., Cotinus coggygria Scop.). В местах повышенной влажности почвы и воздуха (микропонижения, высокий уровень или выклинивание на поверхность грунтовых вод, основания оводненных склонов, береговая часть естественных и искусственных водоемов) широко представлена группа гигро- и гигромезофитов (Alnus glutinosa (L.) Gaerth. Populus nigra L., Populus canescens (Aiton) Sm., Populus alba L., Salix alba L., Salix fragilis L., Salix triandra L.). Введение в насаждения интродуцированных и хозяйственно ценных аборигенных видов с учетом локальных экологических условий может стать эффективным направлением повышения их устойчивости, мелиоративных, рекреационных и других полезных свойств.

Метеорологические характеристики приземного слоя

Место отбора	Пробная площадь	Освещенность		Температура воздуха		Относительная влажность воздуха	
		Абсолютное значение, тыс. Лк	% от контроля	Абсолютное значение, °С	% от контроля	Абсолютное значение, %	% от контроля
НБС им. Н.Н. Гришко	1	16,7±1,6	21,5±2,1	27,6±0,2	83,9±0,6	37,3±0,3	115,1±0,9
	2	15,7±1,2	20,3±1,3	28,9±0,2	87,8±0,7	38,5±0,3	118,8±0,9
	3	18,5±1,2	24,4±1,6	31,1±0,2	78,1±0,5	33,8±0,3	116,6±0,7
	4	18,0±1,4	23,7±1,8	32,1±0,3	80,1±0,8	31,5±0,2	108,6±0,7
Урочище «Асколь-дова могила»	5	8,7±1,0	14,4±1,7	28,6±0,2	88,0±0,6	61,3± 0,1	118,4±0,2
	6	11,6±1,5	19,2±0,2	29,1±0,1	89,5±0,3	59,0±0,1	113,9±0,1
	7	9,3±1,3	12,8±1,8	29,9±0,1	70,7±0,2	54,3±0,1	158,3±0,3
	8	10,8±1,5	15,0±2,1	29,9±0,2	70,7±0,4	55,0±0,2	160,3±0,6
	9	20,7±3,0	28,8±4,1	30,5±0,2	72,1±0,4	53,6±0,1	156,3±0,3
Мариинский парк	10	3,9±0,1	6,2±0,2	27,4±0,1	82,3±0,3	40,2±0,7	125,2±2,2
	11	2,8±0,3	4,4±0,5	27,3±0,1	82,0±0,3	41,4±0,6	129,0±1,6
	12	2,2±0,4	3,5±0,6	27,4±0,2	82,3±0,6	40,5±0,2	126,2±0,2
	13	4,2±0,4	6,1±0,5	30,9±0,2	81,3±0,5	34,6±0,3	160,2±1,4
	14	2,8±0,2	3,4±0,3	29,3±0,1	77,1±0,3	38,2±0,7	176,9±3,2
	15	5,5±0,9	6,7±1,1	28,3±0,1	74,5±0,6	37,5±0,2	173,6±0,9
Урочище «Китае-во»	16	12,8±1,0	19,5±1,5	30,3±0,1	79,3±0,3	46,6±0,2	159,0±0,7
	17	8,2±1,2	12,5±1,8	29,7±0,1	77,7±0,3	46,4±0,4	156,7±1,4
	18	21,4±1,5	32,6±2,3	31,3±0,1	81,9±0,3	43,4±0,2	148,1±0,7
	19	7,3±0,4	11,1±0,6	31,6±0,1	82,7±0,3	43,1±0,2	147,1±0,7
	20	6,0±0,4	9,1±0,6	31,4±0,2	89,2±0,6	41,8±0,4	142,7±1,4
	21	4,7±0,3	7,2±0,5	31,4±0,1	83,0±0,3	43,8±0,3	149,5±1,0
Сырец-кий парк	23	3,6±0,3	5,3±0,4	28,3±0,1	71,3±0,3	61,4±0,4	186,6±1,2
	24	1,9±0,1	2,8±0,3	27,8±0,1	69,8±0,3	64,0±0,1	194,5±0,3
Урочище «Рогозов яр»	25	13,5±1,4	19,8±2,0	31,1±0,1	78,3±0,3	45,8±1,3	139,2±4,0
	26	7,5±0,2	11,0±0,3	31,1±0,1	78,3±0,3	5,01±0,4	152,3±1,2
	27	4,4±0,5	6,4±0,7	31,4±0,1	79,0±0,3	44,1±0,2	134,0±0,6
	28	3,7±0,3	5,4±0,1	31,0±0,1	79,6±0,3	44,7±1,1	135,9±3,3
Урочище „Кирил-ловский гай”	29	5,9±0,2	9,2±0,3	27,4±0,1	84,3±0,3	73,0±0,1	120,3±0,2
	30	4,1±0,2	6,4±0,3	27,8±0,1	85,5±0,3	71,2±0,7	117,3±1,2
	31	4,3±0,5	6,4±0,7	28,0±0,1	82,8±0,3	65,8±0,1	117,1±0,2
	32	10,0±0,5	14,8±0,7	31,4±0,2	92,9±0,6	60,1±0,3	106,9±0,6
	33	5,5±0,4	8,1±0,6	30,4±0,1	89,8±0,3	64,4±3,1	114,6±5,5
	34	11,9±0,5	17,6±0,7	31,0±0,1	91,7±0,3	61,5±3,1	104±5,3

Наши исследования показали, что метеорежим приземного горизонта существенно влияет на естественное возобновление насаждений. Наиболее успешно такое возобновление наблюдается при достаточном освещении и влажности, что характерно для верхних горизонтов северных или оснований восточных склонов. Качественный подрост формируется при освещенности 20 – 30 % от полного значения. Такие условия характерны для насаждений низкой сомкнутости или открытых участков многоярусных древостоев (пробные площади 2–4, 9 и 18). Для надежного возобновления насаждений большинства обследованных склонов требуется проведение санитарных рубок, рубок осветления на перезагущенных участках, уборки валежника и сухостоя. С целью уменьшения вытаптывания и излишней локальной рекреационной нагрузки необходимо оборудование мест отдыха и оптимизация дорожно-тропиночной сети. Своевременное и качественное проведение этих работ является приоритетной задачей повышения жизнеспособности и восстановления древесной растительности склонов Киева.

Выводы. Проведенные исследования позволили установить ряд особенностей метеорологического режима приземного слоя в насаждениях на склонах Киева. Данный режим характеризуется существенным снижением освещенности и температуры воздуха, повышением его относительной влажности, что наиболее характерно для северных склонов. Этот режим обусловлен орографическими и гидрологическими факторами, а также таксономическими и пространственными особенностями насаждений. Дендрофлора обследованных территорий представлена в основном аборигенными лиственными растениями. Естественное возобновление насаждений отмечается только при условии достаточного освещения и влажности. Актуальным остается проведение лесоводческих мероприятий по содействию естественному возобновлению насаждений, улучшению санитарного состояния и расширению видового разнообразия насаждений с учетом локальных экологических условий.

References

1. Alekseev V.A. (1963), K metodyke yzmerenyia osveshchennosty pod polohom lesa [The method of measuring illuminance under the canopy]. Fyzyolohyia rastenyi, L.: Yzd-vo AN SSSR, T.10, Vup. 2., 244 – 247 p.
2. Gorelov O.M., O.O. Gorelov (2009) Osoblyvosti rezhymiv osvitlennia, temperatury ta volohosti u kronovomu ta pidkronovomu prostori derevnykh roslyn [Features modes of lighting, temperature and humidity in crown and under crown space of woody plants]. Introduktsiia Roslyn №1, 34 – 37 p.
3. Klyntsov A.P. (1969) Mykroklymatycheskaia y hydrolohycheskaia rol lesov Sakhalyna [Microclimatic and hydrological role of forests of Sakhalin]. Yuzhno-Sakhalynsk, 180 p.
4. Marunych S.V. (1973) Struktura potokov tepla, vlahy y kolychestva dvyzhenyia vozdukha nad lesom [The structure of the fluxes of heat, moisture and amount of air movement over the forest]. Tr. Hos. hydroloh. yn-ta,Vup. 207, 99 – 112 p.
5. Mishchenko Z.A., Liashenko H.V. (2007) Mikroklimatolohiia: navchalnyi posibnyk [Microclimatology: handbook]. K., KNT, 336 p.
6. Rabotnov T.A. (1983) Fytotsenolohyia [Phytocenology]. M., MHU, 296 p.
7. Tarankov V.Y. (1974) Mykroklymat lesov Yuzhnoho Prymoria [The microclimate of the forests of southern Primorye]. Novosybyrsk: Nauka. Syb. ot-nye, 221 p.

Литература

1. Алексеев В. А. К методике измерения освещенности под пологом леса. Физиология растений. Л.: Изд-во АН СССР, 1963. Т.10. Вып. 2. С. 244–247.
2. Горєлов О. М. Особливості режимів освітлення, температури та вологості у кроновому та підкроновому просторі деревних рослин. Інтродукція рослин. 2009. № 1. С. 34–37.
3. Клинцов А. П. Микроклиматическая и гидрологическая роль лесов Сахалина. Южно-Сахалинск, 1969. 180 с.
4. Марунич С. В. Структура потоков тепла, влаги и количества движения воздуха над лесом. Тр. Гос. гидролог. ин-та. 1973. Вып. 207. С. 99–112.
5. Міщенко З. А. Мікрокліматологія: навчальний посібник. К.: КНТ, 2007. 336 с.
6. Работнов Т. А. Фитоценология. М.: МГУ, 1983. 296 с.
7. Таранков В. И. Микроклимат лесов Южного Приморья. Новосибирск: Наука. Сиб. от-ние, 1974. 221 с.

АННОТАЦІЯ

О. М. Горєлов, Н. М. Чорномаз. *Особливості метеорологічного режиму, видового складу та відновленнядеревних насаджень на схилах в умовах міського середовища // Біоресурси і природокористування. – 2018. – **10**, №3–4. – С.170–175. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.022*

За останні десятиліття в Києві спостерігається значне скорочення міських насаджень на горизонтальних зручних для забудови територіях. Така негативна тенденція характерна для всіх великих міст України. У цих умовах значно зростає екологічна, в тому числі кліматостабілізуюча роль насаджень схилів. Метою наших досліджень є встановлення особливостей метеорологічного режиму, видового складу та відновлення насаджень на схилах Києва.

Виявлено істотні відмінності метеорежиму насаджень на схилах, які визначаються орієнтацією, орографічними та гідрологічними особливостями, видовим складом і просторовою структурою насаджень. Таксономічний склад представлений в основному аборигенними видами деревних рослин. Найбільше видове різноманіття зазначено на північних і східних схилах. Дендрофлора насаджень південних і верхніх горизонтів інших схилів представлена переважно ксерофітними і мезоксерофітними видами, де частка інтродуцентів підвищується. Оптимізація видового складу насаджень повинна здійснюватися за рахунок інтродукованих і господарсько цінних аборигенних рослин з урахуванням локальних екологічних умов. Природне поновлення спостерігається на ділянках з достатнім освітленням і вологістю. Успішне відновлення частіше відзначено на відкритих ділянках насаджень північних і східних схилів, де локальні метеоумови є найбільш відповідними.

Ключевые слова: *деревні насадження, схили, метеорологічні фактори, таксономічний склад, відновлення*

SUMMARY

A. M. Gorelov, N. M.Chornomaz. *Features of the meteorological regime species composition and renewaltrees on the slopes in the urban environment // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.170–175. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.022*

Over the past decade, in Kiev there is a significant reduction in urban plantings on the horizontal convenient for development of territories. This negative trend is typical for all major cities of Ukraine. In these conditions significantly increases environmental, including climatostratigraphy the role of plantations in slopes. The aim of our study is to establish the characteristics of the meteorological regime of species composition and renewal of the plantations on the slopes of Kiev.

Revealed significant differences meteoreia plantations on the slopes of which are determined by the orientation, orographic, and hydrologic characteristics, species composition and spatial structure of plantations. Taxonomic composition is represented mainly native species of woody plants. The greatest species diversity was observed on the Northern and Eastern slopes. Dendroflora of the South stands and the upper horizons of the different slopes represented by predominantly xerophytic and mesoxerophytic species, where the proportion of exotic species increases. Optimization of the species composition of the plantings must be at the expense of introduced and economically important native plants, taking into account local environmental conditions. Natural regeneration occurs in areas with sufficient light and humidity. A successful resume is often observed in open areas of the plantations North and East slopes, where local conditions are most appropriate.

Keywords: *woody planting, slopes, meteorological factors, taxonomic composition and renewal*

УДК 712.253:630'17

ЦІННІСТЬ УНІКАЛЬНИХ ВІКОВИХ ДЕРЕВ - ПАМ'ЯТОК ПРИРОДИ

А. І. КУШНІР, *кандидат біологічних наук, доцент кафедри ландшафтної архітектури та садово-паркового будівництва*
E-mail: A-Kushnir@ukr.net
І. І. ВАКУЛИК, *кандидат філологічних наук, доцент кафедри журналістики та мовної комунікації*
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: vakulyk@ukr.net

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.023

В Україні збереглося чимало унікальних дерев, пов'язаних із визначними людьми та історичними подіями. Виявити такі унікальні пам'ятки природи, зібрати необхідні відомості про них і є метою наших досліджень. Такі дерева є національним надбанням і повинні бути взяті державою під охорону. Також вони становлять вагому освітньо-виховну, естетичну, історико-культурну цінність.

У роботі здійснено комплексну оцінку типів життєвих форм багатовікових дерев за допомогою сучасних методів арбористики із використанням загальнонаукових методів, котрі пов'язані із проведенням польових досліджень і ґрунтуються на порівнянні, узагальненні й синтезі. Досліджено цінні унікальні вікові дерева як пам'ятки природи, які мають статус загальнодержавного значення – дуби Шевченка,Залізняка та Алексєєва, тисячолітню фісташку, липу Петра Могили, шовковицю Шевченка. Пропонуємо проводити єдину політику щодо охорони унікальних пам'яток природи з метою збереження культурно-історичної спадщини міста.

Ключові слова: *вікові дерева, пам'ятка природи, охоронний статус, історичні дерева, арбористика*

Актуальність. Нині продовжує існувати проблема екологічного розвитку міста, формування «зеленого будівництва», національної системи екологічної сертифікації об'єктів, дієвості вітчизняного механізму у збалансованому природокористуванні та природоохоронній галузях.

В Україні збереглося чимало унікальних дерев, пов'язаних із визначними людьми та історичними подіями. Такі дерева відіграють велику історикокультурну та пізнавальну роль. У багатьох випадках вони взяті під охорону і мають статус пам'яток природи місцевого значення. Книга «Україна в цікавих фактах» (Львів, 1992) наводить дані про те, що в Україні взято на облік 3295 унікальних дерев віком понад сто років. Близько 50 з цих дерев, із якими пов'язані історичні події, людські долі та легенди, оголошено меморіальними. Вони пов'язані з іменами Богдана Хмельницького, Тараса Шевченка, Івана Франка, Лесі Українки та інших визначних осіб. У більшості випадків такі дерева зростають в лісових насадженнях, старовинних садах і парках, на територіях меморіальних садиб тощо [3; 4].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. «У наш час найбільшої естетичності і виразності сучасним садово-парковим культурфітоценозам та іншим міським об'єктам

озеленення надають багатовікові деревні рослини – окремі екземпляри, вік яких перевищує 100 років» [8, с. 106]. Пропонована наукова розвідка є логічним продовженням розробок нинішнього стану найстаріших дерев парків і скверів (С. Івченко, В. Шлапак, С. Попович, Н. Таран, В. Федоровський, С. Стойко, В. Шушняк, Г. Савка, П. Шубер, Я. Шляхта, В. Савосько, С. Володарець, Е. Євтушенко) та визначення аспектів їх охорони у контексті національного надбання.

Мета дослідження – виявити такі унікальні пам'ятки природи, зібрати необхідні відомості про них і є метою наших досліджень. Такі об'єкти є національним надбанням і повинні буди взяті державою під охорону.

Матеріали і методи. Робота здійснювалась у рамках проекту№ 110/551-пр. У роботі здійснено комплексну оцінку типів життєвих форм багатовікових дерев за допомогою сучасних методів арбористики із використанням загальнонаукових методів, котрі пов'язані із проведенням польових досліджень і ґрунтуються на порівнянні, узагальненні й синтезі.

Результати дослідження та їх обговорення. Цікавою пам'яткою природи є історичне дерево на території Стародавнього Києва – «Липа Петра Могили». Воно зростає поруч із Десятинною церквою по вул. Володимирівській. *Tilia cordata* L. (Липа дрібнолиста) має вік понад 350 років і задовільний стан. У неї добре розвинута крона, спостерігається щорічне цвітіння та плодоношення. Однак дерево має значну дуплистість стовбура та нахилене до фундамента церкви. У попередні роки неодноразово було проводено цементацію дупел, а задля запобігання падінню – встановлено металічну підпірку, яка добре зафіксувала дерево, що дозволило врятувати витвір природи до сьогодні (рис 1. *Тут і далі по тексту використано фотографії автора даного дослідження – А. Кушніра, здійснені у різні роки під час експедицій та польових досліджень*).

Із метою збереження життєдайного стану липи нами було рекомендовано встановлення загорожі ажурного типу, яка допомагає зменшити рекреаційне навантаження на кореневу систему (а в окремих випадках і на крону), а також проведенно санітарну чистку крони дерева шляхом видалення сухих, хворих та поламаних гілок.

Інша пам'ятка – «Каштан Петра Могили» – Гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.) зростає на південній околиці сучасного мегаполісу: на території Китаївської пустині поблизу Троїцької церкви.

За переказами, саджанець було привезено із Молдови – батьківщини громадського діяча-просвітителя Petru Movilă. Дерево посадила київська братія на чолі з архімандритом Києво-Печерського монастиря. Нині висота дерева сягає 24 м, окруж-

Рис. 1. Липа Петра Могили

Рис. 2. Шовковиця Тараса Шевченка

ність стовбура – 3,5 м. У віці понад 350 років цвіте та плодоносить. У березні 1994 року за пропозицією активістів асоціації «Зелений світ» настоятель Троїцької церкви отець Мирослав здійснив обряд освячення цього унікального дерева.

«Дуб професора Алексєєва» зростає поблизу першого навчального корпусу Національного університету біоресурсів і природокористування України по вул. Генерала Родимцева, 19 у м. Києві. Цей дуб є залишком знаменитих дібров славетного Голосіївського лісу. Таких вікових дубів у Голосієво залишилось обмаль і вони потребують повсякденної опіки та охорони. Висота дуба 23 м, а довжина окружності стовбура на висоті 1,3 м від землі дорівнює 365 см. Дерево має добре розвинуту крону, періодично добре плодоносить, а його жолуді використовуються для створення нових дібров [4, 5].

Історія цього «старожила» Голосієва пов'язана з діяльністю професора Алексєєва Євгена Венедиктовича, який у 20-30 рр. XX ст. був деканом лісоінженерного факультету Київського політехнічного інституту, а пізніше Київського лісогосподарського інституту. У процесі спорудження нового навчального корпусу будівельникам заважав віковічний дуб, який ріс близько до будівлі, що зводилася. Відтак з'явилася думка знищити дерево. Звістка про лихий намір дійшла до професора, і він разом із архітектором проекту Д. Дяченком терміново прибув до місця новобудови аби врятувати ботанічну пам'ятку. І їм це вдалося. Відтоді дуб було названо на честь науковця. У роки Другої світової війни дерево було сильно ушкоджене снарядом, який у нього влучив. Нині дуб є окрасою триповерхової будівлі навчального корпусу, яка є пам'яткою архітектури українського бароко. Цікава деталь: у центрі фронтону будівлі та на капітелях легко розгледіти ліпнину з тематичним рослинним орнаментом – листочки дуба.

Естафету моніторингу цінних найстаріших дерев у парках підхоплює «Шовковиця Тараса Шевченка» (рис. 2), яка зростає в арборетумі Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України у м. Києві поряд із територією Видубицького монастиря, одного із центрів літописання (асоціюють з ім'ям великого князя Володимира Мономаха та ігумена монастиря Сильвестра – автора 2-ої редакції давньоруського літопису «Повість временних літ»). За легендою, її вік значно більший за 300 років, і посаджена вона нібито ченцями Видубицького монастиря з насіння, привезеного зі Середньої Азії. Цікава деталь: від цієї шовковиці пішли всі інші шовковиці, які зростають на території в Україні. За легендою, дерево оглядав ще Петро І. А на офорті, що датується 1844 роком, поруч зі спорудами монастиря Т. Шевченко зобразив дерево у всій його величі.

Шовковиця біла (*Morus alba* L.) є інтродуцентом в Україні. Природно вона поширена у Китаї. «Шовковиця Тараса Шевченка» має висоту біля 11 м і розкидисту шатровидну крону. Діаметр стовбура на 1,3 м складає біля 1,5 м. Стовбур цього багатовікового дерева сильно пошкоджений гниллю і має велике дупло. Навесні 2009 року на замовлення дирекції Національного ботанічного саду фахівцями-арбористами було проведено розчищення крони від сухих, ушкоджених і поламаних гілок. У наступні роки формування крони продовжувалося, а територію навколо пам'ятки поступово упорядкували, тим самим сприяючи покращанню умов її зростання і розвитку.

Символом Пріорки, історичної місцевості у північній частині м. Києва, вже упродовж 150 років залишається багатовіковий екземпляр дуба звичайного, який зростає на пагорбі у парку «Березовий гай» (рис. 3).

За переказами, в одному з будинків приватного сектору по вул. Вишгородській мешкав Т. Г. Шевченко (під час свого відвідування України у 1859 році). На його честь і названо – «Тарасів дуб». Вік дерева становить біля 280 років, висота – 24 м, окружність стовбура – 422 см. Він має вели-

Рис. 3. Дуб Шевченка

Рис. 4. Дуб Максима Залізняка

ку куполоподібну крону, яка простягається з півночі на південь на 11,5 м, а із заходу на схід – 16 м. Поряд зростають вікові сосни.

Загальний стан цієї унікальної пам'ятки історії природи викликає занепокоєння, адже дерево сильно пошкоджене стовбуровими гнилями, має численні пошкодження та рани. Вважаємо, що для збереження історичної пам'ятки необхідно зменшити рекреаційне навантаження на кореневу систему та на дерево у цілому, встановивши легку металеву загорожу ажурного типу, а також доцільно висадити живопліт із низьких кущів; відновити надґрунтовий покрив із тих видів трав'янистих рослин, які притаманні для дібров – копитняк європейський, медунка темна.

Одним із найвідоміших на теренах України вважається «Дуб Максима Залізняка». Його видова назва – Дуб звичайний (*Quercus robur* L.). Дерево зростає в урочищі «Холодний яр» біля хутора Буда Чигиринського району Черкаської області.

Його вік – понад тисячу років, висота – 30 м, окружність стовбура – 9,01 м. Дерево має величезну куполоподібну крону, яка простягається з півночі на південь на 35 м, а із заходу на схід – 28 м. Загальний стан цієї унікальної пам'ятки природи задовільний, дуб має численні пошкодження та рани (рис. 4).

Цінною, на нашу думку, є також *Pistacia mutica* F. et M., яка має статус пам'ятки природи та історії (рис. 5).

«1000-літня Фісташка туполиста» – цей середземноморський вид кавового дерева родини Сумахових виступає домінантом у союзі з Ялівцем високим, Дубом пухнастим та Скумпією звичайною. За підрахунками науковців, тривалість життя родини Anacardiaceae може сягати 1000 і більше років. У 1912 році німецький ботанік А. Енглер визначив тисячолітній вік дерева. Такої ж думки був і перший директор науково-дослідної установи, найстарішої в Україні, Х. Стевен [4]. У 2010 році, за оцінкою Київського еколого-культурного центру, вік дерева визначений як 1700 років, на підставі чого Фісташка туполиста стала номінантом «Найстарішого дерева України». Саме дерево має задовільний стан, оскільки періодично його стовбурові дупла «запломбовували» цементом (рис. 6). На критерії оцінки екологічного стану дерева впливали різні характеристики, зокрема його висота, діаметр стов-

Рис. 5. Фісташка туполиста

Рис. 6. Запломбовані рани Фісташки

бура (біля основи перевищує 8 м), діаметр крони та оцінка життєвості за методикою Г. В. Кулікова. Відтак крона потребує ретельнішого догляду порівняно із іншими «сусідами»; тому виникла необхідність у контролі доступу до нього екскурсантів.

Висновки і перспективи. Ми надаємо важливого значення популяризації матеріалів про визначні дерева у засобах масової інформації та науковому дискурсі [1, 2]. У такий спосіб ми намагаємося привернути увагу широкої природоохоронної громадськості до збереження унікальних пам'яток природи. Адже упродовж останніх п'ятнадцяти років й по сьогодні науковцями здійснюються роботи по лікуванню і оздоровленню методами сучасної арбористики унікальних вікових дерев із залученням фахівців Міжнародного Товариства Дослідження і Охорони Дерев [6]. Відтак пропонуємо надавати таким об'єктам статус пам'яток природи загальнодержавного значення [7].

Напрацювання у даному векторі досліджень забезпечить пізнаваність світу у всіх його проявах, сприятиме усвідомленню впливу цінних деревних порід на духовний світ людини, створюватиме естетичну привабливість природних красенів як для мешканців міст і містечок, так і їхніх гостей. Відтак використання карт зелених зон міста та прокладання за допомогою їх туристичних маршрутів до найвідоміших локацій історичних дерев передбачатиме формування комплексного підходу до феномену буття природи та надасть можливість розрізняти історичні цілісності у контексті сучасної екосистеми.

Література

1. Вакулик І. І. Формирование научной картины мира в современном языковом пространстве. Мовні і концептуальні картини світу. 2013. 43. Ч.1. С. 203-209.
2. Вакулик І. І. Давньогрецька та латинська мови як джерело сучасної наукової термінології: монографія. К.: НУБіП України, 2014. 237 с.
3. Вакулюк П. Г. Нариси з історії лісів України. Фастів: Поліфаст, 2000. 624 с.
4. Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Покритонасінні. Частина І. Довідник / за ред. М. А. Кохна. К.: Фітосоціоцентр, 2002. 448 с.
5. Калініченко О.А. Декоративна дендрологія: навчальний посібник. К.: Вища школа, 2003. 199 с.
6. Кушнір А. І., Grygierczyk W. 15-річний досвід сучасної арбористики в Україні та подальші шляхи її розвитку. Історичні, правові та природоохоронні аспекти збереження пам'ятних багатовікових дерев, присвячена 120-річчю НУБіП України (Київ-Чигирин, 18-20 квіт. 2018 р.). К.: ВЦ НУБіП України, 2018. С. 6-8.

7. Слюсар С. І., Кушнір А. І. Соціоекологічні аспекти проведення комплексних обстежень багатовікових дерев у населених пунктах. Історичні, правові та природоохоронні аспекти збереження пам'ятних багатовікових дерев, присвячена 120-річчю НУБіП України (Київ-Чигирин, 18-20 квіт. 2018 р.). К.: ВЦ НУБіП України, 2018. С. 60-62.
8. Структура та розвиток культурфітоценозів Криворіжжя: монографія / за ред. Е. О. Євтушенка, В. М. Савоська. Кривий Ріг: Діонат, 2017. 168 с.

References

1. Vakulyk, I. I. (2013). Formyrovanye nauchnoy kartyny myra v sovremennom yazykovom prostranstve [Formation of the scientific picture of the world in modern language space]. Linguistic and conceptual pictures of the world, 43, 1, 203-209.
2. Vakulyk, I. I. (2014). Davn′ohrets′ka ta latyns′ka movy yak dzherelo suchacnoyi naukovoyi terminolohiyi [Ancient Greek and Latin as a source of complementary scientific terminology]. NUBiP Ukrayiny, 237.
3. Vakulyuk, P. H. (2000). Narysy z istoriyi lisiv Ukrayiny [Essays on the history of forests of Ukraine]. Polifast, 624.
4. Dendroflora Ukrayiny (2002). Dykorosli y kul′tyvovani dereva i kushchi [Essays on the history of forests of Ukraine]. Phytosociocenter, 448.
5. Kalinichenko, O. A. (2003). Dekoratyvna dendrolohiya [Decorative dendrology: tutorial]. Higher school, 199.
6. Kushnir A. I., Grygierczyk, W. (2018) 15 years of experience in modern arboristics in Ukraine and further ways of its development. To the 120th anniversary of NUBiP of Ukraine. Kyiv-Chigirin (Ukraine), 6-8.
7. Slyusar, S. I., Kushnir, A. I. (2018) Socioecological aspects of complex surveys of centuries-old trees in settlements. To the 120th anniversary of NUBiP of Ukraine. Kyiv-Chigirin (Ukraine), 60-62.
8. Yevtushenko, E. O. ed. (2017) Struktura ta rozvytok kul′tur / fitotsenoziv Kryvorizhzhya [Structure and development of Cultural Factor Cenozosis in Kryvorizhya]. Kryviy Rih: Dionat, 168

SUMMARY

A. I. Kushnir, I. I. Vakulyk. *Value of unique old trees - a natural monument // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.176–182. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.023.*

Ukraine has many unique trees associated with prominent people and historical events. Such trees play a great historical, cultural and educational role. In many cases they are taken under protection and have the status of natural monuments of local significance.

About 50 of these trees, which are associated with historical events, human fates and legends, are declared memorial. They are associated with the names of Bohdan Khmelnytsky, Taras Shevchenko, Ivan Franko, Lesia Ukrainka and other prominent people. In most cases, such trees grow in forest plantations, old gardens and parks, on the territories of the memorial estates, etc.

To identify such unique natural monuments, to gather the necessary information about them, and to make a comprehensive catalogue of prominent trees of Ukraine is the goal of our research. Such objects are national property and should be taken under state protection.

Old trees survey was carried out in accordance with the developed and already published tree questionnaire.

In the paper there are used both general methods of scientific research, based on comparison, generalization and synthesis, and strictly linguistic ones (paradigmatic and combined). The research has been carried out within the framework of the project № 110/551-pr «Creation of a register of valuable plants of Kyiv parks and public gardens on the basis of terminology standards». The presented scientific paper is a logical continuation of researches on the current state of the oldest trees parks and public gardens.

Thanks to the suggested methodology a lot of trees in our country got «the second chance» for life. Let's consider some of them. In such a way we are trying to draw the attention of the wide environmental community to the preservation of unique natural monuments. We suggest giving such objects the status of natural monuments of national importance, which will allow to conduct a unified policy on their protection, conservation and further use.

Keywords: *century trees, a monument of nature, conservation status, historical trees, arboristics*

АННОТАЦИЯ

А. И. Кушнир, И. И. Вакулик. *Ценность уникальных вековых деревьев – памятников природы // Биоресурсы и природопользование. – 2018. –* ***10****, №3–4. – С.176–182. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.023.*

В Украине сохранилось немало уникальных деревьев, связанных с выдающимися людьми и историческими событиями. Выявить такие уникальные памятники природы, собрать необходимые сведения о них и было целью наших исследований. Такие деревья классифицируют как национальное достояние, они имеют весомую образовательно-воспитательную, эстетическую, историко-культурную ценность, а поэтому должны быть взяты государством под охрану.

В работе осуществлена комплексная оценка типов жизненных форм вековых деревьев, произведенная с помощью современных методов арбористики с использованием общенаучных методов, которые презентуют полевые исследования и основываются на сравнении, обобщении и синтезе. Описаны ценные уникальные вековые деревья как памятники природы, которые имеют статус общегосударственного значения – дубы Шевченко, Железняка и Алексеева, тысячелетняя фисташка, липа Петра Могилы, шелковица Шевченко. Предложено следовать единой политике по охране уникальных памятников природы с целью сохранения культурно-исторического наследия города.

Ключевые слова: *вековые деревья, памятник природы, охранный статус, исторические дерева, арбористика*

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ НОРМ ВІДГОДІВЛІ СВИНЕЙ У СВІТЛІ ОСТАННІХ ДОСЯГНЕНЬ СВІТОВОЇ НАУКИ

М. В. КАЛІНЧИК, *доктор економічних наук, професор, директор департаменту розробок і дослідження*
С. М. КАЛІНЧИК, *генеральний директор*
І. М. АЛЄКСЄЄНКО, *кандидат економічних наук, керівник проектів*
НВП ТОВ «ВінМікс–Софт»
E-mail: mvolk@ukr.net

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.024

У статті у світлі останніх досягнень світової науки розглянуто важливі відмінності в потребі свиней різної статі у поживних речовинах, які розраховують у динаміці відповідно до розроблених комп'ютерних моделей від початку й до кінця відгодівлі. Виявлено, що на ефективність відгодівлі впливають генотип (кількість відкладеного в тілі тварини білка за добу), щільність тварин у групі та температура у приміщенні утримання. Математична формалізація перерахованих чинників дає змогу визначити увесь спектр показників потреби свиней у поживних речовинах як основи для оптимізації раціонів їх годівлі.

Ключові слова: *чгенотип, відкладення білка, ВінМікс-Софт, пісне м'ясо, імунізація, товщина шпику*

Актуальність. Дедалі зростаюча конкуренція на ринку продовольства у глобалізованому світі вимагає швидкого реагування на інноваційні досягнення країн світу щодо їх аналізу та масового запровадження. В Україні спостерігаються процеси зникнення дрібних і середніх господарств, які займалися галуззю свинарства, та концентрації виробництва свинини в 150–200 господарствах, де утримується понад 2,5 тис голів свиней. З огляду на це актуальним є освоєння останніх досягнень світових лідерів у галузі свинарства стосовно нових напрямків у годівлі свиней та їх доступної інтерпретації в системі інформаційних технологій.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Науково дослідницька рада США (NRC) кожні 10 років знайомить світ з узагальненими науковими дослідженнями щодо годівлі свиней як головного напрямку реалізації генетичного потенціалу тварин. Остання публікація (2012 р.) містить багато нових досягнень, зокрема стосовно необхідності врахування диференціації потреби в поживних речовин залежно від статі: свинки, кнурі, кастрати і особливостей динаміки відкладення білка і жиру в тілі тварин. До останнього часу, в публікаціях після 2012 р. вчені України [1, с. 155-161], Росії [2, с. 142-147], Білорусі [3, с. 234-246] наводять нормативи потреби в поживних речовинах свиней на відгодівлі без розподілу за статтю. Академік РАСГН В. Г. Рядчиков наголошує на існуванні різ-

ниці у відкладенні білка в тілі тварини, що пов'язана із породними особливостями, але розглядає усереднені для свинок і кнурів норми потреби в енергії й амінокислотах [4, с. 217-224]. До опублікування праці NRC [5] навіть учені США із 9 університетів інформують читачів про потребу свиней у поживних речовинах залежно від величини одержання після забою тварин пісної свинини (високий, середній, низький) [6], а не від статі тварин зокрема.

Метою дослідження є вивчення останніх наукових досягнень у годівлі свиней і розробка моделі розрахунку їхньої потреби в поживних речовинах залежно від комбінацій генотипу (кількості відкладення білка в тілі), умов утримання (площа в розрахунку на 1 голову в групі) температури в свинарнику.

Матеріали і методи. Розгляд змін потреби в поживних речовинах за днями відгодівлі у вигляді матриці, у якій всі технологічні та фізіологічні параметри взаємозалежні, базується на методі системного аналізу. Застосування різних математичних операторів дає змогу сформувати вибірку всіх технологічних параметрів утримування відгодівельного поголів'я на будь-який день і/або їхню живу масу з підготовкою до наступної операції – оптимізації раціонів годівлі.

Результати та їх обговорення. Програмний комплекс з оптимізації раціонів годівлі всіх видів тварин (версія 3.8.0) компанії НВП ТОВ «ВінМікс Софт» (WinMix Soft) є продовженням попередньої версії, яку застосовують у більш ніж 100 країнах світу. Запропонована версія для галузі свинарства має деякі відмінності. Використовуючи її програми можна не тільки оптимізувати раціони годівлі тварин, а головне – попередньо розрахувати потребу свиней у всіх поживних речовинах залежно від породи, а тим більше гібридів тварин та умов утримання в конкретному фермерському господарстві. І тільки після цього слід починати оптимізацію раціонів годівлі свиней.

Залежно від породи та генетичних особливостей тварин, що утримуються в конкретному підприємстві, свині на відгодівлі можуть відкладати від 250 г пісного м'яса (білка – 100 г) до 500 г (білка – 200 г). У середньому – 130-150 г білка. Стратегія господарської діяльності у галузі свинарства конкретного підприємства повинна передусім передбачати визначення рівня м'ясної продуктивності утримуваного стада, характеристики одержуваних туш і розробки селекційно-племінної програми. Фірми світу до порідних особливостей свиней пристосовують стандартні норми годівлі. Тепер вихід пісного м'яса визначають шпикоміром або електронними приладами (ультразвуком) залежно від товщини шпику і глибини м'язу задньої частини туші, а на м'ясокомбінатах – спеціальними приладами для визначення виходу м'яса на лінії забою свиней з градацією, наприклад в Європі, за показником вмісту м'язової тканини свинини за шістьма класами – стандарт SEUROP. Таким чином встановлюють генотип породи свиней у підприємстві й на цій основі визначають потребу їх у поживних речовинах. У межах одного генотипу найбільше відкладається білка в тілі кнурів і хімічно кастрованих (імунізованих) кнурів, потім свинок і найменше – в хірургічно кастрованих кнурів. На основі останніх розробок Науково-дослідницької ради США (Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition, 2012) [5], що узагальнюють наукові досягнення в годівлі тварин за попереднє десятиліття, розроблено комп'ютерну програму визначення потреби тварин у поживних речовинах корму за днями їх утримання від народження до досягнення забійної маси.

Якщо встановлено для конкретного стада ферми його генотип, то для версії програмного комплексу вихідними будуть

такі параметри: 1) стать тварин – свинки, кнурі, кастровані кнурі, імунізовані (хімічно кастровані) кнурі, свинки + кастрати, кнурі + свинки; 2) генотип (відкладено в тілі тварини до забою білка в середньому за добу) за даною статтю тварини; 3) температура у приміщенні утримання групи свиней; 4) щільність групи тварин у приміщенні (у $м^2$ на одну голову); 5) чи застосовують премікси і який їх відсоток (2-5 %-ний премікс). На основі системи рівнянь і тотожностей, наведених в цій праці, для будь-якого генотипу можна розрахувати потребу в поживних речовинах для видів тварин (свинки, кастрати, кнурі, кнурі імунізовані) залежно від умов утримання (щільності тварин), температури у приміщенні за днями відгодівлі, наприклад свинок живою масою від 20 до 140 кг (табл. 1).

У свою чергу залежно від визначених показників хімічного складу кормів, які містяться в базі даних фермерського господарства або консультаційної фірми, для оптимізації беруть їхні групи. Найважливіші показники: 1) суха речовина; 2) обмінна або чиста енергія для свиней; 3) сирий протеїн; 4) амінокислоти – лізин, метіонін + цистин, треонін, триптофан, валін; 5) мінеральні речовини: кальцій, фосфор, натрій. За допомогою програмного комплексу WinMix Soft розраховують спектр показників потреби свиней у поживних речовинах. На цьому етапі важливо показати відмінності в потребі поживних речовин залежно від статі тварин, їх генотипу (відкладення в тілі тварини білка), умов утримання (щільності тварин у групі) та температури у свинарниках. Наприклад, у межах одного генотипу за однакових умов утримання свиней між різною їх статтю будуть значні коливання білка (рис. 1) і жиру в тілі тварин (рис. 2).

Таким чином наочно показано, що існують дуже великі розбіжності між генотипами щодо кількості відкладення білка і жиру в тілі за добу залежно від породи і виду тварин (свинки, кастрати, кнурі, кнурі імунізовані), що відповідно ще більшою мірою спричиняє диференціацію потреби в поживних речовинах, наприклад, в обмінній (метаболічній) енергії та стандартизованому лізині (рис. 3 і 4).

Під час розрахунків враховано відмінності у відкладенні білка в тілі тварини за добу в межах одного генотипу між видами свиней, які наведено американськими вченими [5], а саме: свинки – 136,95, кастрати – 133,05, кнурі – 151,05 г, а також за умов утримання – температура у приміщенні 20^0 С і щільність поголів'я у групі – 0,75 $м^2$.

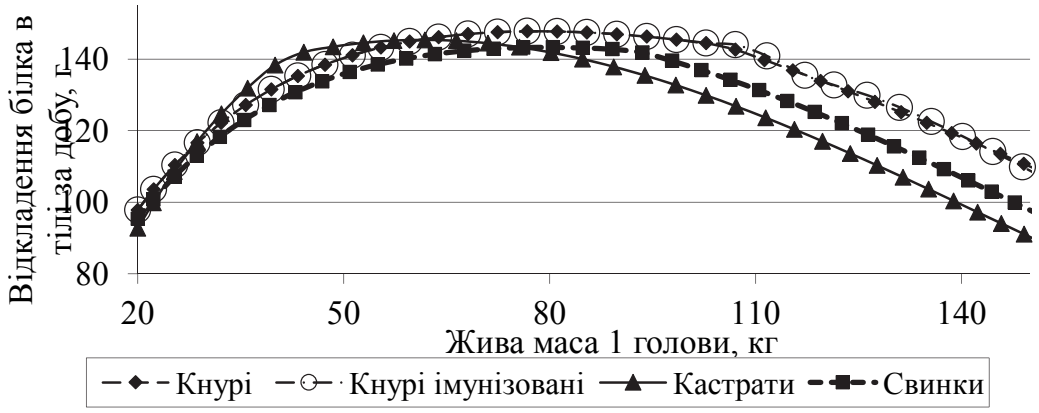


Рис. 1. Динаміка відкладення білка у свиней одного генотипу при їх відгодівлі від 20 до 140 кг

1. Динаміка окремих розрахункових показників відгодівлі свинок (щільність утримання – 0,75 м^2, температура у приміщенні – 20 ^{O}C) із середнім відкладанням білка у тілі за добу (137 г) та потреби тварин у поживних речовинах

Дні відгодівлі	Жива маса, кг	Потреба в обмінній енергії, Мкал	Коригування ОЕ, коефіцієнт		Споживання сухої речовини корму, кг	Потреба в стандартизованих, г			Загальний кальцій, г	Середньодобовий приріст живої маси, г	Товщина шпигу, мм
			на умови утримання	на температуру		лізині	треоніні	фосфорі			
1	20,0	3,14	1,00	1,00	0,84	10,43	6,18	3,18	6,84	560	4,2
5	22,3	3,41	1,00	1,00	0,91	11,09	6,59	3,40	7,30	596	4,4
10	25,4	3,75	1,00	1,00	1,00	11,89	7,09	3,66	7,87	632	4,7
15	28,6	4,08	1,00	1,00	1,09	12,63	7,57	3,91	8,40	665	5,1
20	32,0	4,41	1,00	1,00	1,18	13,33	8,01	4,15	8,92	696	5,6
25	35,5	4,73	1,00	0,99	1,26	13,98	8,43	4,37	9,40	724	6,0
50	54,9	6,15	1,00	0,98	1,64	16,46	10,09	5,30	11,40	824	8,5
75	76,1	7,22	1,00	0,97	1,93	17,82	11,09	5,92	12,73	865	11,0
100	97,8	7,96	1,00	0,96	2,12	18,18	11,48	6,23	13,40	860	13,2
105	102,1	8,07	1,00	0,95	2,15	18,02	11,43	6,22	13,38	851	13,6
110	106,3	8,16	1,00	0,95	2,18	17,83	11,36	6,20	13,33	840	14,1
115	110,5	8,19	0,99	0,95	2,18	17,60	11,26	6,17	13,26	825	14,5
120	114,6	8,22	0,99	0,94	2,19	17,35	11,14	6,13	13,17	809	14,9
125	118,6	8,24	0,98	0,94	2,20	17,09	11,01	6,08	13,06	793	15,3
130	122,6	8,25	0,97	0,94	2,20	16,80	10,87	6,02	12,95	777	15,7
135	126,4	8,26	0,97	0,93	2,20	16,50	10,72	5,96	12,82	760	16,0
140	130,2	8,26	0,96	0,93	2,20	16,20	10,57	5,90	12,67	743	16,4
150	137,4	8,25	0,95	0,92	2,20	15,56	10,24	5,75	12,37	709	17,1
155	141,0	8,24	0,95	0,92	2,20	15,23	10,08	5,68	12,21	692	17,4

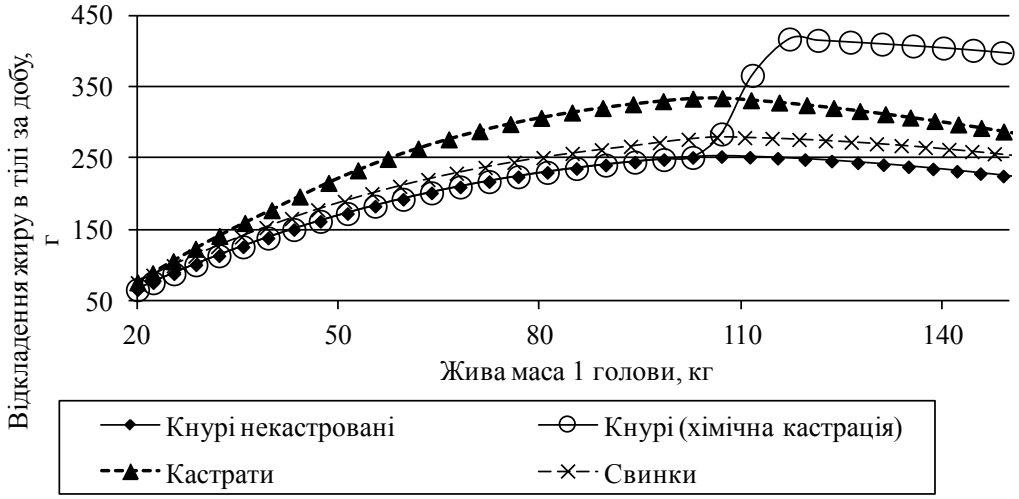


Рис. 2. Динаміка відкладення жиру у свиней одного генотипу при їх відгодівлі від 20 до 140 кг

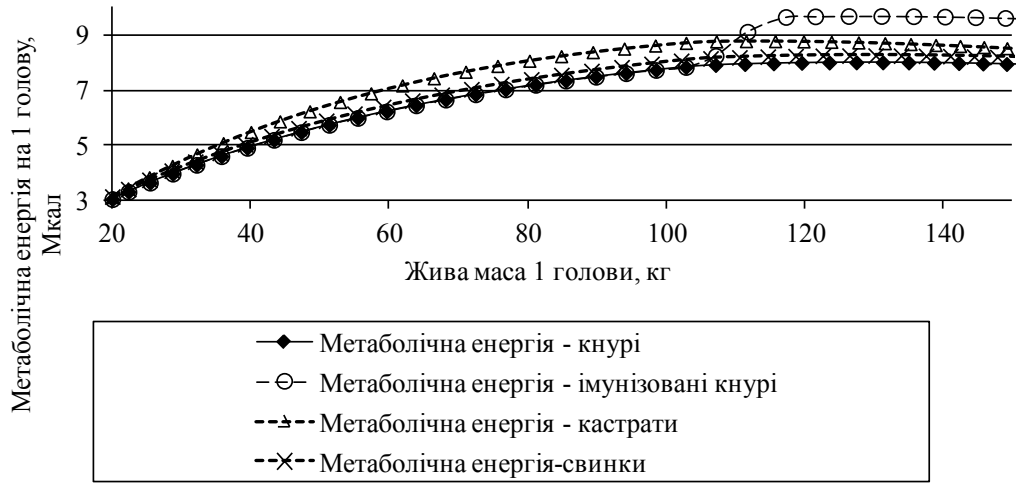


Рис. 3. Динаміка потреби свиней одного генотипу в метаболічній (обмінній) енергії

Рис. 4. Динаміка потреби свиней одного генотипу в стандартизованому лізині

Ці два показники – відкладення білка і жиру в тілі тварин за добу з таким додатковим і важливим чинником як різні умови їх утримання є складовими, які формують кінцевий результат відгодівлі – одержуємо переважно пісне м'ясо або сало після їх забою за різних термінів утримання тварин (табл. 2).

Комбінація цих двох параметрів, які відхиляються від технологічних нормативів, а саме – висока температура у свинарниках (25° С) і невелика площа утримання свиней у групі (0,5 м^2) за невисокого рівня відкладення білка в тілі за добу (100 г) призводить до зниження споживання тваринами енергії на 30–35 % і збільшення терміну відгодівлі до 1,8 рази порівняно з нормальними умовами утримання та високого рівня відкладення

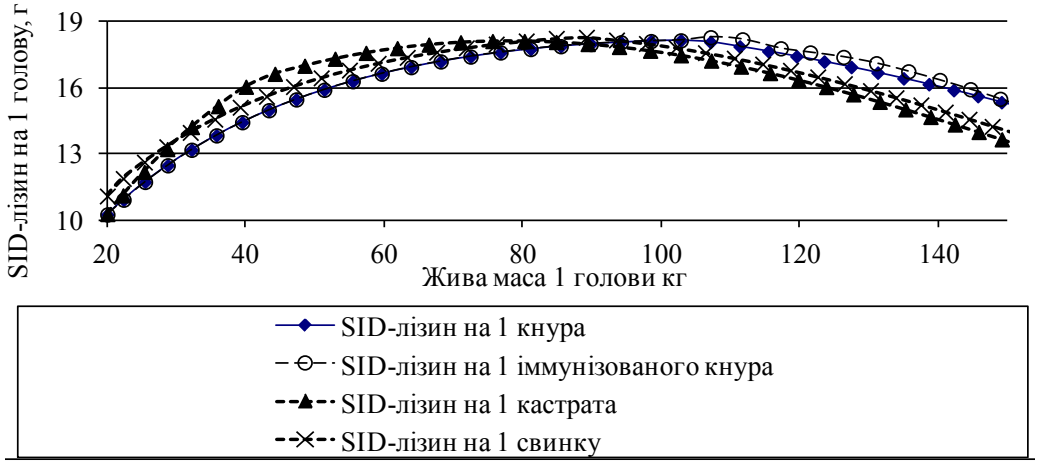


Рис. 1. Динаміка відкладення білка у свиней одного генотипу при їх відгодівлі від 20 до 140 кг

білка в тілі за добу (150 г). За перевищення (понад 0,9 м^2) щільності на 1 голову утримування тварин виникають додаткові проблеми. Насамперед, тварини на більшій від оптимальної площі утримування не встигають протоптувати гній крізь щілини підлоги, внаслідок чого більше випаровується аміаку – відчутного чинника стресу для тварин [7]. За недотримання нормативів утримання тварин (температура 15-20° С, площа утримання – 0,75-0,9 м^2) не тільки подовжується термін відгодівлі, а й витрати комбікорму зростають на 40-45 % за весь період відгодівлі, наслідком чого є збиткове виробництво свинини. Тобто дотримання технологічних умов утримання тварин (запровадження вентиляції, раціональної щільності тварин у групі) є базисом для реалізації генетичного потенціалу за умови найбільш ефективної годівлі свиней.

Для збільшення відкладення в тілі кастрованих хряків білка та підвищення продуктивності свиней із 1999 р. країни світу почали застосовувати стимулятор росту, розроблений у США і запатентований під назвою Paylean® – ractопаміну гідрохлорид, визнаний Всесвітньою організацією охорони здоров'я. Ractопамін належить до класу β-адренергічних агоністів (це не медичний препарат, не пробіотик і не стероїд), що впливають на активність певних біофізіологічних процесів, а саме – стимулюють інтенсивне збільшення м'язових тканин за рахунок розщеплення жирів. Застосування β-агоністів у тваринництві призводить до накопичення їх у м'ясних продуктах, тому Paylean® дозволений лише у 27 країнах (США, Канада, Бразилія, Мексика тощо), однак заборонений у більше як 120 країнах (Росія, країни ЄС, Китай та ін.) [8].

Кнурі (некастровані) в межах одного генотипу свиней відкладають найвищий рівень білка в тілі та дають вищий вихід пісного м'яса, тому країни світу застосують імунізацію (хімічну кастрацію) тварин. Імунокастратація – це вакцинація препаратом Імповак, розробленим в Австралії (1998 р.), спрямована проти гонадотропін-вивільнення гормону (Gonadotrophin Realizing Factor – GnRF) у кнурів для гальмування виробництва статевих гормонів, які викликають запах кнура в м'ясі, – андростерону і скатолу. Імпровак ефективно застосовують у багатьох країнах світу: Австралії, країнах ЄС, США, Канаді, Росії тощо – найбільших виробників свинини. На практиці вироблення специфічних антитіл до GnRF, як

2. Групування розрахункових результатів за терміном відгодівлі свиней, що пов'язані із генотипом, статтю свиней, температурою в приміщені та щільністю тварин у групі

Стать	Термін відгодівлі, днів	Температура у свинарнику, °С	Щільність тварин, м^2	Відкладено білка за добу, г	Середньодобовий приріст, г	Витрати комбікорму, кг	Товщина шпигу, мм
Свинки	258	25	0,5	100	465	432	23,2
	222	25	0,5	150	541	373	16,3
	222	25	0,75	100	541	398	24,0
	199	20	0,5	100	603	379	22,9
	188	25	0,75	150	638	339	16,4
	187	15	0,5	100	642	371	22,8
	180	20	0,75	100	667	368	25,3
	174	15	0,75	100	690	370	26,8
	166	20	0,5	150	723	317	15,1
	152	15	0,5	150	789	302	13,9
	146	20	0,75	150	822	298	15,4
	140	15	0,75	150	857	299	15,9
Кастрати	229	25	0,5	100	524	409	23,9
	199	25	0,75	100	603	381	24,6
	195	25	0,5	150	615	349	16,4
	183	20	0,5	100	656	372	25,1
	177	15	0,5	100	678	376	26,9
	170	20	0,75	100	706	372	29,3
	167	25	0,75	150	719	321	16,5
	165	15	0,75	100	727	377	31,1
	149	20	0,5	150	805	304	15,3
	141	15	0,5	150	851	300	15,6
	137	20	0,75	150	876	301	17,5
	133	15	0,75	150	902	305	18,7
Кнурі некастровані	260	25	0,5	100	462	422	22,6
	236	25	0,5	150	508	385	16,2
	234	25	0,75	100	513	408	23,7
	209	20	0,5	100	574	387	22,7
	198	25	0,75	150	606	346	16,3
	194	15	0,5	100	619	373	21,7
	184	20	0,75	100	652	363	23,3
	178	15	0,75	100	674	366	24,6
	175	20	0,5	150	686	325	15,1
	160	15	0,5	150	750	309	13,8
	153	20	0,75	150	784	303	15,1
	143	15	0,75	150	839	294	14,5

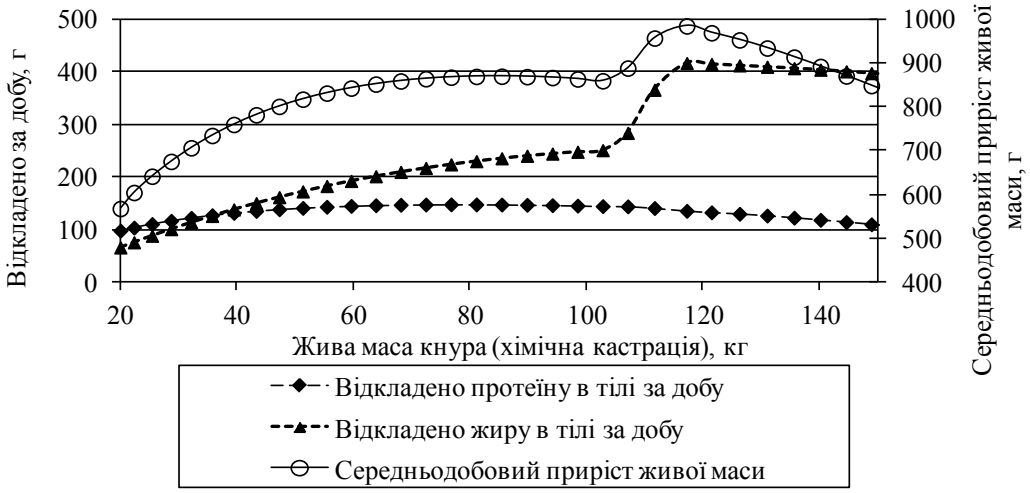


Рис. 5. Динаміка показників ефективності відгодівлі хімічно кастрованих кнурів – приросту живої маси, в тому числі білка і жиру

захід гальмування вироблення тестостерону, забезпечується двома ін'єкціями препарату Імпровак з інтервалом 4 тижні (28 днів): перша – задіює імунну систему, друга (за 5 тижнів до забою) – прискорює вироблення високого рівня антитіл до GnRF [9, с. 46]. На динамічній зміні рівня продуктивності свиней визначається їх жива маса, за якої проводять другу ін'єкцію, а також день відгодівлі. Термін проведення першої ін'єкції – за 28 днів до другої. Математично це прописується з допомогою оператора «Просмотр». Наприклад, за реалізації хімічно кастрованих кнурів живою масою 140 кг (температура і щільність тварин у приміщенні – відповідно 20^0 С і 0,75 $м^2$) другу ін'єкцію необхідно робити за живої маси 106 кг, а за допомогою оператора «Просмотр» визначають день відгодівлі – 108 (за початкової живої маси на відгодівлі 20 кг). У свою чергу день першої ін'єкції – 80 (108 день мінус 28 днів), що з допомогою застосування функції «Просмотр» відповідає живій масі 81 кг (рис. 5).

За перші 10 днів після другої ін'єкції повільно зростає ефективність використання кормів, а в останні 4 тижні – максимально за рахунок, наприклад зменшення витрат корму на підтримку життя на 10–15 %. У результаті імунізації кнурів тривалість відгодівлі від 20 до 140 кг скоротилася на 7 днів, середньодобовий приріст зріс на 4,9 % внаслідок чого витрати комбікорму (12 % вологи) залишилися незмінними – 301 кг (без 5 % втрат), а в розрахунку на 1 день відгодівлі – зросли на 4,7 %. При цьому товщина шпику збільшується на 2,5 мм, вихід пісної свинини зменшується на 1,9 відсоткових пункти.

Висновки і перспективи. Ефективна відгодівля свиней у сучасних умовах потребує врахування низки проблем, пов'язаних із відчутним впливом статі тварин, умов утримання та температури у приміщеннях утримання свиней на їхню потребу в поживних речовинах та результативність виробництва – середньодобові прирости, товщину шпику, виходу пісної свинини. Відгодівлю свиней різної статі необхідно організовувати відповідно до їх потреби у поживних речовинах і, що особливо важливо, – враховувати структуру ринкового попиту на пісну свинину, сальну тощо.

Література

1. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин / за ред. І. І. Ібатулліна і О. М. Жукорського. Київ, 2016. 300 с.
2. Сычѐва Л. В. Кормление свиней: учеб. пособие / Л. В. Сычѐва; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высшего проф. образов. «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». Пермь : ИПЦ «Прокростъ», 2014. 149 с.
3. Современные технологии производства продукции животноводства : рекомендации / Пестис В. К. и др.; под общ. ред. В. К. Пестиса, Е. А. Добрука. Гродно : ГГАУ, 2011. 462 с.
4. Рядчиков В. Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: учеб.-практ. пособие. Краснодар: КубГАУ, 2012. 328 с.
5. Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition. 2012. 390 p.
6. National Swine Nutrition Guide Tables on Nutrient Recommendations, Ingredient Composition, and Use Rates. – 2010 – U.S. Pork Center of Excellence – 38 p. URL: http://porkgateway.org/resource/national-swine-nutrition-guide-tables-on-nutrient-recommendations-ingredient-composition-and-use-rates/
7. Байер Е. Откорм хряков как альтернатива кастрации. URL: http://agroobzor.ru/svin/a-201.html
8. Юрченко С. Приємно познайомитися – Ractопамін! Прибуткове свинарство. 2012. № 5. С. 55–60.
9. Иммунологическая кастрация хряков. Ветеринария сельскохозяйственных животных, 2011. № 3. С. 46–50.

References

1. I. I. Ibatullin, O. M.Zhukorsk ed. (2016). Dovidnyk z povnotsinnoi hodivli sil's'kohospodars'kykh tvaryn. Kyiv. 300 s.
2. Sychèva L.V. (2014). Kormlenie svinej: ucheb. posobie. M-vo s.-h. RF, federal'noe gos. bjudzhetnoe obrazov. uchrezhdenie vysshego prof. obrazov. «Permskaja gos. s.-h. akad. im. akad. D.N. Prjanishnikova». Perm: IPC «Prokrost»,. 149.
3 V. K. Pestis, E. A. Dobruk ed. (2011). Sovremennye tehnologii proizvodstva produkcii zhivotnovodstva : rekomendacii. Grodno : GGAU, 462.
4. Rjadchikov V. G. (2012). Osnovy pitanija i kormlenija sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh: ucheb.-prakt.posobie. Krasnodar: KubGAU, 328.
5. Nutrient Requirements of Swine: Eleventh Revised Edition. 2012. 390.
6. National Swine Nutrition Guide Tables on Nutrient Recommendations, Ingredient Composition, and Use Rates. 2010 U.S. Pork Center of Excellence. Available at: http://porkgateway.org/resource/national-swine-nutrition-guide-tables-on-nutrient-recommendations-ingredient-composition-and-use-rates/.
7. Bajer E. Otkorm hrjakov kak al'ternativa kastracii. Available at:: http://agroobzor.ru/svin/a-201.html.
8. Jurchenko S. (2012).Priyemno poznajomitisja – Raktopamin! Pributkove svinarstvo. 5 : 55–60.
9. Immunologicheskaja kastracija hrjakov. (2011). Veterinarija sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh. 3 : 46–50.

SUMMARY

M. V. Kalinchyk, S. M. Kalinchyk, I. M. Alekseenko. *Features of determining of recomendations for pigs fattening in the light of the latest achievements of world science // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.183–192. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.024*

The article considers important differences in the nutritional requirements for pigs of different sexes and groups, which are calculated in dynamics according to developed computer models from the beginning to the end of fattening. It has been shown that the efficiency of fattening is influenced by the genotype (the amount of protein deposited in an animal's body per day), the density of animals in the group and the temperature in animal`s premises. The mathematical formalization of these factors enables us to determine the entire spectrum of the needs of pigs in nutrients as the basis for optimization of their rations.

Keywords: *genotype, deposition of protein, WinMix, lean meat, immunization, thickness of bacon*

АННОТАЦИЯ

Н. В. Калинчик, С. Н. Калинчик, И. Н. Алексеенко. *Особенности определения норм откорма свиней в свете последних достижений мировой науки // Биоресурсы и природопользование. – 2018. –* ***10****, №3–4. – С. 183–192. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.024*

В статье в свете последних достижений мировой науки рассмотрены важные различия в потребности свиней разного пола в питательных веществах, которые рассчитывают в динамике в соответствии с разработанными компьютерными моделями от начала и до конца откорма. Выявлено, что на эффективность откорма влияют генотип (количество отложенного в теле животного белка в сутки), плотность животных в группе и температура в помещении содержания. Математическая формализация перечисленных факторов позволяет определить весь спектр показателей потребности свиней в питательных веществах как основы для оптимизации рационов их кормления.

Ключевые слова: *генотип, отложения белка, ВинМикс-Софт, постное мясо, иммунизация, толщина шпика*

УДК 606:62:639.3:639.212

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ГЕНЕТИЧНОЇ СТРУКТУРИ ВЕСЛОНОСА *(POLYODON SPATHULA)* УКРАЇНСЬКИХ ПОПУЛЯЦІЙ

Х. М. КУРТА, *молодший науковий співробітник,*
О. О. МАЛИШЕВА, *кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник*
Українська лабораторія якості і безпеки продукції АПК
В. Г. СПИРИДОНОВ, *доктор сільськогосподарських наук, головний науковий співробітник*
Інститут ветеринарної медицини НААН України
E-mail: khrystyna.kurta@gmail.com

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.025

Проведено порівняльний аналіз генетичної структури трьох популяцій веслоноса за мікросателітними ДНК-маркерами та встановлено, що найбільш поліморфною була херсонська популяція (25 алельних варіантів), а найменш поліморфною – чернігівська популяція (21 алельний варіант). Максимальне значення кількості алелів на локус (Na) встановлено для популяції Херсонської обл. – 6,25, а мінімальне – 5,25 для популяції Чернігівської обл. Згідно аналізу рівнів гетерозиготності для кожної з трьох українських популяцій зафіксовано переважання фактичної гетерозиготності (Ho = 0,730), над теоретичною (He = 0,619). Середні значення індексу фіксації (Fis) коливалися від Fis = –0,176 (чернігівська популяція) до Fis = –0,129 (вінницька популяція), що свідчить про збереження генетичного поліморфізму у штучних популяціях веслоноса в умовах аквакультури. Розраховані середні значення індексу PIC свідчать про те, що досліджувані локуси були достатньо поліморфними (P > 0,550). Значення комбінованої вірогідності виключення випадкового збігу алелів (CPE) в середньому для популяцій веслоноса становило 0,912, що вказує на 91,2 % інформативності обраної панелі мікросателітних ДНК-маркерів.

Ключові слова: *веслоніс, мікросателіти, ДНК-маркери, локус, алель, гетерозиготність, поліморфізм, генетична структура*

Актуальність. Питання збереження генетичної різноманітності племінних стад цінних видів риб набуває особливої актуальності в сучасних умовах ведення аквакультури. Представниками цінних видів є осетроподібні, в тому числі і веслоніс (*Polyodon spathula*), якого нині широко відтворюють та вирощують як біомеліоратора ставів та для одержання цінної осетрової продукції [1, 2].

Однією з основних причин, яка може вплинути на зниження генетичного різноманіття у штучних популяціях веслоноса, є низька чисельність вихідного племінного матеріалу для формування маточних стад, відсутність генетичного контролю та цілеспрямованої селекції при відтворенні даного виду [2, 3, 4]. Головною вимогою при роботі зі збереження біорізноманіття об'єктів аквакультури є застосу-

вання таких методів та підходів, які з високим рівнем достовірності дозволяють здійснити оцінку генетичного поліморфізму популяції на рівні ДНК [4, 5].

На сучасному етапі молекулярно-генетичних досліджень одним з основних та найбільш ефективних методів вивчення генетичної структури популяцій є застосування мікросателітних ДНК-маркерів, які відображають стан поліморфізму досліджуваних локусів [6, 7].

Дослідження мікросателітної ДНК веслоноса дозволить проаналізувати генетичні процеси, які відбуваються у штучних популяціях даного виду риб, з метою збереженням видового різноманіття в умовах штучного культивування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Веслоніс (*Polyodon spathula*) – це північноамериканський представник родини Веслоносих (*Polyodontidae*), ряду Осетроподібних (*Acipenseriformes*), який є інтродуцентом у штучні водойми України та високопродуктивним об'єктом риборозведення, зокрема і в умовах полікультури з цінними осетровими видами риб [4]. Нарощування прісноводної аквакультури за рахунок культивування веслоноса дозволить збільшити виробництво харчової рибної продукції для забезпечення потреб населення, а також та розширити обсяги експортно-орієнтованої товарної продукції для постачання на міжнародний ринок [4, 5].

Важливою умовою під час штучного відтворення та формування продуктивних маточних стад веслоноса є застосування ефективних методів сучасної генетики та селекції, які забезпечать збереження максимального генетичного різноманіття у популяціях даного виду риб [2, 6].

В останні десятиліття досить бурхливо розвиваються наукові розробки в області біотехнології із застосуванням різних молекулярно-генетичних маркерів, зокрема, мітохондріальних, міні- (VNTR) та мікросателітних ДНК-маркерів (STR), вивчення локусів кількісних ознак (QTL) тощо [7-9, 12]. Нині, для популяційно-генетичних досліджень досить широко використовують мікросателітні ДНК-макрери, які з високим ступенем вірогідності дозволяють провести аналіз алельного складу популяцій, отримати інформацію щодо генетичної спорідненості особин та встановити генеалогічні зв'язки між племінними стадами різних господарств [7, 10-13].

Подібні дослідження активно використовуються закордонними вченими, для вивчення генетичної складової та проведення популяційно-генетичної оцінки плідників веслоноса та їх потомства [6, 10, 14, 15]. Згідно аналізу таких публікацій, у досліджуваних популяціях спостерігається тенденція до змін генетичного поліморфізму в залежності від умов мешкання. Так, природні популяції характеризуються високим рівнем наявності гетерозиготних генотипів, тоді як у штучних популяціях, навпаки, спостерігається зниження генетичної різноманітності [5, 10, 14, 15].

Таким чином, проведення мікросателітного аналізу генетичної структури українських популяцій веслоноса дозволить оцінити стан поліморфізму досліджуваних популяцій, здійснити міжгосподарські та міжпопуляційні порівняння і сформувати в подальшому рекомендації зі створення ефективних маточних стад для підвищення продуктивності аквакультурних підприємств.

Мета дослідження – здійснення порівняльного аналізу генетичної структури веслоноса (*Polyodon spathula*) українських популяцій за мікросателітними ДНК-маркерами.

Матеріали і методи дослідження. Матеріалом для дослідження була ДНК, виділена з біологічних зразків веслоноса, відібраних з ПрАТ «Чернігіврибгосп» (n = 35, Чернігівська обл., 2017 р), ТОВ «Меркурій»

(n = 38, Вінницька обл., 2017 р.) та ДУ «ВЕДОРЗ ім. академіка С.Т. Артющика» (n = 32, Херсонська обл., 2016 р.).

Виділення ДНК проводили з використанням методу сорбції ДНК на диоксиді кремнію (SiO_2) [16].

Полімеразну ланцюгову реакцію (ПЛР) проводили на ампліфікаторі Veriti 96 Well (Applied Biosystems, США) з попередньо оптимізованими параметрами: початкова денатурація – 5 хв, 95 °С; 30 циклів денатурації – 15 с, 95 °С; відпалювання праймерів – 25 с, 56 °С; елонгація – 5 с, 72 °С та пролонгування – 5 хв, 72 °С [17].

Реакційна суміш загальним об'ємом 20,0 мм^3 містила наступні компоненти: 50,0 мМ Трис-HCl (pH 8,3), 1,5 мМ $MgCl_2$, 0,2 мМ кожного з дезоксинуклеотидтрифосфатів (dNTP), по 5 рМ прямого і зворотного локус-специфічних праймерів та 1,5 од. Taq-ДНК-полімерази. Зразки виділеної ДНК вносили в кількості 5 мм^3 [17].

Продукти ампліфікації денатурували формамідом (Sigma, США) та розділяли шляхом капілярного електрофорезу на генетичному аналізаторі «ABI Prism 3130xl» Genetic Analyser (Applied Biosystems, США). Розміри алелів визначали за допомогою програми «Gene Mapper 3.7» (Applied Biosystems, США) з використанням стандарту LIZ-500 (Applied Biosystems, США).

Для проведення досліджень використовували панель із чотирьох попередньо охарактеризованих мікросателітних маркерів ДНК: Psp12, Psp21, Psp26 та Psp28 [17].

Визначення спектру та частот ідентифікованих алелів, кількості алелів на локус (*Na*) проводили методом прямого підрахунку та аналізу отриманих генотипів досліджуваних особин. Розрахунки показників фактичної (*Ho*) та теоретичної гетерозиготності (*He*), індексу поліморфізму (*PIC*), вірогідності виключення випадкового збігу алелів (*PE*), індексу фіксації (*Fis*) [18] та критерію Пірсона (^{2}) проводили із застосуванням програм MS Excel 2010, PowerStats V12 (Promega), Cervus v. 3.0.3, GENALEX 6.5 [19-21].

Результати дослідження та їх обговорення. У результаті проведеної роботи зі встановлення особливостей генетичної структури штучних популяцій веслоноса було виявлено загальну подібність генетичних профілів за досліджуваними мікросателітними ДНК-локусами (рис. 1).

Так, найбільш поліморфною була популяція з Херсонської області, кількість ідентифікованих алелів для якої становила – 25 алельних варіантів. Найменш поліморфною була популяція з Чернігівської області – 21 алельний варіант. Для популяції з Вінницької області всього було ідентифіковано 22 алельні варіанти.

Виходячи з отриманих даних щодо рівня генетичної мінливості, зафіксовано максимальне значення кількості алелів на локус *(Na)* для популяції Херсонської обл. – 6,25, а мінімальне – 5,25 для популяції Чернігівської обл. (табл. 1).

Аналіз рівнів гетерозиготності українських популяцій веслоноса показав, що для херсонської популяції середній показник фактичної гетерозиготності (*Ho*) знаходився на рівні 0,742, тоді як показник теоретичної гетерозиготності (*He*) був дещо нижчим та знаходився на рівні 0,618. Для чернігівської популяції середнє значення *Ho* складало 0,757, проти *He* – 0,638. Для вінницької популяції значення *Ho* також було вищим за *He* і становило – *Ho* = 0,691, проти *He* – 0,602.

У цілому нами було встановлено факт переважання середнього показника фактичної гетерозиготності (*Ho* = 0,730) над теоретичною (*He* = 0,619) для трьох популяцій веслоноса. Крім того, нами було виявлено достовірний надлишок гетерозиготних генотипів херсонської популяції веслоноса для локусу Psp26 ($p < 0,001$), чернігівської популяції – для локусів Psp12 ($p < 0,05$) та Psp28 ($p < 0,01$) та

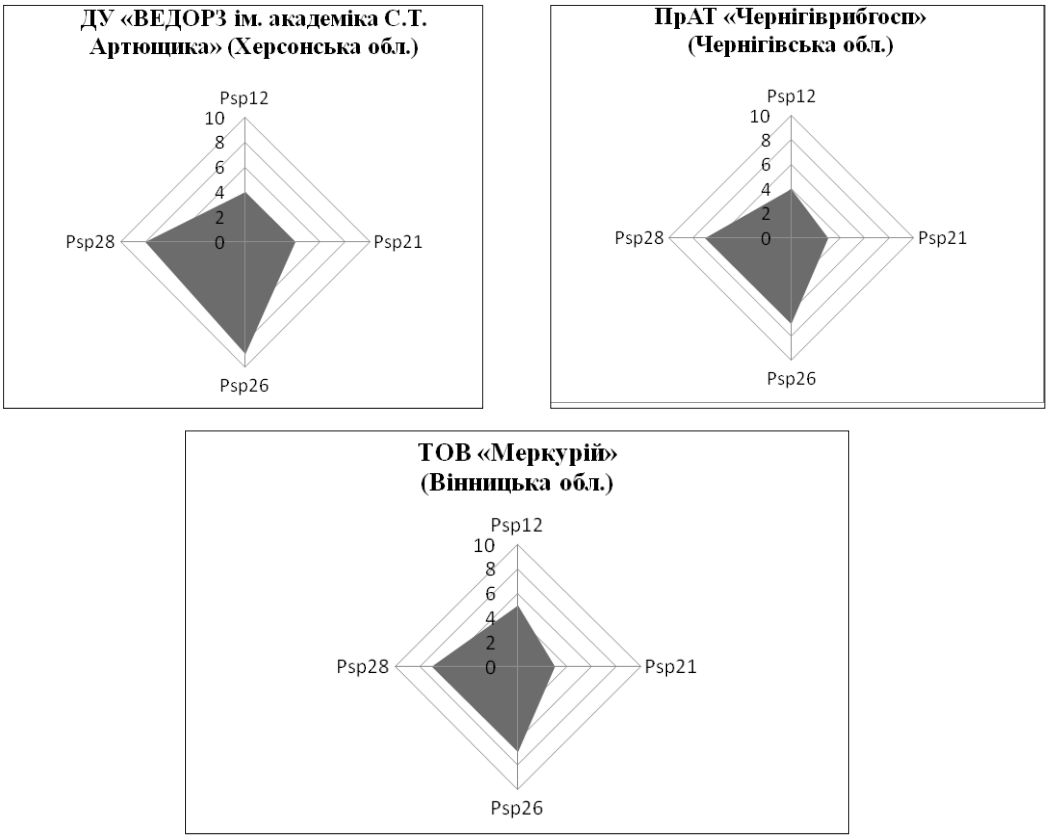


Рис. 1. Генетичний профіль трьох досліджуваних популяцій веслоноса (Polyodon spathula) за мікросателітними ДНК–маркерами

вінницької – для локусу Psp28 ($p < 0,05$). А також зафіксовано достовірний дефіцит гетерозиготних генотипів для локусу Psp21 ($p < 0,05$) херсонської популяції та для локусу Psp26 ($p < 0,001$) вінницької популяції.

За критерієм індексу фіксації (*Fis*) найбільше переважання гетерозиготних генотипів спостерігалося за локусом Psp28 вінницької популяції веслоноса (*Fis* = –0,493), тоді як найбільше значення нестачі гетерозиготних генотипів було зафіксовано для локусу Psp21 чернігівської популяції (*Fis* = 0,169).

Середні значення індексу фіксації за чотирма локусами були від'ємними і коливалися від *Fis* = –0,176 (чернігівська популяція) до *Fis* = –0,129 (вінницька популяція). Такі результати індексу *Fis* відображають надлишок гетерозиготних генотипів у досліджуваній групі риб, що свідчить про збереження генетичного поліморфізму у штучних популяціях веслоноса на даному етапі відтворення в умовах аквакультури.

У розрізі популяцій мінімальне значення індексу поліморфізму (*PIC*) для досліджуваних локусів ДНК спостерігалося для локусу Psp21 – 0,305 (херсонська популяція), максимальне значення, зафіксоване для даної популяції, становило 0,753 для локусу Psp26. У чернігівській популяції показник *PIC* знаходився в межах від

1. Порівняльна характеристика генетичного поліморфізму українських популяцій веслоноса за мікросателітними ДНК-локусами

Популяція	Локус	Na	Ho	He	χ2	Fis	PIC	PE
ДУ «ВЕДОРЗ ім. академіка С.Т. Артюшка» (Херсонська обл.) (n = 32)	Psp12	4,0	0,781	0,648	4,993	-0,205	0,582	0,565
	Psp21	4,0	0,313	0,325	14,585*	0,038	0,305	0,069
	Psp26	9,0	0,875	0,785	88,644***	-0,115	0,753	0,745
	Psp28	8,0	1,000	0,714	39,042	-0,401	0,674	1,000
Середнє значення		6,25± 1,31	0,742± 1,494	0,618± 0,101	-	-0,171± 0,092	0,578± 0,098	0,594± 0,197
ПрАТ «Чернігівриб-госп» (Чернігівська обл.) (n = 35)	Psp12	4,0	0,857	0,601	15,504*	-0,426	0,530	0,709
	Psp21	3,0	0,457	0,550	1,861	0,169	0,482	0,153
	Psp26	7,0	0,771	0,693	23,765	-0,114	0,652	0,547
	Psp28	7,0	0,943	0,708	46,517**	-0,331	0,661	0,884
Середнє значення		5,25± 1,03	0,757± 0,106	0,638± 0,038	-	-0,176± 0,132	0,581± 0,045	0,573± 0,156
ТОВ «Меркурій» (Вінницька обл.) (n = 38)	Psp12	5,0	0,737	0,640	14,280	-0,151	0,572	0,488
	Psp21	3,0	0,368	0,392	0,463	0,059	0,340	0,096
	Psp26	7,0	0,658	0,707	58,539***	0,070	0,670	0,366
	Psp28	7,0	1,000	0,670	37,705*	-0,493	0,615	1,000
Середнє значення		5,50± 0,96	0,691± 0,130	0,602± 0,071	-	-0,129± 0,131	0,550± 0,072	0,487± 0,189
Середнє для трьох популяцій		5,67± 0,30	0,730± 0,19	0,619± 0,01	-	-0,159± 0,01	0,569± 0,01	0,551± 0,03
CPE								0,912

Примітка: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$ – достовірні відмінності між рівнем фактичної та теоретичної гетерозиготності

0,482 (Psp21) до 0,661 (Psp28), тоді як для вінницької популяції значення даного показника коливалися від 0,340 (Psp21) до 0,670 (Psp26).

Середні значення індексу *PIC* коливалися від 0,550 (вінницька популяція) до 0,581 (чернігівська популяція) та в цілому за всіма популяціями індекс *PIC* становив – 0,569, що свідчить про те, що обрана панель маркерів є достатньо поліморфною (*PIC* > 0,550).

Середні показники рівнів вірогідності виключення випадкового збігу алелів (*PE*)

для кожної з досліджуваних популяцій різнилися незначно і коливалися від 0,487 до 0,594 у вінницькій та херсонській популяціях, відповідно. Високе значення *PE* було зафіксовано для локусу Psp28 (1,000) херсонської та вінницької популяцій, що пояснюється наявністю у 100 % досліджуваних особин веслоноса лише гетерозиготних генотипів за вказаним ДНК-маркером. Низьке значення *PE* виявлено для локусу Psp21, яке становило 0,069 (Херсонська обл.), 0,096 (Вінницька обл.) та 0,153 (Чернігівська обл.) вказує на те, що даний локус загалом був найменш інформативним при дослідженні вітчизняних популяцій веслоноса. Значення комбінованої вірогідності виключення випадкового збігу алелів (*CPE*) в середньому для популяцій веслоноса становило 0,912, що вказує на 91,2 % інформативності обраної панелі мікросателітних маркерів ДНК. Для підвищення рівнів достовірності ДНК-аналізу досліджуваного виду в подальшому доцільним є розширення панелі інформативних мікросателітних ДНК-локусів веслоноса.

Висновки. У результаті мікросателітного ДНК-аналізу генетичної структури трьох популяцій веслоноса встановлено, що найбільш поліморфною була херсонська популяція (25 алельних варіантів), а найменш поліморфною – чернігівська популяція (21 алельний варіант).

Проведені дослідження з оцінки генетичного поліморфізму веслоноса свідчать про загальну подібність генетичних профілів українських популяцій веслоноса, що, очевидно, вказує на спільне походження маточних стад досліджуваного об'єкта аквакультури.

Згідно аналізу середніх показників рівнів гетерозиготності, для кожної з трьох українських популяцій зафіксовано факт переважання фактичної гетерозиготності (*Ho* = 0,730), над теоретичною (*He* = 0,619). Отримані результати індексу *Fis* відображають надлишок гетерозиготних генотипів у досліджуваних групах риб, що свідчить про збереження генетичного поліморфізму у штучних популяціях веслоноса на даному етапі відтворення в умовах аквакультури. Розраховані середні значення індексу *PIC* свідчать про те, що досліджувані локуси були достатньо поліморфними (P > 0,550).

Значення комбінованої вірогідності виключення випадкового збігу алелів (*CPE*) в середньому для популяцій веслоноса становило 0,912, що вказує на 91,2 % інформативності обраної панелі мікросателітних ДНК-маркерів.

Перспективи подальших досліджень. Отримані дані дають підстави для подальшого вивчення наявних племінних ресурсів веслоноса та їх порівняння з метою визначення ступеня генетичного споріднення між маточними стадами різних господарств, оцінки рівня інбридингу та уникнення зниження генетичного різноманіття даного виду в умовах сучасної аквакультури. Важливою передумовою генетичного управління процесами відтворення веслоноса є підвищення ефективності аквакультури та збільшення виробництва товарної харчової продукції.

Література

1. Третяк, О. М. Аналіз генетичної структури груп веслоноса за окремими генетико-біохімічними системами / О. М. Третяк, С. І. Тарасюк // Рибогосподарська наука України. - 2011. - № 1. – С. 50-57.
2. Mims, S. Aquaculture of Paddlefish in the United States Aquat / S. Mims// Living Resour.- 2001. – 14. – P. 391–398.
3. Pikitch E. Status, trends and management of sturgeon and paddlefish fisheries / E. Pikitch, P. Doukakis, l. Lauck, P. Chakraborty, D.L. Erickson // Fish Fish. – 2005. – 6.– P. 233-265.

4. Третяк О.М. Система науково обґрунтованого розвитку аквакультури веслоноса в Україні/ Третяк О.М. // Рибогосподарська наука України. – 2010. – № 2. – С. 3–25.
5. Курта Х.М. Ідентифікація алельних варіантів мікросателітної ДНК веслоноса (Polyodon spathula)/ Х.М. Курта, О.О. Малишева, Б.О. Грішин та ін. // Біоресурси і природокористування України. – 2017. – Том 9. - № 5-6. Доступ за посиланням.
6. Kaczmarczyk D. Assemblage of spawning pairs of farmed American paddlefish based on their individual genetic profiles – a new tool in managing of the broodstock`s gene pool / D. Kaczmarczyk, M. Luczynski, R. Kolman / Summary document of Aquaculture Eurupe. – 2008 – P. 36-37.
7. Тимошкина Н.Н. Молекулярно-генетические маркеры в исследовании внутри-и межвидового полиморфизма осетровых рыб (Acipenseriformes) / Н.Н. Тимошкина, Д.И.Водолажский, А.В. Усатов // Экологическая генетика. – 2010.–Т.8. – №1. – С. 12–24.
8. Chistiakov D.A. Microsatellites and their genomic distribution, evolution, function and applications: A review with special reference to fish genetics/ D.A. Chistiakov, B. Hellemans, F.A.M. Volckaert // Aquaculture. - 2006. - № 255 (1-4). – P. 1-29.
9. Мухина Ж. М. Молекулярные маркеры и их использование в селекционно-генетических исследованиях / Ж. М. Мухина, Е.В Дубина // Научный журнал КубГАУ. 2011, №66.- С. 97-107.
10. Heist E.J Genetic Structure in Paddlefish Inferred from DNA Microsatellite Loci / E. J. Heist, A. Mustapha// Transactions of the American Fisheries Society. – 2008. – Vol. 137, Iss. 3. – P. 909–915. 15.
11. Wirgin I. I Molecular analysis in the conservation of sturgeons and paddlefish / I. I. Wirgin, J. E. Stabile, J. R. Waldman // Environmental Biology of Fishes. – 1997. – V. 48(1). – P.385-398.
12. Dudu A. Nuklear Markers of Danube Sturgeons Hibridization // A. Dudu, R. Suciu, M. Parashiv [et all] / Melecular Sciences. – 2011. – 12. - P. 6796-6809.
13. May B. Genetic variation at microsatellite loci in sturgeon: primers sequence homology in Acipenser and Scaphirhynchus / B. May, C.C. Krueger, H.L. Kincaid // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 1997. – 54. – P. 1542–1547.
14. Kaczmarczyk D. Polymorphism of microsatellite loci – a tool in studying biodiversity of paddlefish aquaculture broodstock // Kaczmarczyk D., Kohlmann K., Kersten P. Kaczmarczyk, M. Luczynski / Environmental Biotechnology. – 2007. - № 3. – P. 44–48.
15. Zheng X., Schneider K., Lowe J.D., Gomelsky B., Mims S.D., Bu S.. Genetic structure among four populations of paddlefish, Polyodon spathula (Actinopterygii: Acipenseriformes: Polyodontidae),based on disomic microsatellite markers / X. Zheng, K. Schneider, J.D. Lowe, B. Gomelsky, S.D. Mims, S Bu //. Acta Ichthyol. Piscat. – 2014. – 44 (3). – P. 213–219.
16. Carter M. J., Milton I. D. An inexpensive and simple method for DNA purifications on silica particles/ M. J. Carter, I. D. Milton // Nucleic Acids Res. 1993. - Vol. 21. – P. 1044-1046.
17. Курта Х.М. Оптимізація умов полімеразної ланцюгової реакції для дослідження мікросателітної ДНК веслоноса (Polyodon spathula) / Х.М. Курта, О.О. Малишева, В.Г. Спиридонов // Біологія тварин. – Львів, 2017. – Т 19. - № 2. – С. 56-63.
18. Wright S. The genetical structure of populations / Wright S.// Ann. Eugethcs. - 1951. - № 15. – P. 323-354.
19. Kalinowski S.T. Revising how the computer program CERVUS accommodates genotyping error increases success in paternity assignment / Kalinowski S.T., M.L. Taper, T.C. Marshall // Molecular Ecology. – 2007. – vol. 16, N. 5. – P. 1099-1106.
20. Marshall T.C. Statistical confidence for likelihood-based paternity inference in natural populations / T.C. Marshall [et al] // Mol.ecol. – 1998. – P. 639-655.
21. Peakall R. GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research / R. Peakall, P.E. Smouse // Molecular Ecology Notes. – 2006. – Vol. 6. – P. 288–295.

References

1. Tretiak, O.M., Tarasiuk S.I. (2011) Analiz henetychnoi struktury hrup veslonosa za okremymy henetyko-biokhimichnymy systemamy. Rybohospodarska nauka Ukrainy, 1, 50-57.
2. Mims, S. (2001) Aquaculture of Paddlefish in the United States Aquat. Living Resour, 14, 391–398.
3. Pikitch E., Doukakis P., Lauck I., P. Chakraborty, D.L. Erickson (2005) Status, trends and management of sturgeon and paddlefish fisheries. Fish Fish, 6, 233-265.
4. Tretiak O.M. (2010) Systema naukovo obgruntovanoho rozvytku akvakultury veslonosa v Ukraini. Rybohospodarska nauka Ukrainy, 2, 3–25.

5. Kurta K.M., Malysheva O.O., Grishyn B.O., Getia A.A., Babenko V.I. Shynkarenko L.M., Spyrydonov V. H. (2017) Identyfikatsiia alelnykh variantiv mikrosatelitnoi DNK veslonosa (Polyodon spathula). Bioresursy i pryrodokorystuvannia Ukrainy, T. 9, 5-6. Dostup za posylanniam. http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/article/view/9590
6. Kaczmarczyk D. Luczynski M., Kolman R. (2008) Assemblage of spawning pairs of farmed American paddlefish based on their individual genetic profiles – a new tool in managing of the broodstock`s gene pool. Summary document of Aquaculture Eurupe, 36-37.
7. Tymoshkyna N.N. Vodolazhskyy D.Y., Usatov A.V. (2010) Molekulyarno-henetycheskye markery v yssledovanyy vnutry-y mezhvydovoho polymorfyzma osetrovykh ryb (Acipenseriformes). Эkolohycheskaya henetyka, V.8 (1), 12–24.
8. Chistiakov D.A., Hellemans B., Volckaert F.A.M. (2006) Microsatellites and their genomic distribution, evolution, function and applications: A review with special reference to fish genetics. Aquaculture. № 255 (1-4). 1-29.
9. Muhina Zh. M. Dubina E.V Molekulyarnyie markeryi i ih ispolzovanie v selektsionno-geneticheskih issledovaniyah / Zh. M. Muhina, // Nauchnyiy zhurnal KubGAU. 2011. 66. 97-107.
10. Heist E.J, Mustapha A. (2008) Genetic Structure in Paddlefish Inferred from DNA Microsatellite Loci. Transactions of the American Fisheries Society, 137, iss. 3, 909–915.
11. Wirgin I. I., Stabile J. E., Waldman J. R. (1997) Molecular analysis in the conservation of sturgeons and paddlefish. Environmental Biology of Fishes. 48(1), 385-398.
12. Dudu A, Suciu R., Parashiv M., Georgescu S.E., Costache M., Berrebi P. (2011) Nuklear Markers of Danube Sturgeons Hibridization. Melecular Sciences, 12, 6796-6809.
13. May B., Krueger C.C., Kincaid H.L. (1997) Genetic variation at microsatellite loci in sturgeon: primers sequence homology in Acipenser and Scaphirhynchus. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 54, 1542–1547.
14. Kaczmarczyk D., Kohlmann K., Kersten P., Luczynski M. (2007) Polymorphism of microsatellite loci – a tool in studying biodiversity of paddlefish aquaculture broodstock. Environmental Biotechnology, 3, 44–48.
15. Zheng, X., Schneider, K., Lowe, J. D., Gomelsky, B., Mims, S. D., Bu, S. (2014). Genetic structure among four populations of paddlefish, Polyodon spathula (Actinopterygii: Acipenseriformes: Polyodontidae), based on disomic microsatellite markers. Acta Ichthyol. Piscat. 44 (3): 213–219.
16. Carter M. J., Milton I. D. (1993) An inexpensive and simple method for DNA purifications on silica particles. Nucleic Acids Res, 21, 1044—1046.
17. Kurta Kh.M. Malysheva O.O., Spyrydonov V.H. (2017) Optymizatsiia umov polimeraznoi lantsiuhovoi reaktsii dlia doslidzhennia mikrosatelitnoi DNK veslonosa (Polyodon spathula). Biolohiia tvaryn, 19, № 2, 56-63.
18. Wright S. (1951) The genetical structure of populations. Ann. Eugethcs 15: 323-354.
19. Kalinowski S.T., M.L. Taper, T.C. Marshall (2007) Revising how the computer program CERVUS accommodates genotyping error increases success in paternity assignment. Molecular Ecology, 16, 5, 1099-1106.
20. Marshall T.C. et al (1998) Statistical confidence for likelihood-based paternity inference in natural populations. Mol.ecol, 639-655.
21. Peakall R., Smouse P.E. (2006) GENALEX 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. Molecular Ecology Notes, 6, 288–295.

SUMMARY

Kh. Kurta, O. Malysheva, V. Spyrydonov. *Comparative analysis of genetic structure of ukrainian paddlefish (polyodon spathula) populations // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.193–201. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.025*

The comparative analysis of the genetic structure of three paddlefish populations was carried out by using microsatellite DNA markers. As the result, Kherson population (25 allelic variants) was the most polymorphic, and the least polymorphous was Chernihiv population (21 allelic variants). It was identified that the maximum number of alleles per locus (Na) at 6,25 was for the population from Kherson region, and the minimum Na at 5,25 was for the population from Chernihiv region. According to the analysis of levels of heterozygosity for each of three Ukrainian populations, it was determined the

predominance of the observed heterozygosity (Ho = 0,730), over the expected heterozygosity (He = 0.619). The mean values of fixation index (Fis) ranged from Fis = -0,176 (Chernihiv population) to Fis = -0,129 (Vinnytsia population), indicating the high level of the genetic polymorphism in paddlefish artificial populations under aquaculture conditions. The mean values of PIC index indicated that the investigated loci were polymorphic (P>0,550). The mean combined probability of exclusion (CPE) for the paddlefish populations was 0,912, which indicates 91,2% of the information content of the panel of analyzed microsatellite DNA markers.

Keywords: *paddlefish, microsatellites, DNA markers, loci, allele, heterozygosity, polymorphism, genetic structure*

АННОТАЦИЯ

К. Н. Курта, О. А. Малышева, В. Г. Спиридонов. *Сравнительный анализ генетической структуры веслоноса (polyodon spathula) украинских популяций // Биоресурсы и природопользование. – 2018. –* ***10****, №3–4. – С.193–201. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.025*

Проведен сравнительный анализ генетической структуры трех популяций веслоноса по микросателлитным ДНК-маркерами и, что наиболее полиморфной была херсонская популяция (25 аллельных вариантов), а наименее полиморфной - черниговская популяция (21 аллельных вариантов). Максимальное значение количества аллелей на локус (Na), было установлено для популяции Херсонской обл. – 6,25, а минимальное – 5,25 – для популяции Черниговской обл. Согласно анализа уровней гетерозиготности, для каждой из трех украинских популяций зафиксировано преобладание фактической гетерозиготности (Ho = 0,730), над теоретической (He = 0,619). Средние значения индекса фиксации (Fis) колебались от Fis = -0,176 (черниговская популяция) до Fis = -0,129 (винницкая популяция), что свидетельствует о сохранении генетического полиморфизма в искусственных популяциях веслоноса в условиях аквакультуры. Рассчитанные средние значения индекса PIC свидетельствуют о том, что исследуемые локусы были достаточно полиморфными (P > 0,550). Значение комбинированной вероятности исключения случайного совпадения аллелей (CPE) в среднем для популяций веслоноса составило 0,912, что указывает на 91,2 % информативности выбранной панели микросателлитных ДНК-маркеров.

Ключевые слова: *веслонос, микросателлиты, ДНК-маркеры, локус, аллель, гетерозиготность, полиморфизм, генетическая структура*

УДК 606:62:639.3:639.212

ВПЛИВ ЗАСТОСУВАННЯ ПРЕПАРАТІВ «АНАЛЬЦИМ-SI» ТА «СПОРО-ЛЕКС» НА ПОКАЗНИКИ НЕСПЕЦИФІЧНОЇ РЕЗИСТЕНТНОСТІ ПТИЦІ

О. В. МАЧУСЬКИЙ, *старший науковий співробітник, кандидат ветеринарних наук*
E-mail: dr.machuskyy@yahoo.com
В. О. УШКАЛОВ, *директор, доктор ветеринарних наук, професор*
Українська лабораторія якості і безпеки продукції АПК
E-mail: ushkalov63@gmail.com
М. В. СКРИПКА, *доктор ветеринарних наук, професор кафедри нормальної і патологічної анатомії та патофізіології*
Одеський державнийо аграрний університет
E-mail: marina.skripka.70@ukr.net
В. Л. КОВАЛЕНКО, *доктор ветеринарних наук, старший науковий співробітник, завідувач сектору розробки нормативно-правової бази з питань біобезпеки*
Державний науково–контрольний інститут біотехнології і штамів мікроорганізмів
E-mail: kovalenkodoktor@gmail.com
В. А. МАЧУСЬКА, *кандидат ветеринарних наук, завідувач Лабораторії методів оцінки якості та безпечності продукції бджільництва,*
ННЦ «Інститут бджільництва ім. П. І. Прокоповича»
E-mail: k.victoriya2012@gmail.com
АЛЬ–БКУР ТАРЕК ЯХЙА, *здобувач вищої освіти ступеня доктора філософії денної форми навчання,*
Полтавська державна аграрна академія
E-mail: vetbio@i.ua

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.026

Представлена інформація щодо дослідження неспецифічної резистентності птиці за застосування ветеринарних препаратів «Анальцим-Si» та «Споро-лекс». Встановлено, що досліджувані препарати у рівній мірі достовірно підвищують кількість еритроцитів в крові птиці. Кількісне визначення рівня гемоглобіну в крові дослідних та контрольної груп птиці вказують на його достовірне підвищення в обох дослідних групах відповідно до контролю.

Доведено, що препарати «Анальцим-Si» та «Споро-лекс» під час застосування достовірно підвищують рівень БАСК та фагоцитарної активності лейкоцитів крові птиці і відсутність змін у фагоцитарній активності лейкоцитів під час застосування препарату «Анальцим-Si».

Отримані результати із визначення впливу препаратів «Анальцим-Si» та «Споро-лекс» на лізоцимну активність сироватки крові птиці дають можливість стверджувати, що обидва препарати в рівній мірі впливають на даний показник, підвищуючи опірність організму.

Ключові слова: *чорнозем типовий, агрохімічні показники ґрунту, добрива, обробіток ґрунту*

Актуальність. Деякі вчені вказують на те, що монтморилонітові наноструктурні глини володіють високими сорбційними властивостями і їх застосування у птахівництві дозволяє покращити засвоєння корму та знизити вплив шкідливої мікрофлори на шлунково-кишкову систему птиці.

За особливостями будови, хімічним складом і фізико-хімічними властивостями виділяють три групи природних мінеральних сорбентів: дисперсні кремнеземи, шаруваті та шарувато-стрічкові силікати, каркасні силікати (цеоліти) [1–3].

Дисперсні кремнеземи мають осадочне походження. Вони на 60–95 % складаються з аморфного SiO_2. Шаруваті та шарувато-стрічкові силікати за особливостями пористої структури можна розділити на три типи: шаруваті силікати з коміркою, що розширюється (основні представники – монтморилоніт і вермикуліт), шаруваті силікати з жорсткою структурною коміркою (каолініт, гідрослюда, глауконіт, пірофіліт, тальк), шарувато-стрічкові силікати (палигорськіт, сепіоліт). У групі каркасних силікатів, характеризуючи їх на основі адсорбційних та іонообмінних властивостей, необхідно перш за все виділити цеоліти й споріднені їм мінерали содаліт-скаполітканкринітової групи [1, 3].

Мета – дослідити ефективність та вплив на неспецифічну резистентність організму птахів за застосування ветеринарних препаратів «Анальцим-Si» та «Споро-лекс».

Матеріали та методи дослідження. Препарат «Анальцим-Si» являє собою монтморилонітову породу Володимирецького містородовища. Фракція породи складає від 0,01 мм до 5 мм. Пробіотик «Споро-лекс» – це суміш пробіотичних культур Bacillus licheniformis VK-25 та Bacillus subtilis MK-3 на природному стандартизованому сорбенті (монтморилонітовій породі Володимирецького містородовища). 1 гр продукту містить: Bacillus licheniformis VK-25 не менше ніж 10^6 КУО, Bacillus subtilis MK-3 не менше ніж 10^6 КУО, природний сорбент (монтморилонітова порода) – до 1 гр.

Дослідження препаратів «Анальцим-Si» та «Споро-лекс» визначали в лабораторних умовах, а ефективність препарату «Споро-лекс» – у польових.

Вивчення неспецифічної резистентності для птиці проводили на курях-несучках 130 добового віку кросу Ломан браун (n = 30). Одночасно тварин було розділено на три групи по десять голів за принципом аналогів. Птицю утримували у віварії Державного науково-контрольного інституту біотехнології і штамів мікроорганізмів (м. Київ) за мікрокліматичних умов згідно нормативів. До початку експерименту птицю утримували протягом 5 діб для адаптації. Годівля тварин здійснювалася двічі на добу комбікормом ПРАТ «Агрофірма Березанська птахофабрика», птиця мала постійний доступ до чистої питної води.

Птиця першої групи отримувала комбікорм, до якого додавали 2 % «Анальцим-Si» (20 гр препарату на кілограм корму). Птиця другої дослідної групи отримувала комбікорм, до якого додавали 2 % препарату «Споро-лекс» (20 гр препарату на кілограм корму). Третя група – контрольна отримувала звичайний корм [7, 9].

До початку досліджень, а також на 7, 14 та 28 добу птицю зважували, відбирали кров на дослідження. Кров досліджували за наступними показниками: кількість еритроцитів, вміст гемоглобіну, БАКС, фагоцитарна активність лейкоцитів, лізоцимна активність крові. Гематологічні, біохімічні та імунологічні показники крові досліджували загальноприйнятими методами [4–6, 8–10].

На 27 добу досліду провели патологоанатомічне дослідження птиці із усіх груп на предмет дослідження прохідності шлунково-кишкового тракту.

Клінічні дослідження проводились згідно з етичними принципами Європейської конвенції про захист хре-

бетних тварин, що використовуються для дослідних та інших наукових цілей (Страсбург, 18 березня 1986 р.) [7].

Результати та їх обговорення. У результаті визначення динаміки змін кількості еритроцитів у крові дослідної та контрольної груп птиць встановлено, що у дослідних групах 1 та 2 достовірно підвищувався їх рівень (рис. 1) у порівнянні із контролем – рівень ймовірності відповідно 99,8 % та 99,9 %.

Між тим слід зазначити, що достовірної різниці між дослідними групами 1 та 2 не спостерігалося – рівень ймовірності – менше або дорівнює 64 %. Дослідні препарати «Анальцим-Si» та «Споро-лекс» у рівній мірі достовірно підвищують кількість еритроцитів в крові птиці.

Результати кількісного визначення рівня гемоглобіну у крові дослідної та контрольної птиці (рис. 2) вказують на достовірне підвищення рівня гемоглобіну в обох дослідних групах відповідно до контролю. Рівень ймовірності склав 99,6 % для дослідної групи 1 та 99,9 % – для групи 2.

Необхідно зазначити, що достовірної різниці у підвищенні рівня гемоглобіну між групами 1 та 2 не спостерігалося (ймовірність менше або дорівнює 64 %), що вказує на однакове підвищення рівня гемоглобіну у крові птиці даних груп. Схожість динамік кількості еритроцитів та рівнів гемоглобіну у групах птиці спонукала до визначення залежності між динаміками збільшення еритроцитів та рівнів гемоглобіну у всіх трьох групах птиці шляхом розрахунку коефіцієнту кореляції (r).

Разом із тим встановлено, що коефіцієнт кореляції між динамікою кількості еритроцитів та динамікою рівня гемоглобіну у дослідній групі 1 склав 0,99; у дослідній групі 2 – 0,99; у контрольній групі – 0,96.

Отримані дані вказують на високий рівень залежності між динаміками кількості еритроцитів та рівнями гемоглобіну у всіх групах птиці. Тому можна стверджувати, що достовірне підвищення рівня гемоглобіну в дослідних групах 1 та 2 відбувалося за рахунок достовірного підвищення кількості еритроцитів в крові птиці даних груп. Даний феномен пов'язуємо із вмістом в монтморилонітовій породі гематиту, що індукує еритропоез.

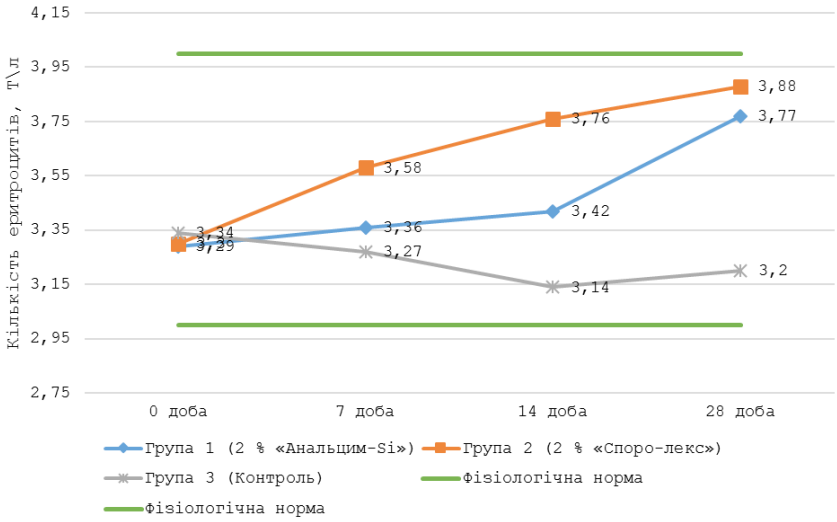


Рис. 1. Динаміка кількості еритроцитів у крові птиці у разі застосування препаратів «Анальцим-Si» та «Споро-лекс», (n = 30)

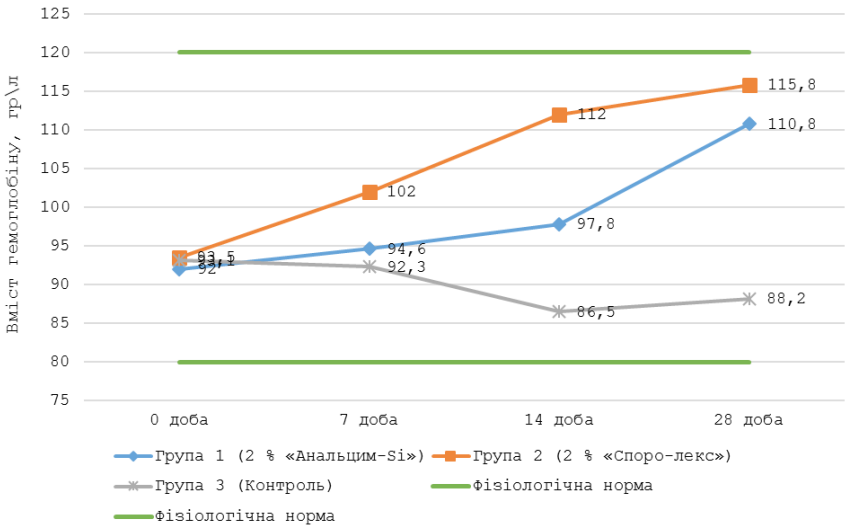


Рис. 2. Динаміка вмісту гемоглобіну у крові птиці у разі застосування препаратів «Анальцим-Si» та «Споро-лекс», (n = 30)

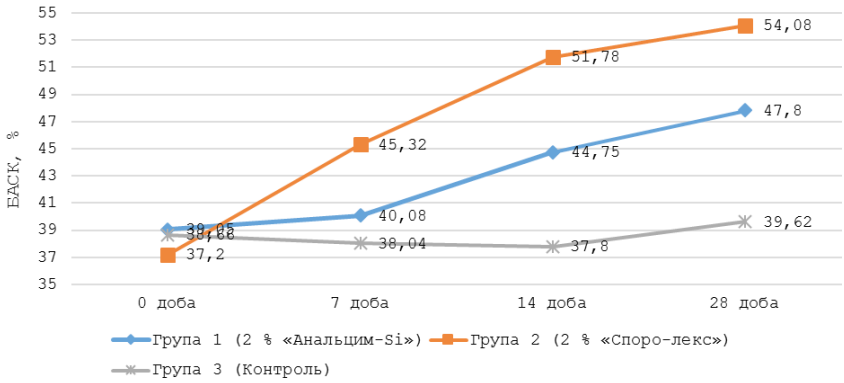


Рис. 3. Динаміка бактерицидної активності сироватки крові птиці у разі застосування препаратів «Анальцим-Si» та «Споро-лекс», (n = 30)

За проведення біохімічних досліджень крові птахів встановлено, що у птиці в дослідних групах 1 та 2 достовірно підвищувалася БАСК у порівнянні із контрольною групою. При цьому в групі 1 на 28 добу досліду вона склала (47,8 ± 2,1) % у порівнянні із (39,05 ± 0,9) % на початку досліду, а в групі 2 – (37,2 ± 0,9) % на початку досліду та (54,08 ± 2,42) % – на 28 добу досліду (рис. 3). Необхідно зазначити, що достовірної різниці між підвищенням БАСК у птиці 1 та 2 групи не спостерігалося.

Рівень ймовірності між цими групами дорівнював або був менший за 87 %. Експериментально доведено, що препарати «Анальцим-Si» та «Споро-лекс» достовірно підвищують рівень БАСК птиці.

У результаті вивчення динаміки фагоцитарної активності лейкоцитів птиці під час застосування препаратів «Анальцим-

Si» та «Споро-лекс» зафіксовано її достовірне підвищення лише у групі 2 (у порівнянні з контролем) (рис. 4). Тим часом рівень ймовірності склав 99,7 %.

У групі 1, що отримувала препарат «Анальцим-Si» феномену підвищення фагоцитарної активності лейкоцитів не спостерігалося.

Щодо змін у динаміці фагоцитарного індексу лейкоцитів (Рис. 5) птиці, то тут спостерігалася схожа із фагоцитарної активності лейкоцитів залежність: лише у групі 2 було його достовірне підвищення у порівнянні із контролем (рівень ймовірності 99,9 %). А от у групі 1 рівень ймовірності підвищення

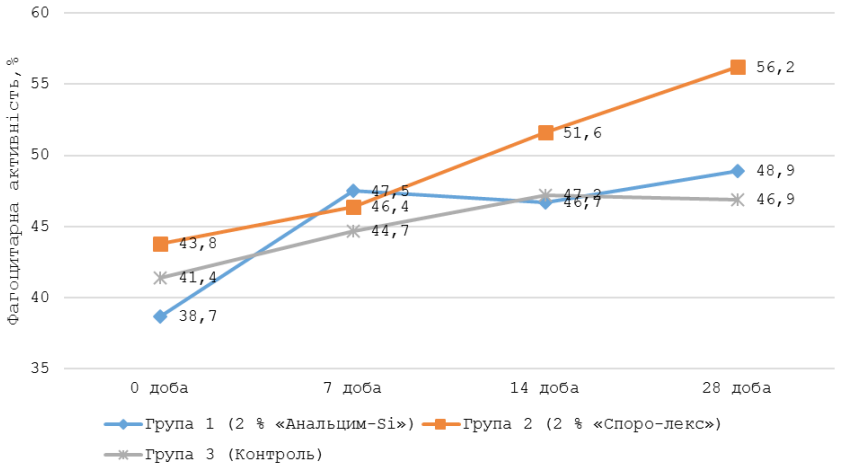


Рис. 4. Динаміка фагоцитарної активності лейкоцитів птиці у разі застосування препаратів «Анальцим-Si» та «Споро-лекс», (n = 30)

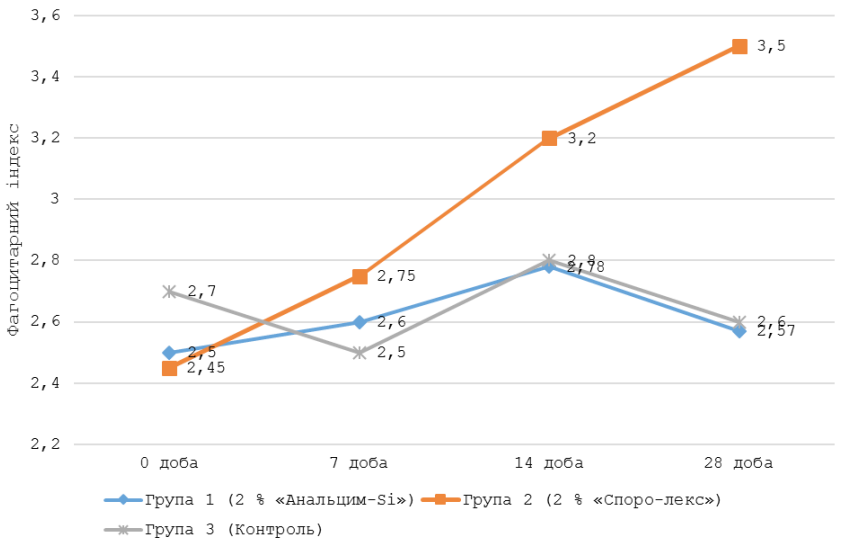


Рис. 5. Динаміка фагоцитарного індексу лейкоцитів птиці у разі застосування препаратів «Анальцим-Si» та «Споро-лекс», (n = 30)

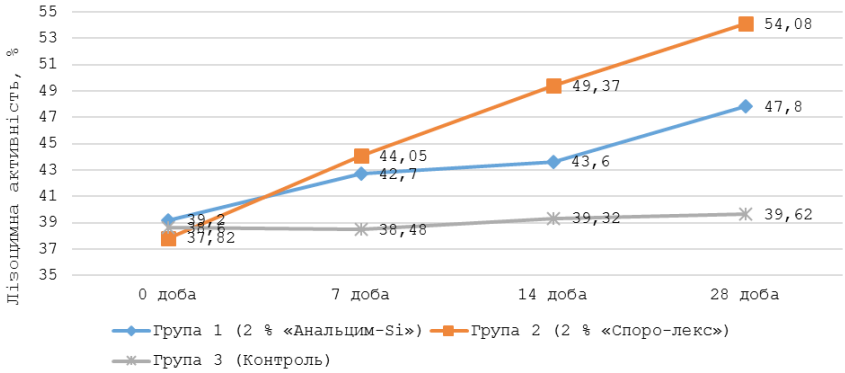


Рис. 6. Динаміка лізоцимної активності сироватки крові птиці у разі застосування препаратів «Анальцим-Si» та «Споро-лекс», (n = 30)

фагоцитарного індексу лейкоцитів у порівнянні із контролем був менший або дорівнював 64 %.

Визначення лізоцимної активності (рис. 6) (тест на мурамідазу) проводили із використанням тест-штаму Micrococcus lysodekticus. Отримані результати вказують на достовірне підвищення лізоцимної активності сироватки крові птиці 1 та 2 групи у порівнянні із контрольною птицею.

При цьому рівень ймовірності у групі 1 склав 98,7 %, а в групі 2 – 99,7 %. А от достовірної різниці між лізоцимною активністю сироватки крові у птиці 1 та 2 груп не спостерігалося (P ≤ 87%).

Таким чином, отримані результати із визначення впливу препаратів «Анальцим-Si» та «Споро-лекс» на лізоцимну активність сироватки крові птиці дають можливість стверджувати, що обидва препарати в рівній мірі впливають на даний показник, підвищуючи опірність організму.

Висновки

1. Встановлено, що за станом морфологічних та біохімічних показників крові доцільно застосовувати препарати «Анальцим-Si» та «Споро-лекс», як кормову біологічну добавку спрямованої адаптогенної та імунокорегуючої дії на відгодівлі птиці.

2. Експериментально доведено ефективність препаратів «Анальцим-Si» та «Споро-лекс» з метою підвищення неспецифічної резистентності організму тварин, застосування яких індукує підвищення кількості еритроцитів, бактерицидної активності сироватки крові, фагоцитарної активності лейкоцитів, лізоцимної активності сироватки крові.

Література

1. On additives for use in animal nutrition: Regulation (EC) № 1831/2003. Mode of access : http://irmm.jrc.ec.europa.eu/SiteCollectionDocuments/EC-1831-2003.pdf. Title from the screen.
2. Стандартизація досліджень при створенні пробіотиків / Г. В. Козловська та ін. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Ветеринарна медицина, якість і безпека продукції тваринництва. 2011. Випуск 167, ч. 1.
3. Мачуский А. В. Пробиотик «БИО-ЛЕКС». Инновационная технология в животноводстве / А. В. Мачуский. «Птахівництво 2013» : матеріали IX міжнародної конференції, м. Судак, 22-26 вересня, 2013 р. Асоціація «Союз птахівників України», 2013 р. С. 87-89.
4. Палфий Ф. Ю., Андрушкив М. И. и др. Иммунологические методы исследования в животноводстве Львов – 1987.

5. ГОСТ 31747-2012 Межгосударственный стандарт «Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиморфных бактерий)» – 2012.
6. Руководство по лабораторным животным и альтернативным моделям в биомедицинских исследованиях / Под ред. Н. Н. Каркищенко, С. В. Грачева. М.: Профиль 2С, 2010. 358 с.
7. Доклінічні дослідження ветеринарних лікарських засобів / За ред. І. Я. Коцюмбаса. Львів : Тріада плюс, 2006. 360 с.
8. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині : довід. / В. В. Влізло та ін.; за ред. В. В. Влізла. Львів : СПОЛОМ, 2012. С. 284–285.
9. Клінічні дослідження ветеринарних препаратів та кормових добавок / І. Я. Коцюмбас, І. Ю. Бісюк, В. М. Горжеєв, О. Г. Малик та ін.; за ред. І. Я. Коцюмбаса. Л.: ТОВ Видавничий дім «САМ», 2013. 252 с.
10. Комплексна оцінка впливу ветеринарних препаратів на морфофункціональний стан імунної системи: Методичні рекомендації / Коцюмбас І. Я., Коцюмбас Г. І., Голубій Є. М. та ін. Львів, 2009. 63 с.
11. Лабораторні методи дослідження у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник / В. В. Влізло, Р. С. Федорук, І. Б. Ратич та ін.; за ред. В. В. Влізла. Львів: Сполом, 2012. 764 с.

References

1. On additives for use in animal nutrition: Regulation (EC) No. 1831/2003. Available at: http://irmm.jrc.ec.europa.eu/SiteCollectionDocuments/EC-1831-2003.pdf. - Title from the screen.
2. Standartyzatsiya doslidzhen pry stvorenni probiotykiv / H. V. Kozlovs'ka [ta in.] // Naukovyy visnyk natsionalnoho universytetu bioresursiv y pryrodokorystuvannya Ukrayiny. Seriya: Veterynarna medytsyna, yakist i bezpeka produktsiyi tvarynnytstva. - 2011 r. - Vypusk 167, ch. 1.
3. Machuskyy A. V. Probyotyk «BIO-LEKS». Innovatsiyna tekhnolohiya v tvarynnytstvi / A. V. Machuskyy // «Ptakhivnytstvo 2013»: materialy IX mizhnarodnoyi konferentsyy, m. Sudak, 22-26 veresnya, 2013 r. - Asotsiatsiya «Soyuz ptakhivnikiv Ukrayiny», 2013 r. - S. 87-89.
4. Palfi F. YU., Andrushkiv M. I. ta in. Imunolohichni metody doslidzhennya v tvarynnytstvi (Metodychni rekomendatsiyi) Lviv - 1987.
5. GOST 31747-2012 Mizhderzhavnyy standart «Produkty kharchovi. Metody vyyavlennya ta vyznachennya kilkosti bakteriy hrupy kyshkovykh palychok (kolimorfnykh bakteriy) »- 2012.
6. Kerivnytstvo po laboratornym tvarynam i alternatyvnym modelyam v biomedychnykh doslidzhennyakh [Tekst] / Pod red. N. N. Karkishchenko, S. V. Hrachova. - M.: Profil 2S, 2010. - 358 s.
7. Doklinichni doslidzhennya veterynarnykh likarskikh zasobiv [Tekst] / Za red. I. Y. Kotsyumbas. - Lviv: Triada plyus, 2006. - 360 s.
8. Laboratorni metody doslidzhen u biolohiyi, tvarynnytstvi ta veterinarniy medytsyni [Tekst]: dovid. / V. V. Vlizlo [ta in.]; za red. V. V. Vlizla. - L'viv: SPOLOM, 2012. - S. 284-285.
9. Klinichni doslidzhennya veterynarnykh preparativ ta kormovykh dobavok / I. YA. Kotsyumbas, I. YU. Bisyuk, V. M. Horzheyev, O. H. Malyk [ta in.]; za red. I. YA. Kotsyumbas. - L .: TOV Vydavnychyy dim «SAM», 2013. - 252 s.
10. Kompleksna otsinka vplivu veterynarnykh preparativ na morfofunktsionalnyy stan imunnoyi systemy: Metodychni rekomendatsiyi / Kotsyumbas I. YA., Kotsyumbas H. I., Holubiy YE. M. ta in. - Lviv, 2009. - 63 s.
11. Laboratorni metody doslidzhennya u biolohiyi, tvarynnytstvi ta veterinarniy medytsyni: dovidnyk / V. V. Vlizlo, R. S. Fedoruk, I. B. Ratych ta in .; za red. V. V. Vlizla. - Lviv: Spolom, 2012. - 764 s.

SUMMARY

O. V. Machuskyy, V. O. Ushkalov, M. V. Skrypka, V. L. Kovalenko, V. A. Machuska, Al-Bcur Tarek Yajha. *Influence of application of «Analcim-Si» and «Sporo-Leks» on indicators of nonspecific resistance of poultry // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.202–210. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.026*

Some scientists point out that montmorillonite nanostructured clays possess high sorption properties and their application in poultry farming can improve the assimilation of feed and reduce the influence of harmful microflora on the gastrointestinal system of poultry.

The goal of the work to investigate the efficiency and influence on poultry the non-specific resistance the usage of

veterinary preparations "Analcim-Si" and "Sporo-leks".

The preparation "Analcim-Si" is a montmorillonite rock of the Volodymyrytske field. The fraction of the rock is from 0.01 mm to 5 mm. Probiotic "Sporo-leks" is a mix of probiotic cultures of Bacillus licheniformis VK-25 and Bacillus subtilis MK-3 on a natural standardized sorbent (montmorillonite rock of the Volodymyretske field). The efficiency of the veterinary preparations "Analcim-Si" and "Sporol-leks" was determined in laboratory, and the efficiency of the veterinary preparation "Sporo-leks" - in the field.

The study of efficiency for the poultry was carried out on chicken 130 days old cross Lohman Brown (n = 30). The bird of the first group got feed, which was added to 2% of "Analcim-Si" (20 grams of preparation per kilogram of food). Bird of the second experimental group got feed, which was added to 2% of the preparation "Sporo-leks" (20 grams of drug per kilogram of food). The third group - the control got regular food.

Hematological, biochemical and immunological parameters of blood were studied by generally accepted methods.

The results of the studies indicate a high level of correlation between the number of red blood cells and hemoglobin levels in all bird groups. Therefore, it can be argued that a significant increase in hemoglobin levels in experimental groups 1 and 2 was due to a significant increase in the number of red blood cells in the poultry blood of these groups. We associate this phenomenon with the content in the montmorillonite rock of hematite, which induces erythropoiesis.

It has been experimentally proved that the preparations of "Analcim-Si" and "Sporol-leks" significantly increase the level of BASK poultry.

Regarding changes in the dynamics of the phagocytic pox leukocyte index, there was a similar FAL-dependent relationship: only in group 2 was its significant increase compared with control (probability level 99.9%). But in group 1 the level of probability of increasing the phagocytic index of leukocytes in comparison with control was less than or equal to 64%.

Determination of lysozyme activity (muramidase test) was performed using the Micrococcus lysodekticus test strain. The obtained results indicate a significant increase in the lysozyme activity of blood serum of poultry 1 and 2 in comparison with control poultry, which makes it possible to assert - both preparations equally affect this indicator, increasing the resistance of the organism.

It is established that according to the state of morphological and biochemical parameters of blood, it is advisable to use the preparations "Analcim-Si" and "Sporo-leks" as a feed biological additive directed adaptogenic and immunocorrective action on poultry fattening.

Experimentally proved their efficiency increase in non-specific resistance of animals' organism, by increasing the number of erythrocytes, BASK, FAL, lysozyme activity of blood serum.

Keywords: *«Analcim-Si», «Sporo-leks», probiotic, efficiency, hematological and biochemical blood parameters, poultry*

АННОТАЦИЯ

А. В. Мачуский, В. А. Ушкалов, М. В. Скрипка, В. Л. Коваленко, В. А. Мачуская, Аль-Бкур Тарек Яйха. *Влияние применения препаратов «анальцим-si» и «споро-лекс» на показатели неспецифической резистентности птицы// Биоресурсы и природопользование. – 2018. – **10**, №3–4. – С.202–210. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.026*

Некоторые ученые отмечают, что наноструктурные глины монтмориллонита обладают высокими сорбционными свойствами, и их применение в птицеводстве может улучшить усвоение корма и уменьшить влияние вредной микрофлоры на желудочно-кишечную систему птицы.

Цель работы – исследование эффективности и влияния на неспецифическую резистентность птицы ветеринарных препаратов «Анальцим-Si» и «Споро-лекс».

Препарат «Анальцим-Si» представляет собой монтмориллонитовую породу Володымирецкого месторождения. Фракция породы составляет от 0,01 мм до 5 мм. Пробиотик «Споро-лекс» представляет собой смесь пробиотических культур Bacillus licheniformis VK-25 и Bacillus subtilis MK-3 на природном стандартизованном сорбенте (монтмориллонитовая порода Володымирецкого месторождения). В лабораторных условиях была определена эффективность ветеринарных препаратов «Анальцим-Si» и «Споро-лекс», а эффективность ветеринарного препарата «Споро-лекс» – в том числе и в полевых условиях.

Изучение эффективности для домашней птицы проводили на курах 130-дневного возраста кросса Lohman Brown (n = 30). Птица первой группы получала корм, в который было добавлено 2% «Анальцима-Si» (20 г препарата на килограмм корма). Птица второй экспериментальной группы получала корм, в который было добавлено 2% препарата «Споро-лекс» (20 г препарата

на килограмм корма). Третья группа – контроль получила обычный рацион.

Гематологические, биохимические и иммунологические параметры крови изучались общепринятыми методами.

Результаты исследований указывают на высокий уровень корреляции между количеством эритроцитов и уровнем гемоглобина во всех группах птицы. Поэтому можно утверждать, что значительное увеличение уровня гемоглобина в экспериментальных группах 1 и 2 объясняется значительным увеличением количества эритроцитов в крови птицы этих групп. Мы ассоциируем это явление с содержанием в монтмориллонитовой породе гематита, что вызывает эритропоэз.

Экспериментально доказано, что препараты «Анальцим-Si» и «Споро-лекс» значительно повышают уровень бактерицидной активности сыворотки крови домашней птицы.

Определение лизоцимной активности сыворотки крови проводили с использованием тест-штамма Micrococcus lysodekticus. Полученные результаты свидетельствуют о значительном увеличении лизоцимной активности сыворотки крови птицы групп 1 и 2 в сравнение с контрольной птицей, что позволяет утверждать – оба препарата одинаково влияют на этот показатель, увеличивая устойчивость организма.

Установлено, что в соответствии с состоянием морфологических и биохимических параметров крови целесообразно использовать препараты «Анальцим-Si» и «Споро-лекс» в качестве кормовой биологической добавки, направленных на адаптогенные и иммунокорректирующее действие для птицы.

Экспериментально доказано повышение их эффективности в неспецифической резистентности организма животных, путем увеличения количества эритроцитов, БАСК, ФАЛ, лизоцима активности сыворотки крови.

Ключевые слова: *«Анальцим-Si», «Споро-лекс», пробиотические, эффективность, гематологические и биохимические параметры крови, домашняя птица*

УДК 636.5.087.7:637.5'65.05:631.147

ЯКІСТЬ І БЕЗПЕЧНІСТЬ ОРГАНІЧНОЇ КУРЯТИНИ

М. Д. КУЧЕРУК, *кандидат ветеринарних наук, докторант*
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: kucheruk_md@nubip.edu.ua
https://orcid.org/0000-0002-8048-533X

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.027

Стаття присвячена комплексній оцінці м'яса курчат-бройлерів, вирощених за органічними нормами і правилами, без застосування профілактичних антибіотичних препаратів, гормонів, ферментів та інших хімічно синтезованих речовин, що містяться у традиційних комбікормах для курчат. Оскільки застосування профілактичних антибіотиків в годівлі тварин заборонено як Євросоюзом так і нормативними документами органічного законодавства України - виробники, які починають займатися птахівництвом часто стикаються з фінансовими втратами через низьку обізнаність у цій галузі та відсутність рекомендацій щодо методів і засобів профілактики захворювань птиці, дозволених у органічному сільському господарстві, зокрема за органічного вирощування птиці в Україні. В годівлі тварин були використані раціони, сформовані з органічних інгредієнтів, що підтверджено відповідними сертифікатами. У статті висвітлено результати досліджень проведених на спеціально створеному експериментальному майданчику з вирощування органічних курчат в умовах сертифікованого органічного господарства. Представлено дані щодо застосування, створеного нами, натурального профілактичного препарату – постбіотику, що складається з продуктів метаболізму симбіотичних мікроорганізмів. Оскільки досліджуваний препарат позитивно проявив свою профілактичну дію, було проведено дослідження щодо його впливу на якість отриманої продукції (м'яса птиці). Проведені дослідження показали відповідність якості м'яса за фізико-хімічним, мікробіологічним та токсикологічним складом вимогам органічного сертифікованого продукту та підтвердили його безпечність для вживання. Дегустаційна комісія також відзначила високі показники по смаку, аромату, соковитості різних груп м'язів органічних курчат та отриманого м'ясо-кісткового бульйону та з різних частин тушки. Встановлено позитивний вплив постбіотику на показники якості м'яса органічних курчат-бройлерів.

Ключові слова: *м'ясо курчат-бройлерів, органічна курятина, якість м'яса, постбіотик*

Актуальність. В умовах поступового погіршення екологічного стану навколишнього середовища, обумовленого нераціональною інтенсифікацією промисловості, перед Україною гостро постають питання виробництва й споживання екологічно чистих товарів, у першу чергу, для задоволення потреб населення країни. За останні десятиліття якість і безпечність продуктів харчування поступово відходили на другий план, поступаючись ціновій доступності для споживача. Однак кожен, хто дбає про своє здоров'я, намагається споживати кращі продукти, адже «ми є те, що ми їмо». Нажаль, м'ясо тварин, вирощених за інтенсивних технологій виробництва, не є корисним, вони страждають від ожиріння, хвороб, неможливості задоволення при-

родніх потреб і негуманного ставлення. Часто це м'ясо є небезпечним через уміст антибіотиків, пестицидів тощо. Із продукцією птахівництва хімікати, які застосовуються на фермах, потрапляють в організм людини (Grashorn M.A., Serini C., 2006, www.ifoam.org).

Разом з тим, попит на «чисту» продукцію провокує збільшення обсягів виробництва і розширення органічних фермерських господарств.

Органічні продукти харчування не містять шкідливих інгредієнтів, а, отже, є більш здоровими для споживачів, ніж традиційні. Довіра до їх якості переважно ґрунтується на вимогах сертифікаційних органів до ведення органічного господарювання (Жуковський М. О., 2011). Доступ до вигульних майданчиків, заборона компонентів кормів із ГМО та синтетичних кормових добавок, органічні інгредієнти корму тощо. Задоволення 5 свобод щодо благополуччя птиці також є важливим чинником для забезпечення її здоров'я, гарного імунітету та продуктивності.

На якість курячого м'яса, смакові властивості та його хімічний склад впливає багато факторів:

- спадкові (вид, порода, лінія, крос), стать і вік;
- належний санітарно-гігієнічний стан пташників, обладнання, інвентарю;
- зоогігієнічні параметри мікроклімату (вентиляція, освітлення, температурні і вологісні режими, тощо) (Кучерук М. Д., Засєкін Д.А., 2017);
- відповідність будівельних матеріалів, дотримання вимог до проектування, розташування і будівництва пташника;
- наявність вигульних майданчиків, інсоляції та моціону птиці;
- дія стрес-факторів,
- ефективність дезінфекції, дезінсекції, дератизації;
- якість і кількість підстилки;
- збалансованість раціону, кратність годівлі й напування, якість кормів (Mugnai, C.; Mattioli, S.; et al., 2016)
- застосування профілактичних чи лікувальних препаратів тощо.

Оскільки застосування профілактичних антибіотиків заборонено нормативними документами органічного законодавства України – виробники, які починають займатися птахівництвом, часто стикаються з фінансовими втратами через низьку обізнаність у цій галузі та відсутність рекомендацій щодо методів і засобів профілактики захворювань птиці, дозволених у органічному сільському господарстві, зокрема за органічного вирощування птиці в Україні.

Тема пошуку безпечних натуральних препаратів для профілактики захворювань тварин за органічного способу їх вирощування є пріоритетною, актуальною і невідкладною, через невисоку рентабельність органічного виробництва.

Щоб допомогти органічним фермерам зробити виробництво продукції птахівництва рентабельним необхідна наукова складова. Групою вчених з НУБіП України було проведено серію експериментальних робіт із дослідження безпечних і натуральних замінників антибіотиків, які традиційно застосовують під час вирощування курчат-бройлерів, для успішного розвитку органічного тваринництва.

Постбіотики є побічними продуктами (метаболітами) симбіотичних мікроорганізмів. Таким чином, мікробіота, природно, вивільняє постбіотики, які, в свою чергу, допомагають регулювати склад мікробіоценозу організму господаря. Вони здатні модулювати імунну відповідь організму для відновлення імунного гомеостазу (Tsilingiri K, Barbosa T et al. 2012). Одним із перспективних напрямів створення постбіотиків є синегрічне поєднання: органічних кислот, (продукту життєдіяльності більшості лакобактерій); і бакте-

ріоцинів – антибіотики, отримані з біомаси пробіотичних бактерій.

На якості м'яса птиці позначаються також умови утримання (Castellini C., Mugnai C., 2002). Так, бройлери, вирощені в клітках, мають більш жирне м'ясо, ніж їх ровесники, яких утримують на підлозі, на глибокій підстилці. Утримання ж курчат із забезпеченням вільного вигулу моціону, зеленого пасовища, з ультрафіолетовим опроміненням сприяє збільшенню ліпідів і сухої речовини в м'язовій тканині, що покращує якість м'яса та його поживну цінність. Один із найбільш об'єктивних показників поживної цінності м'яса птиці – його хімічний склад (Романов Г., 2006). Не менш важливими є його смакові властивості, смак та аромат бульйону. Особливе значення в годівлі птиці має якість складників раціону (відсутність пестицидів, гербіцидів, мікотоксинів), а також рівень протеїну, обмінної енергії тощо.

Матеріали і методи. Дослідження проводилися в сертифікованому органічному господарстві, яке спеціалізується на виробництві овочів, ягід, прянощів, курячих яєць. На наше прохання в господарстві була створена експериментальний майданчик для вирощування курчат-бройлерів. Курчата містилися у спеціально побудованих дерев'яних будиночках, із використанням натуральних матеріалів, з локальним обігрівом (тепла підлога + інфрачервоні лампи), вентиляцією. Підстилка у приміщеннях для курчат була комбінованою. На теплих підлогах використовували марлевий матеріал, який міняли щотижня. На всій іншій поверхні підлоги використовували тирсу. Були обладнані окремі, вкриті травою і огороджені вигульні майданчики з годівницями і ніпельною системою напування. Також над пасовищем була натягнута сітка для захисту від хижого птаха. Були дотримані всі вимоги органічного законодавства.

Для визначення і порівняння ефективності розробленого нами профілактичного постбіотика в умовах органічного виробництва, за принципом аналогів із добових курчат-бройлерів кросу Кобб-500 було сформовано дві групи, по 50 голів у кожній.

- у першому приміщенні містилися контрольні курчата, які отримували органічний раціон без добавок.
- у другому – курчата отримували органічний корм, оброблений аерозолем, та постбіотик (розчин суміші 4 % молочної кислоти і бактеріоцини Нізіна) у кількості 0,05 г / кг корму.

Контроль зоотехнічних показників проводили подекадно за загальноприйнятими методиками. Досліджувалися показники динаміки приростів маси тіла, збереження поголів'я. Оцінку якості м'яса проводили після планового забою, на 81 добу життя курчат.

Усі проби м'язової тканини було перевірені на наявність токсичних речовин, важких металів. Для оцінки показників якості м'яса курчат-бройлерів, вирощених із дотриманням вимог органічного законодавства, проводилися: фізико-хімічні дослідження – масова частка вологи – ДСТУ ISO 1442:2005; масова частка жиру ДСТУ ISO 1443:2005; масова частка білку ГОСТ 25011-81. У лабораторії атомно-адсорбційної спектрофотометрії визначались токсичні елементи за ДСТУ ISO 15586:2012, ISO 15586:2003, IDT, ГОСТ 26930-86, ГОСТ 26929-94, ISO 11212-1:1977, ГОСТ 30178-96, ISO 11212-3:1977, ISO 8294:1994, ISO 11212-4:1977. Вказані дослідження проводились у випробувальному центрі державного науково-дослідного інституту з лабораторної діагностики та ветеринарно-санітарної експертизи.

Бактеріологічне дослідження м'язової тканини і паренхіматозних органів проводили по ГОСТу 7702.2–74, КМАФАнМ – ГОСТ 7702.2.1–95 та наявність патоген-

Рис. 1. Робота дегустаційної комісії

них і умовно-патогенних мікроорганізмів – ГОСТ 7702.2.3–93. Разом із бактеріоскопією мазків-відбитків проводили посіви на рідкі і щільні живильні середовища.

Визначення органолептичних показників та дегустаційна оцінка м'яса проводилась на базі НУБіП України.

Проби м'язової тканини з різних частин тіла (грудні та стегнові м'язи), було відібрано із тушок курчат-бройлерів (по 5) всіх дослідних і контрольної груп, та об'єднано у загальні проби, окремо для кожної групи. Органолептичні дослідження м'яса проводились через 24 години після забою.

Оцінювали зовнішній вигляд, колір, смак, запах (аромат), консистенцію, соковитість грудних та стегнових м'язів, а також м'ясо-кістковий бульйон та бульйон із грудних та стегнових м'язів.

Дегустаційна оцінка м'яса є важливим показником його якості. Дегустацією можливо виявити навіть відмінності смаку м'яса птиці окремих видів, ліній і кросів. Дегустаційну пробу проводили з метою встановлення впливу досліджуваних препаратів на якість м'яса та бульйону з різних частин тушки (грудні та стегнові м'язи). Бульйон оцінювали за такими критеріями: прозорість (колір), смак, запах (аромат), міцність (наваристість). Оцінювання проводилось за 5-бальною шкалою. За кожним показником і за групою виводився середній бал (ДСТУ 4823.1.2007, ДСТУ 4823.2.2007).

Результати досліджень та їх обговорення. Проведені випробування щодо наявності токсичних речовин та важких металів показало, що м'ясо від курчат дослідних груп відповідало чинним органічним нормам та було належної якості. Показники не перевищували гранично допустимих значень (табл. 4). Дослідження на наявність залишкових кількостей антибіотиків у м'ясі курчат не проводились, оскільки профілактичні антибіотики не застосовувались.

Найвищий уміст вологи відмічали у м'ясі курчат із контрольної групи, що є небажаним фактором, адже таке м'ясо має менший термін зберігання. Відповідно уміст сухої речовини був вищим в м'ясі курчат дослідної групи (рис. 2), що позитивно відобразилося на смакових якостях курятини.

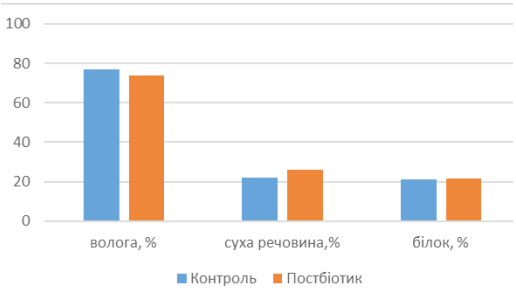


Рис. 2. Хімічний склад м'язової тканини органічних курчат–бройлерів, %, M ± m, n = 5

1. Хімічний склад м'язової тканини органічних курчат-бройлерів, %, M ± m, n = 5

Показник	Контроль	Постбіотик
волога, %	76,8 ± 0,21*	73,79 ± 0,39
суха речовина,%	22,04 ± 0,21	25,83 ± 0,09*
білок, %	21,01 ± 0,17	21,72 ± 0,23
жир,%	1,04 ± 0,05	2,01 ± 0,21*
зола,%	1,05 ± 0,01	1,16 ± 0,01
БЕР,%	1,40 ± 0,09	1,35 ± 0,04
Са,%	0,15 ± 0,01	0,09 ± 0,01
Р,%	0,22 ± 0,01	0,23 ± 0,01

Тут і далі * - p≤0,05 порівняно з контролем

На базі факультету ветеринарної медицини розпорядженням директора НДІ здоров'я тварин Засєкіна Д.А. №16 від 27 вересня 2017 р. створена міжкафедральна сенсорно-органолептична дегустаційна комісія (рис. 1). До її складу увійшли провідні експерти факультетів:

- ветеринарної медицини,
- харчових технологій та інженерії,
- тваринництва та водних біоресурсів

Дегустаційною комісією було відмічено більш насичений смак м'яса (табл. 6, 7).

Кількість білка в м'язовій тканині птиці контрольної та дослідних груп була практично однаковою і варіювала невірогідно. Уміст білку відповідав фізіологічній вгодованості курчат, і низький уміст жиру в пробах, за хімічного аналізу, узгоджувався з органолептичною оцінкою тушок курчат дослідної й контрольної груп.

Суттєві відмінності стосувалися умісту жиру у м'ясі курчат. У контролі цей показник був значно меншим, ніж в дослідній групі бройлерів.

Це, на нашу думку, пов'язано із недостатнім фізіологічним розвитком організму курчат (маса тіла, прирости та маса тушки курчат цієї групи були також найменшими), прогресуючим дисбактеріозом та кахексією деяких курчат з контрольної групи. Вміст жиру в м'ясі сприяє кращому прояву смакових властивостей, м'ясо має більш ніжний смак та аромат.

Застосування препарату профілактує виникнення захворювань птиці, сприяє гармонійному росту і розвитку курчат, також його дія відображається в підвищенні поживної цінності м'яса бройлерів, оскільки у м'язовій тканині тушок бройлерів піддослідної групи збільшився уміст жиру.

Отже постбіотик, виконуючи свою профілактичну функцію, покращує показник жирності хімічного складу курячого м'яса та сприяє кращій засвоюваності корму. Інші фізико-хімічні показники м'яса дослідних і контрольних курчат істотно не змінювались.

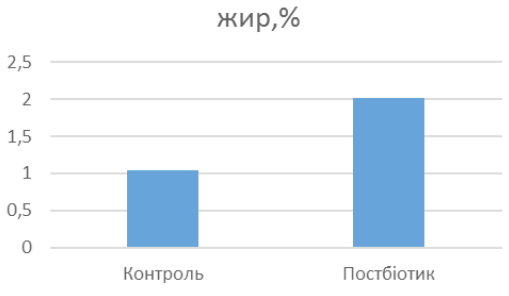


Рис. 3. Уміст жиру у м'язах органічних курчат–бройлерів, %, M ± m, n = 5

2. Фізико-хімічні та мікробіологічні показники якості м'яса органічних курчат-бройлерів, M ± m, n = 5

Показник / Дослідні групи	Кислотне число, мг КОН	Перекисне число, %	Патогенні мікроорганізми, сальмонели	КМАФАнМ, lg КУО/г
Контроль	0,80 ± 0,02	0,007 ± 0,001	не виділено	3,54 ± 0,04
Постбіотик	0,81 ± 0,02	0,007 ± 0,001	не виділено	3,03 ± 0,02
МДР	1	0,1	25	Не більше 5

3. Уміст токсичних, макро- і мікроелементів у стегнових м'язах органічних курчат-бройлерів, мг/кг M ± m, n = 5

Показник / Дослідні групи	Pb	Cd	Ar	Cu	Zn	Fe	Cr	Co	Mn
Контроль	0,29	0,002	0,002	1,41	13,09	9,87	0,22	0,11	0,325
Постбіотик	0,27	0,001	0,001	1,056	18,99	10,76	0,45	0,13	0,273

Такі показники, як кислотне та перекисне число м'яса, кількість патогенних мікроорганізмів та сальмонел, КМАФАнМ відповідало чинним нормам і не перевищувало максимально-допустимих рівнів (табл. 2).

Органолептичними дослідженнями м'яса встановлено: у всіх зразках поверхня тушок суха (вкрита кірочкою підсихання), блідо-рожевого кольору; підшкірного і внутрішнього жиру дуже мала кількість; серозна оболонка грудо-черевної порожнини волога, блискуча; м'язи на розрізі злегка вологі, не залишають вологої плями на фільтрувальному папері, блідо-рожевого кольору, пружної консистенції (ямка у разі натискування виповнювалась швидко), запах специфічний, властивий свіжому м'ясу птиці.

З мінеральних речовин найбільше у стегнових м'язах курчат-бройлерів міститься: цинку, заліза. Уміст цих елементів у стегнових м'язах курчат дослідної групи із застосуванням постбіотику був вищим, особливо цинку – на 31 %. Разом із тим, уміст заліза в грудних м'язах був вдвічі меншим у контрольній групі.

Крім того, в м'язовій тканині курей знаходиться, мг/кг: фосфору, натрій, калій, марганець, цинк, мідь. У незначних кількостях знайдені кобальт, свинець, кадмій, арсен, мідь, хром, марганець – різниця цих елементів у пробах м'яса від курчат дослідних груп була невірогідною.

Дегустаційною пробою було встановлено, що найкращі смакові якості має м'ясо одержане від курчат дослідної

4. Уміст токсичних, макро- і мікроелементів у грудних м'язах органічних курчат-бройлерів, M ± m, n = 5

Показник / Дослідні групи	Pb	Cd	Ar	Cu	Zn	Fe	Cr	Co	Mn
Контроль	0,29	0,003	0,077	0,55	6,75	10,1	0,027	0,09	0,327
Постбіотик	0,27	0,001	0,004	0,521	5,4	5,61	0,021	0,12	0,261

5. Уміст інсектицидів та інсектоакарицидів у м'язах органічних курчат-бройлерів, M ± m, n = 5

Показник / Дослідні групи	ГХЦГ мг/кг	ДДТ мг/кг	ДДВФ мг/кг	Карбофос мг/кг	Метафос мг/кг	Хлорофос мг/кг
Контроль	< 0,05	< 0,05	не виявлено (< 0,2)	не виявлено (0,2)	не виявлено (< 0,2)	не виявлено (< 0,2)
Постбіо-тик	< 0,05	< 0,05	не виявлено (< 0,2)	не виявлено (< 0,2)	не виявлено (< 0,2)	не виявлено (< 0,2)

6. Дегустаційна оцінка м'яса (грудні м'язи) органічних курчат-бройлерів (проба варіння), бал, M ± m, n = 5

Показник	Контроль	Постбіотик
Зовнішній вигляд	4,71±0,47	5,00±0,01
Колір	5,00±0,01*	4,62±0,74
Смак	4,35±0,75	4,71±0,49*
Запах, аромат	4,79±0,39	4,83±0,37
Консистенція	4,43±0,45	4,62±0,48
Соковитість	4,21±0,90	4,67±0,47*
Загальна оцінка	27,50±0,29	31,46±0,67*

групи, яким додавали до корма постбіотик: як грудні м'язи – 4,71 проти 4,35 – в контролі; так і стегнові – 4, 57 проти 4,28 – в контролі. Воно також отримало найбільшу загальну кількість балів (як грудні, так і стегнові м'язи). Достовірно м'ясо від курчат цієї групи було більш соковитим. За всіма показниками, окрім кольору, біле м'ясо (грудні м'язи) курчат дослідної групи переважало аналогічні показники м'яса курчат контрольної групи (табл. 6).

Щодо дегустаційної оцінки м'язів стегна – такі показники як зовнішній вигляд, колір та консистенція були недостовірно вищими у пробах контрольної групи. Запах (аромат) був достовірно кращим. Щодо соковитості м'яса, то вона була кращою у пробах м'яса курчат дослідної групи.

Під час проведення проби варіння встановлено, що бульйон у всіх випадках був прозорий, ароматний. Стороннього запаху і смаку не виявлено.

Як видно з наведеної таблиці перевагу за всіма показниками мали бульйони з м'яса курчат дослідної групи.

Отже, додавання до раціону постбіотику допомагає попередити захворювання курчат та дозволяє підвищити біологічну та харчову цінність курятини.

Разом з тим, важливим є те, що птиця вирощена в органічному господарстві з дотриманням засад гуманності та благополуччя тварин.

Наступним етапом досліджень є вирощування органічним способом м'ясо-яєчної птиці породи «Кучинська ювілейна» у органічному птахогосподарстві та порівняння якості отриманого м'яса з м'ясом курчат-бройлерів, що вирощуються на інтенсивних птахофабриках.

Лише за умови переходу на інноваційну модель розвитку підприємств тваринницької галузі, конструювання нових раціонів на основі природних складових рослинного походження і застосування натуральних

7. Дегустаційна оцінка м'яса (стегнові м'язи) органічних курчат-бройлерів (проба варіння), бал, M ± m, n = 5

Показник	Контроль	Постбіотик
Зовнішній вигляд	4,71 ± 0,49	4,64 ± 0,48
Колір	4,64 ± 0,48	4,48 ± 0,76
Смак	4,28 ± 0,76	4,57 ± 0,43
Запах, аромат	4,64 ± 0,47*	4,49 ± 0,5
Консистенція	4,40 ± 0,50	4,39 ± 0,49
Соковитість	3,93 ± 0,73	4,47 ± 0,46*
Загальна оцінка	26,61 ± 0,29	30,04 ± 0,57*

8. Дегустаційна оцінка бульйонів з м'яса органічних курчат-бройлерів, бал, M ± m, n = 5

Показник /група	Контроль	Постбіотик
Біле м'ясо	4,1 ± 0,43	4,2 ± 0,55
Червоне м'ясо	4,0 ± 0,34	4,2 ± 0,42
М'ясокістковий	4,1 ± 0,23	4,5 ± 0,25*

профілактичних препаратів можливе виробництво цінної органічної продукції, яку вживати безпечно і корисно.

Висновки

Постбіотик – профілактичний препарат, розроблений нами – позитивно впливає не тільки на збереженість птиці, а й на смакові якості м'яса курчат-бройлерів. Хоча слід зазначити, що обидві проби були одержані від курчат органічного вирощування й не значно відрізнялися за смаком. Наступна дегустаційна проба матиме на меті порівняти м'ясо промислових курчат-бройлерів та органічних.

Застосування препарату дозволяє уникнути застосуванню антибіотичних речовин при вирощуванні органічної птиці, виконує профілактичну функцію. Здорова птиця дає високу продуктивність, а годівля органічними кормами й доступ до вільного вигулу на пасовищі забезпечують високі смакові якості м'яса. Разом з тим, все вищеперераховане сприяє підвищенню поживної цінності м'яса бройлерів.

Уміст вологи в м'язовій тканині був більшим у контрольній групі, що є небажаним фактором. А більший уміст сухої речовини та жиру (на 50%) надав кращих смакових якостей м'ясу органічних курчат із дослідної групи.

Аромат м'яса дегустаційна комісія відзначила у м'ясі курчат контрольної групи, що узгоджується з хімічними дослідженнями, уміст БЕР у контрольних пробах був вищим.

Токсичних речовин та заборонених елементів у досліджуваному м'ясі виявлено не було.

Кислотне, перекисне число та КМАФАнМ було в межах норми. Патогенних мікроорганізмів та сальмонел не виділено.

Отже, м'ясо, отримане шляхом органічного вирощування курчат-бройлерів, має високу якість та смакові властивості, не містить у своєму складі небезпечних чи токсичних речовин, патогенних мікроорганізмів.

Література

1. Tsilingiri K, Barbosa T, Penna G, Caprioli F, Sonzogni A, Viale G, Rescigno M. Probiotic and postbiotic activity in health and disease: comparison on a novel polarised ex-vivo organ culture model. 2012 Feb 1.
2. International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM). Інтернет-ресурс: www.ifoam.org
3. Кучерук М.Д., Засєкін Д.А., Димко Р.О., Щербина О.А. Санітарно-гігієнічні умови утримання птиці за органічного вирощування як чинник продуктивності. Біоресурси і природокористування України. – 2017. - № 5-6. Том 9. http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/article/view/9605
4. Жуковський М. О. Виробництво органічної продукції як напрям підвищення конкурентноспроможності підприємств галузі птахівництва / М. О. Жуковський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. - 2011. - Вип. 73. Ч. 2. - С. 271-274.
5. Романов Г. Производство экологически чистой и санитарно безопасной продукции животноводства и кормов / Г. Романов, А. Мамонов // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2006. – № 11. – С. 41–42.
6. Mugnai, C.; Mattioli, S.; et al. 2016 Transfer of bioactive compounds from pasture to meat in organic free-range chickens By: Dal Bosco, A. POULTRY SCIENCE Volume: 95 Issue: 10 Pages: 2464-2471 Published: OCT
7. Castellini C., MugnaiC. 2002. Dal Bosco A. Effect of organic production system on broiler carcas and meat quality. Meat Sci. 60:219-225
8. Grashorn M.A., Serini C. 2006. Quality of chicken meat from conventional and organic poultry. Page 268 in Proc. 12th Eur. Poultry Conf., Verona, Italy.

References

1. Grashorn M.A., Serini C. (2006). Quality of chicken meat from conventional and organic poultry. Page 268 in Proc. 12th Eur. Poultry Conf., Verona, Italy.
2. International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM). Інтернет-ресурс: www.ifoam.org
3. Zhukovskyi M. O. (2011) Vyrobnytstvo orhanichnoi produktsii yak napriam pidvyshchennia konkurentnospromozhnosti pidpryiemstv haluzi ptakhivnytstva [Production of organic products as a way to increase the competitiveness of poultry industry enterprises] Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 73, 2, 271-274.
4. Kucheruk M.D., Zasiekin D.A., Dymko R.O., Shcherbyna O.A. (2017) Sanitarno-hihiienichni umovy utrymannia ptytsi za orhanichnoho vyroshchuvannia yak chynnyk produktyvnosti [Sanitary and hygienic conditions of poultry keeping for organic cultivation as a factor of productivity]. Bioresources and Nature Management of Ukraine, 5-6, 9. http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Bio/article/view/9605
5. Mugnai, C.; Mattioli, S.; et al. (2016). Transfer of bioactive compounds from pasture to meat in organic free-range chickens By: Dal Bosco, A. POULTRY SCIENCE , 95, 10, 2464-2471
6. Tsilingiri K, Barbosa T, Penna G, Caprioli F, Sonzogni A, Viale G, Rescigno M. (2012). Probiotic and postbiotic activity in health and disease: comparison on a novel polarised ex-vivo organ culture model. Gut, 61(7), 1007-15. doi: 10.1136/gutjnl-2011-300971.
7. Castellini C., MugnaiC. (2002). Dal Bosco A. Effect of organic production system on broiler carcas and meat quality. Meat Sci. 60, 219-225
8. Romanov H. (2006) Proizvodstvo ehkologicheski chistoj i sanitarno bezopasnoj produkcii zhivotnovodstva i kormov [Manufacture of environmentally friendly and sanitized products for livestock and feed] Feeding of farm animals and fodder production, 11, 41–42.

SUMMARY

M. D. Kucheruk . *Quality and safety of organic chicken meat // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.211–220. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.027*

The article is devoted to the comprehensive evaluation of broiler chicken meat grown according to organic norms and rules, without the use of prophylactic antibiotics, hormones, enzymes and other chemically synthesized substances contained in traditional mixed fodders for chickens. Since the use of prophylactic antibiotics in animal feeding is prohibited both by the European Union and by the normative documents of

the organic legislation of Ukraine - producers who start poultry farming are often faced with financial losses due to low awareness in this area and the lack of recommendations on methods and means of preventing bird diseases permitted in organic farming, in particular, in organic bird production in Ukraine. In animal feeding, rations made of organic ingredients have been used, which is confirmed by appropriate certificates. The article reflects the results of research conducted on a specially organized experimental site for the cultivation of organic chickens under certified organic farming. Data on the use of natural prophylactic preparation - postbiotics, consisting of metabolic products of symbiotic microorganisms - have been presented. As the test drug positively demonstrated its preventive effect, a study was conducted on its effect on the quality of the products obtained (poultry meat). The conducted researches have shown the correspondence of meat quality to the physico-chemical and toxicological composition with the requirements of the organic certified product and confirmed its safety for use. The tasting commission also noted high levels of taste, flavor, juiciness of various muscle groups of organic chickens and the resulting broth. The positive influence of postbiotics on the quality indices of organic broiler chickens has been established.

Keywords: *meat of broiler chickens, organic chicken meat, meat quality, postbiotic*

АННОТАЦИЯ

М. Д. Кучерук. *Качество и безопасность органической курятины // Биоресурсы и природопользование. – 2018. – **10**, №3–4. – P.211–220. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.027*

Статья посвящена комплексной оценке мяса цыплят-бройлеров, выращенных по органическим нормам и правилам, без применения профилактических антибиотических препаратов, гормонов, ферментов и других химически синтезированных веществ, содержащихся в традиционных комбикормах для цыплят. Поскольку применение профилактических антибиотиков в кормлении животных запрещено как Евросоюзом, так и нормативными документами органического законодательства Украины – производители, которые начинают заниматься птицеводством часто сталкиваются с финансовыми потерями из-за низкой осведомленности в этой области и отсутствия рекомендаций относительно методов и средств профилактики заболеваний птицы, разрешенных в органическом сельском хозяйстве, в частности при органическом выращивания птицы в Украине. В кормлении животных были использованы рационы, сформированные из органических ингредиентов, что подтверждено соответствующими сертификатами. В статье отражены результаты исследований, проведенных на специально организованной экспериментальной площадке для выращивания органических цыплят в условиях сертифицированного органического хозяйства. Представлены данные по применению созданного нами натурального профилактического препарата – постбиотика, состоящего из продуктов метаболизма симбиотических микроорганизмов. Поскольку исследуемый препарат положительно проявил своё профилактическое действие, было проведено исследование относительно его влияния на качество полученной продукции (мяса птицы). Проведенные исследования показали соответствие качества мяса по физико-химическому и токсикологическому составу требованиям органического сертифицированного продукта и подтвердили его безопасность для употребления. Дегустационная комиссия также отметила высокие показатели вкуса, аромата, сочности различных групп мышц органических цыплят и полученного бульона. Установлено положительное влияние постбиотика на показатели качества мяса органических цыплят-бройлеров.

Ключевые слова: *мясо цыплят-бройлеров, органическая курятина, качество мяса, постбиотик*

УДК 636.7.09:616.71-089

ДОСВІД ОПЕРАТИВНОГО ЛІКУВАННЯ СОБАК ПРИ ЗМІЩЕННЯХ МІЖХРЕБЦЕВИХ ДИСКІВ

Р. В. БІЛОШИЦЬКИЙ, *аспірант кафедри хірургії і патофізіології ім. акад. І.О. Поваженка*
В. П. СУХОНОС, *доктор ветеринарних наук, професор кафедри хірургії і патофізіології ім. акад. І.О. Поваженка*
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: Biloshytskyyroman@nubip.edu.ua

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.028

Неврологічні дефіцити у собак, що проявляються у вигляді парезів і паралічів кінцівок, часто спричиняються компресіями спинного мозку через порушення циркуляції крові та утворення набряків. З метою діагностики цієї патології використовується МРТ дослідження поперекового відділу хребта, яке дозволяє точно визначити місце ураження мозку і правильно підібрати метод оперативного втручання. Останнє виконується на протязі 24-48 годин після проведеної підготовки і аналізу стану тварини згідно повного обстеження по неврологічному протоколу. В цей же час паралельно проводиться введення глюкокортикостероїдних і симптоматичних лікарських засобів. Застосування при хірургічному втручанні методів міні-геміламінектомії і форамінектомії доцільне, оскільки вони менш інвазивні у порівнянні з іншими методами оперативного доступу до міжхребцевих дисків. Сумлінне виконання рекомендацій в післяопераційному періоді щодо обмеженням тварини у русі і застосування консервативного лікування збільшує можливості відновлення роботи опорно-рухового апарату на 50 %.

Ключові слова: *собаки; дегенеративні захворювання міжхребцевих дисків; компресія спинного мозку; міні-геміламінектомія; геміламінектомія*

Скорочення по тексту: *RTG – рентгенологічне дослідження; МРТ – магнітно-резонансна томографія; ДЗМД – дегенеративні захворювання міжхребцевих дисків; МНПС – метилпреднізолону натрію сукцинат.*

Актуальність. Переломи хребта, підвивихи і вивихи, грижі міжхребцевих дисків можуть спричинити розвиток гострого тетрапарезу або тетраплегії в результаті кровотечі і компресії грудопоперекового відділу спинного мозку [5]. Окрім безпосереднього травматичного ушкодження спинного мозку, відбувається розвиток вторинних нейротоксичних процесів з утворенням вільних радикалів, що містять кисень, і запускається цикл прогресуючого руйнування спинного мозку, який продовжується на протязі 48 годин. Якщо в спинномозковий канал при травмі потрапляють кісткові фрагменти, то при лікуванні проводиться декомпресія спинного мозку методом дорсальної ламінектомії. При травмуванні виникає ушкодження артерій хребта, внаслідок чого додатково ушкоджуються тіла нейронів і нервові корінці, а їх відновлення проходить повільно і може бути неповним.

Порушення функцій кінцівок нерідко виникають у разі дегенеративних захворювань міжхребцевих дисків (ДЗМД). Найпоширенішою причиною параплегії чи гострого парапарезу у собак є ДЗМД I типу за класифікацією Хансена. Його ще називають «м'яка грижа», коли пульпозне ядро міжхребцевого диску проривається через фіброзне кільце та спричиняє контузію і компресію спинного мозку [1, 5]. Оскільки розмір хребетного каналу в поперековій ділянці незначний у порівнянні з діаметром спинного мозку, екструзія диска викликає більш тяжкі ушкодження спинного мозку, ніж у шийному відділі [5]. Випинання міжхребцевого диска здавлюють спинний мозок, оскільки він оточений кістковими тканинами і не може зміститися в бік. Підвищений тиск запобігає циркуляції крові в спинному мозку і призводить до застою рідини і утворенню набряків. Внаслідок цього підвищується інтрадуральний тиск, погіршується циркуляція крові, виникає мієломаляція [9].

Від ДЗМД страждають в основному собаки брахіоцефалічного типу, такі як мопси, французькі бульдоги, кокер спанієлі, біглі, пекінеси, такси, ши-тцу, та ін. [1, 5]. Міжхребцеві грижі I типу можуть з'являтися у собак у віці від 3-х до 5-ти років, хоча є відомості, що в цю групу входять собаки старші 6 років [5].

Для оперативного лікування екструзії речовини міжхребцевого диска в грудному або поперековому відділі проводиться геміламінектомія [1, 3]. При міні-геміламінектомії виконується резекція частини дужки суміжних хребців з наступним розширенням міжхребцевого отвору без видалення суглобових відростків хребців [3, 4]. В результаті, ризик розвитку нестабільності є значно меншим, ніж при геміламінектомії [7]. Тому останнім часом з'являються рекомендації до виконання власне міні-геміламінектомії, як менш інвазивного хірургічного втручання [4].

При проведенні міні-геміламінектомії формується отвір, який надає можливість видалення фрагментів диска, що розташовуються латерально і вентрально у хребетному каналі [2, 8]. При виконанні такої операції зменшується ризик ушкодження спинного мозку, забезпечується кращий доступ для проведення фенестрації і добре візуалізуються нервові корінці [4]. Фенестрація є не тільки технікою декомпресії спинного мозку. Вона вважається профілактикою наступних зміщень вмісту фіброзного кільця міжхребцевого диску. За неможливості проведення міні-геміламінектомії, можна створити оперативний доступ шляхом збільшення отворів на декілька хребців і закінчити маніпуляцію як звичайну геміламінектомію.

Форамінектомія - це хірургічна маніпуляція, що надає змогу здійснити доступ до ділянки суглобових фасеток хребців і провести втручання на рівні міжхребцевого отвору у випадку виникнення компресії спинномозкових корінців спинного мозку.

Корінцевий синдром, який виникає в результаті здавлювання нервів в ділянці C6-T2 чи L4-S2 при латеральному зміщенні диска характеризується сильною болісністю в ділянці попереку [5]. Вип'ячування диска з формуванням грижі може виникнути з одного боку дорсальної продовгуватої зв'язки, що формує дно хребетного каналу. Внаслідок цього, може розвинутися більше ураження однієї з кінцівок, ніж іншої. В результаті, подразнення нервових закінчень проявляється порушенням опори на хвору кінцівку в стоячому положенні і значною болісністю, що спричиняє кульгавість при русі.

Своєчасна діагностика і кваліфіковано надана хірургічна допомога тварині допомагає не допустити незворотні зміни в нервовій тканині і відновити рухову функцію кінцівок за короткий термін після проведеної декомпресії спинного мозку.

Метою хірургічного втручання є вилучення фрагментів екструдованого диска і, тим самим, усунення компресії спинного мозку. Зазвичай операція проводиться при грижах диска в ділянці T10-L4; латеральна ламінектомія проводиться при грижах диска каудальніше L4, оскільки клубові кістки перешкоджають дорсо-латеральному доступу [5]. Проведення декомпресійного хірургічного втручання при гострій параплегії та парезах ефективне тільки в перші 24 години з моменту виникнення клінічних ознак [5]. Функція кінцівок в собак оперованих протягом 48 годин відновлюється тільки в 30 - 50 % випадків.

Для точної діагностики ДЗМД проводять контрастну мієлографію, МРТ дослідження. Рентгенологічне дослідження використовують лише для виявлення супутніх патологій, таких як переломи і вивихи хребців, дискоспондиліти. Вони є недостатньо точним для діагностики екструзії речовини міжхребцевих дисків [6].

Метою дослідження є рання і своєчасна діагностика дегенеративних змін міжхребцевих дисків у собак різних порід з визначенням оптимального методу надання хірургічної допомоги для декомпресії спинного мозку.

Матеріали і методи дослідження. Статистичні, рентгенологічні. Для дослідження собак використовували: внутрішньовенні катетери Braun 18-20 розміру; симптоматичні препарати (антигістамінні, дихальні аналептики, петлеві діуретики); спінальні голки, Spinosan R довжиною 40 мм; розчин рентгеноконтрастної речовини Омніпак з концентраціями йоду 300 мг/мл; неврологічний набір інструментів для хірургічного втручання; ретрактори; елеватори Хаумана і Гелпі для розсовування м'язів; кусачки Керрісона; діссектор Фріра для підняття паравертебральних м'язів; високошвидкістну фрезу зі швидкістю 90.000 обертів з системою змочування та педальним приводом; портативний аспіратор New Askir 30 з канюльою для аспірації; електрохірургічний апарат HEACO ZEUS 200 (моно- і біполяр); МРТ апарат потужністю 0.3Т; рентгенологічний апарат ВАТЕЛ-1.

Об'єктом дослідження були собаки (n=6) різного віку і порід: 2 короткошерстні такси 4-х і 6-ти років; 1 мопс 7-ми років; 3 французькі бульдоги 4-х, 6-ти і 8-ми років.

Результати дослідження та їх обговорення. По результатам клінічного огляду і детального неврологічного обстеження собакам було проведено МРТ дослідження з попереднім введенням рентгенконтрастної речовини і визначенням попереднього діагнозу.

Для забезпечення контрастування субарахноїдального простору у собак в люмбо-сакральному відділі хребта тваринам проводили премедикацію і загальну анестезію.

Собак укладали в положенні на животі або на боці, при цьому підтягували тазові кінцівки наперед щоб відкрити доступ до люмбо-сакрального простору поперекового відділу хребта. Після обробки операційного поля пальпували остистий відросток поперекового хребця на рівні L4-L5 чи L5-L6 і вводили спінальну голку 20-го розміру з мандреном в каудальному напрямку під кутом 60-90° до поверхні шкіри. При потраплянні голки в епідуральний простір виникало відчуття «провалу».

Коли голка знаходилася в субдуральному просторі спинного мозку, розчин вводився легко. Голку обережно просували до зіткнення з кісткою дна хребетного каналу, а потім просували вперед чи назад доти, поки вона не потрапляла у субарахноїдальний простір спинного мозку. Мандрен видаляли і отримували ліквор шляхом обережної аспірації. Повільно вводили контрастну рідину. Після цього робили рентгенівські знімки хребта в боковій та вентро-дорсальній проекціях. Екстрадуральну

компресію визначали по відсутності контрастного стовбця в ділянці ураження [2, 4]. У разі проведення пункції в ділянці поперекового відділу хребта з метою дослідження торако-люмбальної частини, вводили по 0,8-1,0 мл висококонтрастного препарату «Омніпак-300».

На основі отриманих результатів дослідження, у 3-х собак встановлено ДЗМД I типу за Хансеном з вентролатеральним розміщенням грижі в міжхребцевому диску, в іншій групі тварин виявлено ДЗМД I типу за Хансеном з дорсолатеральним розміщенням грижі і корінцевим синдромом, що призвів до вираженого больового синдрому (табл. 1).

Згодом сформували 2 групи тварин, яким визначили метод хірургічного лікування (табл. 2).

У собак, у яких діагностовані захворювання хребта, виконували операції за описаною нижче схемою. Мінігеміламінектомію проводили за допомогою латерального чи дорсо-латерального доступу до хребта при боковому або напівбоковому положенні собаки [3]. При дорсо-латеральному доступі відокремлювали найдовший м'яз від багатороздільних м'язів попереку в краніомедіальному напрямку, де сухожилок найдовшого м'яза приєднується до додаткових відростків хребців. Ділянки міжхребетного диску і дужки хребців відділяли від м'язів та розтинали сухожилок найдовшого м'яза. За допомогою фрези видаляли додатковий відросток хребця з подальшою резекцією дужок хребців для отримки отвору розміром 1/2-2/3 довжини кожного хребця. Для зупинки кровотечі з венозних синусів або хребетної артерії використовували біполярний коагулятор з наступними характеристиками: біполярна коагуляція - 80 W/100 Ω; біполярна різка - 80 W/200 Ω. Незначні кровотечі усували шляхом нанесення гемостатичної губки з амбеном. Високошвидкістною фрезою випилювали кортикальну і губчасту частину хребця рівномірно по всій його довжині не допускаючи її «провалювання» в певній точці. Для охолодження кістки використовували фізрозчин. Після видалення губчастої кістки внутрішній кортикальний шар хребетного каналу потоншували до тонкого рухливого стану. Після його проколювання відкривався доступ до хребетного каналу. Для видалення залишків кортикального шару хребця використовували кусачки Керрісона. Для видалення залишків міжхребцевих дисків застосовували портативний аспіратор. Після видалення останніх спинний мозок повертався до

1. МРТ діагностика основного захворювання і виявлення супутніх ускладнень

№ п/п	Порода та вік собак	Топографічне розміщення грижі міжхребцевого диска за Hunsen (I тип)	Ускладнення супутніми хворобами
1	Короткошерстна такса, 4 роки	Вентролатеральне. L2	Не виявлено
2	Мопс, 7 років	Вентролатеральне. L2	Не виявлено
3	Французький бульдог, 6 років	Вентролатеральне. L3	Не виявлено
4	Короткошерстна такса, 6 років	Дорсолатеральне. L4	Корінцевий синдром
5	Французький бульдог, 4 років	Дорсолатеральне. L5	Корінцевий синдром
6	Французький бульдог, 8 років	Дорсолатеральне. L2	Корінцевий синдром

2. Вибір оперативного методу лікування хворих тварин

Метод хірургічного втручання			
№ п/п	**Міні-геміламінектомія**	**№ п/п**	**Форамінектомія**
1	Короткошерстна такса, 4 роки	1	Короткошерстна такса, 6 років
2	Мопс, 7 років	2	Французький бульдог, 4 років
3	Французький бульдог, 6 років	3	Французький бульдог, 8 років

3. Формування прогнозу в післяопераційний період і фактичний термін реабілітації

№ п/п	Порода собак	Прогноз	Термін реабілітації в тижнях (обмеження в русі + метилпреднізолон Na сукцинат)
1	Короткошерстна такса, 4 роки	Обережний-благоприємний	3.5 Введення МНПС 24 год
2	Мопс, 7 років	Обережний-благоприємний	3 Введення МНПС 24 год
3	Французький бульдог, 6 років	Обережний-благоприємний	4 Введення МНПС 24 год
4	Короткошерстна такса, 6 років	Обережний	3.5 Введення МНПС 48 год
5	Французький бульдог, 4 років	Обережний	4.5 Введення МНПС 48 год
6	Французький бульдог, 8 років	Обережний	7 Введення МНПС 48 год

свого анатомічного положення. У випадку його зміщення необхідно було визначити місця додаткової компресії з протилежного боку хребта і ретельно переглянути знімки МРТ для визначення точного місця екструзії міжхребцевих дисків.

Після проведеного хірургічного втручання, собак обмежили у русі терміном на 3-4 тижні в залежності від вираженності неврологічного дефіциту. Всі тварини отримали курс метилпреднізолону натрію сукцинату (МПНС) по 30 мг/кг внутрішньовенно. Через 2 години після першого введення МПНС вводили в дозі 15 мг/кг внутрішньовенно і повторювали кожні 6 годин на протязі 24-48 годин при відсутності самостійних рухів кінцівок. Для профілактики ускладнень з боку шлунково-кишкового тракту вводили фамотидин в дозі 0.5-1 мг/кг внутрішньовенно кожні 12-24 години (табл. 3).

Висновки і перспективи.

1. Ранне проведення діагностики і вчасне надання оперативного втручання по методу міні-геміламінектомії або форамінектомії в перші 24-48 годин з наступним призначенням в післяопераційний період симптоматичних лікарських засобів і утримання в вольєрі з обмеженими рухами до 3 тижнів забезпечувало найкращий клінічний результат.

2. Для встановлення наявності грижі пульпозного ядра міжхребцевого диска, пошкоджень цілісності спинного мозку, рекомендується проведення контрастної мієлографії та МРТ діагностики. Ці методи найкраще визначають розташування спинного мозку в хребетному каналі. Зокрема, МРТ добре візуалізує на знімках як екструзію, так і протрузію міжхребцевого диска, компресійні переломи тіл хребця, різноманітні дегенеративні зміни у вигляді дискоспондилітів, також стенози хребетного каналу, тощо.

3. Для всіх оперованих тварин обов'язково рекомендується післяопераційний курс реабілітації з обмеженням у русі і утриманням у вольєрі до 2-3 тижнів та призначенням глюкокортикостероїдних засобів (метилпреднізолону натрію сукцинат) або введенням ветеринарних засобів із групи нестероїдних протизапальних із симптоматичною підтримкою органів і систем.

Література

1. Practical guide to canine and feline neurology / edited by Curtis W. Dewey and Ronaldo C. da Costa. – Third edition. P. 423-437
2. Residual Spinal Cord Compression Following Hemilaminectomy and Mini- Hemilaminectomy in Dogs: A Prospective Randomized Study / Gustaf Svensson., Ulrika S. H. Simonsson., Fredrik Danielsson and Tobias Schwarz. P. 7-12.
3. Fossum T.W. (2013). Small animal surgery. St. Louis, Missouri, USA: Elsevier Inc. P. 1528-1524
4. Current Techniques in Canine and Feline Neurosurgery / Shores A., Brisson B.A. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc. P. 221
5. Крисман Ш., Мариани К., Платт С., Клемонс Р. Неврология собак и кошек. Справочное руководство для практикующих ветеринарных врачей. / Пер. с англ. - М.: «Аквариум Принт», 2016. - 448 с.: ил. + 8 с. цв. Вкл. Р. 260-266
6. Accuracy of survey radiographic diagnosis of intervertebral disc protrusion in dogs / Lamb C. R., Nicholls A., Targett M., Mannion P. 65-71
7. Lumbar spine stability following hemilaminectomy, pediculectomy, and fenestration / Alan John Guthrie. P. 87
8. Comparison of the access window created by hemilaminectomy and minihemilaminectomy in the thoracolumbar vertebral canal using computed tomography / Huska J. L., Gaitero L., Brisson B. A., Nykamp S., Thomason J., Sears W. C. P. 265-267
9. Ниманд Ханс Г., Сутер Петер Ф. Болезни собак. Практическое руководство для ветеринарных врачей (организация ветеринарной клиники, обследование, диагностика заболеваний, лечение) 8 изд. / Пер. с нем., 2-е издание. - М.: ООО «АКВАРИУМ ПРИНТ», 2004. - 816 с. с илл. Р. 756-762

References

1. Curtis W. Dewey., Ronaldo C. da Costa. 2016. Practical guide to canine and feline neurology. Iowa, USA: John Wiley & Sons, Inc, P. 423-437
2. Gustaf Svensson., Ulrika S. H. Simonsson., Fredrik Danielsson and Tobias Schwarz. 2017. Residual Spinal Cord Compression Following Hemilaminectomy and Mini- Hemilaminectomy in Dogs: A Prospective Randomized Study. Front. Vet. Sci. 4:42. doi: 10.3389/fvets.2017.00042. P. 7-12.
3. Fossum T.W. 2013. Small animal surgery. St. Louis, Missouri, USA: Elsevier Inc. P. 1528-1524
4. Shores A., Brisson B. A. 2017. Current. Techniques in Canine and Feline Neurosurgery. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc, P. 221
5. Krysman Sh., Maryany K., Platt S., Klemons R. 2016. Nevrolohyia sobak y koshek. Spravochnoe rukovodstvo dlia praktykuiushchykh veterynarnыkh vrachei. [Neurology of dogs and cats. A reference guide for practicing veterinarians]. Moscow, Russia: «Aquarium Print», P. 260-266
6. Lamb C. R., Nicholls A., Targett M., Mannion P. 2002. Accuracy of survey radiographic diagnosis of intervertebral disc protrusion in dogs. 43(3):222-8. doi. org/10.1111/j.1740-8261.2002. tb00994.x. P. 65-71

7. Alan John Guthrie. 2000. Lumbar spine stability following hemilaminectomy, pediculectomy, and fenestration. (4): 165-171. doi: 10.1055 s-0038-1632655. P. 87
8. Huska J.L., Gaitero L., Brisson B.A., Nykamp S., Thomason J., Sears W.C. 2014. Comparison of the access window created by hemilaminectomy and minihemilaminectomy in the thoracolumbar vertebral canal using computed tomography. Can Vet J 2014;55(5):449-455. P. 265-267
9. Nimand Hans G., Sueter Peter F. 2004. Bolezny sobak. Praktycheskoe rukovodstvo dlia veterynarnыkh vrachei (orhanyzatsyia veterynarnoi klynyky, obsledovanye, dyahnostyka zabolevanyi, lechenye). [Diseases of dogs. A practical guide for veterinarians (organization of a veterinary clinic, examination, diagnosis of diseases, treatment)]. Moscow, Russia: «Aquarium Print», P. 756-762

SUMMARY

R. V. Biloshytskyy, V. P. Sukhonos. *Experience of the operative treatment of dogs at displacements of intervertebral discs // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.221–227. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.028*

Neurological deficiencies in dogs, which manifest themselves in the form of paresis and paralysis of the limbs, often cause compression of the spinal cord due to a violation of blood circulation and the formation of edema. In order to diagnose this pathology, MRI is used to study the lumbar spine, which allows you to accurately determine the location of brain damage and to correctly select the method of surgical intervention. The latter is performed within 24-48 hours after the preparation and analysis of the animal's condition according to a complete neurological examination. At the same time, the administration of glucocorticosteroid and symptomatic drugs is underway. The use of mini-hemilamenectomy and foraminectomy in surgical interventions is advisable because they are less invasive in comparison with other methods of operative access to intervertebral discs. Conscientious implementation of recommendations in the postoperative period with the restriction of the animal in motion and the use of conservative treatment increases the ability to restore the functioning of the musculoskeletal system by 50 %.

Keywords: *dogs; degenerative diseases of interfacing discs; compression of spinal brain; mini-hemilaminectomy; hemilaminectomy*

АННОТАЦИЯ

Р. В. Билошицкий, В. П. Сухонос. *Опыт оперативного лечения собак при смещении межпозвоночного диска // Биоресурсы и природопользование. – 2018. – **10**, №3–4. – С.221–227. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.028*

Неврологические дефициты у собак, которые проявляются в виде парезов и параличей конечностей, часто становятся причиной компрессий спинного мозга из-за нарушения циркуляции крови и образованию отеков. С целью диагностики этой патологии используется МРТ исследование поясничного отдела позвоночника, которое позволяет точно определить место поражения мозга и правильно подобрать метод оперативного вмешательства. Последнее выполняется в течение 24-48 часов после проведенной подготовки и анализа состояния животного согласно полному обследованию по неврологическому протоколу. В это же время параллельно проводится введение глюкокортикостероидных и симптоматических лекарственных средств. Применение при хирургическом вмешательстве методов мини-гемиламинэктомии и фораминэктомии целесообразно, поскольку они менее инвазивные по сравнению с другими методами оперативного доступа к межпозвонковым дискам. Добросовестное выполнение рекомендаций в послеоперационный период с ограничением животного в движении и применении консервативного лечения увеличивает возможности восстановления работы опорно-двигательного аппарата на 50 %.

Ключевые слова: *собаки; дегенеративные заболевания межпозвоночных дисков компрессия спинного мозга мини-гемиламинектомия; гемиламинектомия*

УДК 663.252.39: 257.3

СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ ТА ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ ЧЕРВОНИХ СТОЛОВИХ ВИН

М. В. БІЛЬКО, *кандидат технічних наук, доцент,*
О. В. ЦИГАНКОВА, *аспірант,*
А. М. КУЦ, *кандидат технічних наук, доцент,*
Ю. О. ОНИЩУК, *магістрант*
Національний університет харчових технологій
В. П. ВАСИЛІВ, *кандидат технічних наук, доцент*
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: vasiliv-vp@ukr.net

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.029

У статті наведені данні щодо впливу препаратів конденсованого та гідролізованого таніну, які застосовували в технології червоних виноматеріалів на етапі переробки винограду, та препаратів стабілізуючої дії на уміст речовин фенольного комплексу червоних сухих виноматеріалів, що обумовлюють їхню біологічну цінність. Матеріалами дослідження були червоні столові сухі виноматеріали із винограду сортів Темпранільйо і Пінотаж, виготовлені в умовах мікровиноробства за червоним способом. Встановлено, що гідролізований танін має більш ефективнішу дію ніж конденсований на збереження антоціанів у червоних виноматеріалах. Доведено, що застосування танінів не впливає на зміну кольору червоних виноматеріалів та позитивно відображається на формуванні їхнього аромату та смаку. Показано, що процес оклеювання виноматеріалів призводить до втрати загального умісту фенольних сполук та їхніх представників, що мають біологічну цінність. Найменші зміни були відмічені у дослідних зразках, де в складі матеріалів стабілізуючої дії був використаний препарат на основі гуміарабіку. Результати досліджень дозволяють рекомендувати застосування гідролізованого таніну під час переробки м'язги та використання гуміарабіку під час заходів зі стабілізації виноматеріалів при реалізації технології червоних сухих вин підвищеної біологічної цінності.

Ключові слова: *червоні сухі виноматеріали, Темпранільйо, Пінотаж, біологічна цінність, фенольні сполуки, антоціани, катехіни*

Актуальність. Сучасні тенденції здорового харчування сприяють розвитку технологій продуктів, що мають біологічну цінність для здоров'я людини. Біологічна цінність червоних столових вин обумовлена наявністю речовин фенольного комплексу, до яких відносяться поліфеноли і флавоноїди, зокрема катехіни, антоціани, лейкоантоціани та інші, що мають антиоксидантну, Р-вітамінною, антимікробну, антисклеротичну, імуномодулюючу активність [1-2].

У процесі реалізації технології червоних вин частина фенольних сполук, що перейшли з винограду, втрачаються внаслідок сорбції на дріжджах, використання сорбентів та флокулянтів під час заходів стабі-

лізації виноматеріалів, фільтруванні, участі у процесах полімеризації та окиснення, випадання в осад, що призводить до зниження їхньої біологічної цінності [3-5]. У літературних джерелах зустрічаються відомості щодо сприятливої дії препаратів таніну до бродіння м'язги [3] та гуміарабіку на етапі оклеювання виноматеріалів на стабільність фенольних сполук [4].

Мета дослідження – встановлення впливу препаратів конденсованого та гідролізованого таніну та матеріалів стабілізуючої дії, у тому числі і гуміарабіку, на уміст речовин фенольного комплексу червоних вин.

Матеріали і методи. Матеріалами дослідження були червоні столові сухі виноматеріали із винограду сортів Темпранільйо і Пінотаж, виготовлені в умовах мікровиноробства за червоним способом. У м'язгу до бродіння були внесені препарати таніну: Танал QW (конденсований танін із деревини дерева квебрахо) і Танал W2 (гідролізований танін із галових горішків Алепо) із розрахунку 0,1 г/дм^3. Для обробки виноматеріалів використовували Bentogran (гранульований бентоніт) в дозуванні 0,2 г/дм^3, Gelsol (рідкий желатин) – 0,2 мл/дм^3, Viniprotect (суміш полівінілполіпіролідону, бентоніту, камеді арабіку та целюлози) – 0,2 г/дм^3, Ефістаб R (препарат гуміарабіку) – 0,3 г/дм^3. В отриманих виноматеріалах досліджували органолептичні, фізико-хімічні показники якості та оптичні характеристики за методами загальноприйнятими у виноробстві [6]. Антиоксидантну активність визначали за методом [7].

Результати та обговорення. Аналіз результатів досліджень дозволив встановити, що застосування препаратів таніну збільшують уміст фенольних та барвних речовин у червоних сухих виноматеріалах порівнюючи з контролем у середньому відповідно на 2,5...11 % і 7...13 % (рис. 1), що позитивно впливає на біологічну цінність вин. Між тим гідролізований танін більш ефективний за конденсований танін у зразках у разі порівняння рівня такої цінної фракції як антоціани, але загальний уміст фенольних сполук був трохи вищий у зразках, що були виготов-

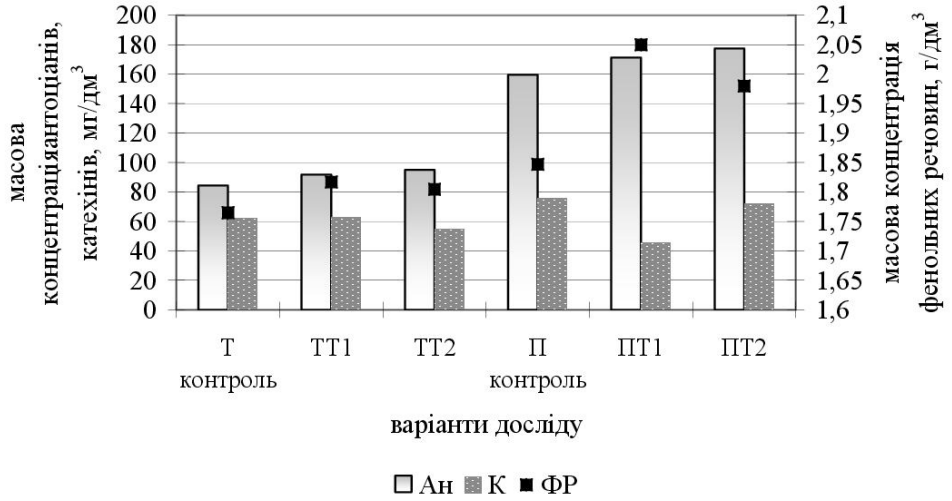


Рис. 1. Вплив препаратів таніну на уміст фенольних речовин (ФР), антоціанів (Ан) і катехінів (К) у червоних сухих виноматеріалах: Т – Темпранільйо, П – Пінотаж, Т1 – Танал QW, Т2 – Танал W2, контроль – без внесення препаратів таніну

ленні з використанням конденсованого таніну. Чіткої залежності щодо зміни умісту катехінів від внесення танінів не було зафіксовано.

Відомо, що таніни можуть впливати на колір вин, оскільки вони мають забарвлення від світло жовтого до коричнево-червоного. Дослідження зміни оптичних показників показало збільшення показника інтенсивності кольору у всіх дослідних зразках, вірогідно за рахунок більшої концентрації антоціанів, на рівень показника відтінку кольору внесення танінів суттєво не вплинуло (рис. 2).

Результати дегустаційного аналізу дозволили встановити, що зразки, виготовлені із застосуванням танинів, мали більш м'який, гармонійний, вишуканий смак ніж контролі (табл. 1).

Виноматеріали сорту Темпранільо характеризувались насиченим червоним кольором, ароматом і смаком лісових ягід, смородини, вишні; виноматеріали сорту Пінотаж – гранатовим кольором, пасльоновим, карамельним ароматом з тонами шкіри.

Серед технологічний прийомів, які використовують для підвищення стабільності вин і поліпшення їх органолептичних якостей, важливе місце займає оклеювання виноматеріалів. Разом із тим оклеювання може призводити до втрати частини біологічно цінних речовин.

Дані наведені на рисунку 3 вказують на зниження сумарного умісту фенольних сполук та їхніх представників у виноматеріалах Темпранільо після оклеювання.

Найменші зміни умісту фенольних сполук були відмічені у виноматеріалах, оброблених препаратом гуміарабіку разом з бентонітом або окремо бентонітом. Внесення желатину до цих варіантів досліду призводило до значного зниження умісту фенольних речовин (51...55 %). Застосування гуміарабіку та комплексного препарату сприяє збереженню антоціанів та катехінів у порівнянні з іншими варіантами обробки, але внесення желатину призводить до зменшення їхньої концентрації. Аналогічні результати були отримані при оклеюванні виноматеріалів із винограду сорту Пінотаж.

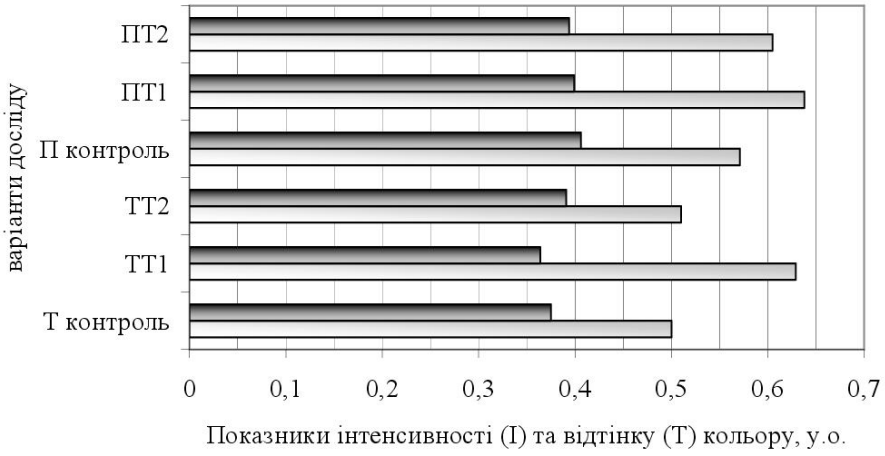


Рис. 2. Вплив препаратів таніну на оптичні показники якості червоних сухих виноматеріалів: Т – Темпранільо, П – Пінотаж, Т1 – Танал QW, Т2 – Танал W2, контроль – без внесення препаратів таніну

1. Результати дегустаційного аналізу червоних сухих виноматеріалів Темпранільйо та Пінотаж із застосуванням танінів

Варіант досліду	Характеристика	Дегустаційний бал
	Темпранільйо	
Контроль	Колір – червоний з гранатовими відтінками Аромат – червоних ягід з пасльоновими відтінками Смак – гармонійний, повний	7,79
Танал QW	Колір – насичений ошатний гранатовий Аромат – гармонійний, яскравий, лісових червоних ягід з відтінками смородини Смак – повний, чистий, вишуканий, в міру танінний	7,82
Танал W2	Колір – насичений червоний Аромат - гармонійний, яскравий, лісових червоних ягід з відтінками вишні та ожини Смак – гармонійний, округла танінність, чистий та повний	7,84
	Пінотаж	
Контроль	Колір – гранатовий з рубіновими відтінками, насичений Аромат – чистий, гармонійний, пасльонові відтінки Смак - повний, чистий, гармонійний	7,80
Танал QW	Колір – червоно-гранатовий, насичений Аромат – чистий, гармонійний, з приємними вершково-карамельними та шкіряними тонами Смак – повний, чистий, вишуканий, в міру танінний	7,82
Танал W2	Колір – червоно-гранатовий, насичений Аромат – складний, багатогранний, чистий, гармонійний, з приємними пасльоновими та шкіряними тонами Смак – повний, чистий, вишуканий, округла танінність	7,83

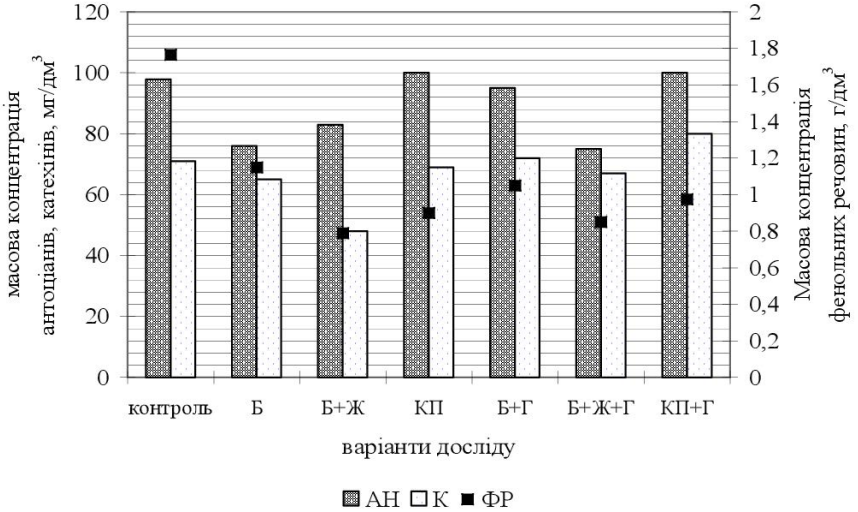


Рис. 3. Вплив оклеювання на зміну умісту фенольних сполук та їхніх форм у червоних сухих виноматеріалів Темпранільйо: Б – бентоніт, Ж – желатин, КП – комплексний препарат, Г гуміарабік, контроль – без внесення препаратів таніну, АН – антоціани, К – катехіни, ФР – фенольні речовини

Таблиця 2. Вплив оклеювання на окисно-відновний стан та антиоксидантну активність червоних сухих виноматеріалів

Варіант досліду	ΔEh, мВ	W, мВ·дм^3/мг	G, у.о.	АОА, мг/см^3
Темпранільйо				
Контроль без обробки	134	0,070	18,9	0,55
Бентоніт	102	0,085	18,6	0,56
Бентоніт+желатин	99	0,123	15,5	0,42
Комплексний препарат	120	0,130	14,5	0,46
Бентоніт+гуміарабік	124	0,118	17,0	0,55
Бентоніт+желатин+гуміарабік	105	0,119	14,7	0,46
Комплексний препарат+гуміарабік	115	0,124	13,6	0,49
Пінотаж				
Контроль без обробки	71	0,037	20,4	0,71
Бентоніт	57	0,043	22,7	0,50
Бентоніт+желатин	52	0,063	21,0	0,41
Комплексний препарат	70	0,086	19,1	0,56
Бентоніт+гуміарабік	61	0,052	22,1	0,59
Бентоніт+желатин+гуміарабік	55	0,061	18,5	0,43
Комплексний препарат+гуміарабік	70	0,076	19,0	0,64

Аналіз результатів досліджень показників окисно-віднового стану виноматеріалів, які прямо або опосередковано характеризують біологічну цінність вин, серед яких приріст редокс-потенціалу ΔEh після титрування йодом, показник окиснювальності фенольних речовин, антиоксидантна активність та показник жовтизни G, дозволив встановити вплив варіантів оклеювання на зміну біологічної цінності червоних вин (табл. 2).

Так, приріст потенціалу ΔEh після оклеювання знизився на 8...26 % у дослідних зразках Темпранільйо і на 1,5...28 % у зразках Пінотаж, вірогідно за рахунок селективної дії препаратів на мономерну та полімерну фракції фенольних сполук [8]. Разом із цим значення показника окиснення фенольних сполук W, які є більшими за контрольні зразки, вказує на більш відновлений стан виноматеріалів. Застосування гуміарабіку значно покращує відновлювальний стан виноматеріалів порівнюючи з варіантами досліду без його використання.

Значення показника жовтизни G трохи зменшуються після оклеювання виноматеріалів Темпранільйо, а у дослідних зразках Пінотаж змінюються не суттєво.

Виноматеріали після оклеювання втрачають антиоксидантну активність, найменші зміні відбуваються при використанні гуміарабіку разом з бентонітом.

Висновки. Застосування препаратів на основі гідролізованого таніну під час переробки м'язги та обробка виноматеріалів препаратами, що містять гуміарабік, сприяють збереженню фенольних речовин, їхньої біологічної цінності та запобігають їхньому окисненню.

Література

1. Ялонецкий А. Я. Виноградное вино как функциональный продукт питания лечебно-профилактического назначения // Виноградарство и виноделие. 2010. № 4. С. 36-37.

2. Агеева Н. М., Маркосов В. А., Гублия Р. В. Антимикробное и антивирусное действие красных вин. Виноделие и виноградарство. 2008. № 5. С. 21-22.
3. Білько М. В., Іщенко М. В., Скорченко М. В., Гержикова В. Г. Застосування танінів для підвищення якості рожевих столових вин. Сб. науч. труд. SWorld. Иваново. 2015. Т. 5. 3(40). С. 42-52.
4. Гураль Л.С. Комлексоутворення антоціанів червоних сортів винограду з біополімером гуміарабіком. Харчова наука і технологія. Одеса, ОНАХТ. 2015. Т. 9(4). С. 30-36.
5. The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: a critical review Roger Boulton. Am. J. Enol. Vitic. № 52:2. 2001. P. 67-87.
6. Методы технохимического контроля в виноделии / под ред. В. Г. Гержиковой, 2-е изд. Симферополь, 2009. 304 с.
7. Патент РФ № 2170930. Способ определения антиоксилительной активности / Т. В. Максимова, И. Н. Никулин, В. П. Пахомов и др. Дата приоритета 20.07.2011. Опубл. 20.07.2011.
8. Чурсина О. О. Розвиток наукових основ технології колоїдної стабілізації вин: автореф. дис. ... докт. техн. наук: спец. 05.18.05 «Технология сахара и сахаристых продуктов», Ялта, 2012. 41 с.

References

1. Yaloneckij A. YA. (2010) Vinogradnoe vino kak funkcional'nyj produkt pitaniya lechebno-profilakticheskogo naznacheniya. Vinogradarstvo i vinodelie. № 4. P. 36-37.
2. Ageeva N.M., Markosov V.A., Gubliya R.V. (2008). Antimikrobnoe i antivirusnoe dejstvie krasnyh vin. Vinodelie i vinogradarstvo. № 5. P. 21-22.
3. Bilko M.V., Ishchenko M.V., Skorchenko M.V., Herzhykova V.H. (2015). Zastosuvannia taniniv dlia pidvyshchennia yakosti rozhevykh stolovykh vyn. Cb. nauch. trud. SWorld. V. 3(40). T. 5. Yvanovo. P. 42-52.
4. Hural L. S. (2015). Komleksoutvorennia antotsianiv chervonykh sortiv vynohradu z biopolimerom humiarabikom. Kharchova nauka i tekhnolohiia. Odesa, ONAKhT. T.9(4). P. 30-36.
5. The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: a critical review Roger Boulton. Am. J. Enol. Vitic. № 52:2. 2001. P. 67-87.
6. V.G. Gerzhikova. (2009) Metody tekhnohimicheskogo kontrolya v vinodelii; 2-e izd. Simferopol', 304.
7. T. V. Maksimova, I. N. Nikulin, V. P. Pahomov et al. Sposob opredeleniya antioksilitel'noj aktivnosti. Patent RF № 2170930, declared 20.07.2011; published 20.07.2011.
8. Chursina O.O. (2012). Rozvitok naukovikh osnov tekhnologiї koloїdnoї stabilizatsiї vin. Yalta. 41 s.

SUMMARY

M. Bilko, A. Tsygankova, A. Kuts, Yu. Onishchuk, V. Vasyliv. *Methods of increase and conservation of the biological value of red table wine // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. –* ***10*** *№3–4. – P.228–234. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.029*

The article presents data on the effect of condensed and hydrolyzed tannin preparations, which were used in the technology of red wine materials during the processing of grapes, and preparations of stabilizing effect on the content of substances of the phenolic complex of red dry wine materials that determine their biological value. The materials of the study were red table dry wine materials from the grapes of Tempranillo and Pinotage varieties made in microvivorous conditions in the red method. It has been established that hydrolyzed tannin has an effective effect than condensed on the preservation of anthocyanins in red wine materials. It is proved that the use of tannins does not affect the color change of red wine materials and is positively displayed on the formation of their aroma and taste. It is shown that the process of pasting wine materials results in a decrease in the total content of phenolic substances and their representatives of biological value. The least changes were noted in the samples, where the drug based on gum arabic was used. The results of the studies make it possible to recommend the use of hydrolyzed tannin during the processing of pulp and the use of gum arabic during measures for the stabilization of wine materials when implementing the technology of red dry wines of enhanced biological value.

Keywords: *red dry wine, Tempranillo, Pinotage, biological value, phenolic compounds, anthocyanins, catechins*

АННОТАЦИЯ

М. В. Билько, А. В. Цыганкова, А. М. Куц, Ю. А. Онищук, В. П. Васылив. *Способы повышения и сохранения биологической ценности красная столовых вин//Биоресурсы и природопользование. – 2018. –* ***10*** *№3–4. – P.228–234. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.029.*

В статье приведены данные влияния препаратов конденсированного и гидролизованного танина, которые применяли в технологии красных виноматериалов на этапе переработки винограда, и препаратов стабилизирующего действия на содержание веществ фенольного комплекса красных сухих виноматериалов, которые обусловливают их биологическую ценность. Материалами исследования были красные столовые сухие виноматериалы из винограда сортов Темпранильйо и Пинотаж, изготовленные в условиях микровиноробства по красному способу. Установлено, что гидролизованный танин имеет эффективнейшее действие чем конденсированный на сохранение антоцианов в красных виноматериалах. Доказано, что применение танинов не влияет на изменение цвета красных виноматериалов и положительно отображается на формировании их аромата и вкуса. Показано, что процесс оклеивания виноматериалов приводит к снижению общего содержания фенольных веществ и их представителей, имеющих биологическую ценность. Наименьшие изменения были отмечены в образцах, где использовали препарат на основе гуммиарабика. Результаты исследований позволяют рекомендовать применение гидролизованного танина во время переработки мезги и использование гуммиарабика во время мероприятий по стабилизации виноматериалов при реализации технологии красных сухих вин повышенной биологической ценности.

Ключевые слова: *красные сухие виноматериалы, Темпранильо, Пинотаж, биологическая ценность, фенольные соединения, антоцианы, катехины*

УДК 663:819

ВИГОТОВЛЕННЯ КВАСУ З НЕТРАДИЦІЙНОЇ СИРОВИНИ

Р. М. МУКОЇД, *кандидат технічних наук, доцент*
Є. І. ІВАНОВ, *студент*
Національний університет харчових технологій
В. П. ВАСИЛІВ, *кандидат технічних наук, доцент*
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: vasiliv-vp@ukr.net

https://doi.org/10.31548/bio2018.03.030

Для того щоб витримувати високий ритм життя людина має бути максимально забезпечена вітамінами та мінеральними речовинами, тому актуальне дослідження рецептур і технологій квасів живого бродіння для створення комплексного функціонального безалкогольного напою, з максимально високим кількісним і якісним вітамінно-мінеральним складом. Розглядаються рецептури живого квасу з використанням нетрадиційної сировини, а саме плодово-ягідних сиропів шипшини, журавлини, калини, брусниці, глоду та свіжого імбиру. Перераховані компоненти мають багатий вітамінний та мінеральний склад, тому їх використання покращує показники квасу, як функціонального напою. Квас із використанням нетрадиційної сировини допомагає нормалізувати як фізичний, так і емоційний стан. Вживання таких напоїв покращує травлення, відзначається тонізуючий ефект та покращення емоційного стану.

Розробка нових рецептур дозволить підвищити попит на даний безалкогольний напій та покращить динаміку ринку серед виробників квасу як в Україні, так і закордоном, що, як наслідок, призведе до збільшення попиту. Таким чином відзначається перспективність виготовлення функціональних безалкогольних напоїв на прикладі квасу.

Ключові слова: *квас, функціональний напій, плодово-ягідні сиропи, спиртове бродіння, молочнокисле бродіння*

Актуальність. Найважливіша умова підтримки здоров'я, високої працездатності і витривалості людини – повноцінне харчування, що забезпечує регулярне постачання організму всіма необхідними вітамінами і мінеральними речовинами. Безалкогольні напої є однією із перспективних напрямів розвитку функціональних продуктів, а саме функціональних напоїв. До функціональних продуктів відносяться харчові продукти, призначені для систематичного вживання в добовому раціоні людини. Функціональні напої беруть участь у регулюванні та поліпшенні захисних біологічних механізмів, допомагають у попередженні, або захисті від конкретних захворювань, сповільнюють процес старіння та підвищують витривалість і покращують фізичний стан людини. Одним із таких напоїв є хлібний квас [1].

Одним з найдавніших безалкогольних напоїв ще з часів Київської Русі був квас. Його варили в монастирях, в казармах дружини, в будинках як князів, так і звичайних селян. Але з початком активної світової торгівлі почалась динаміка розробки та торгівля новими безалкогольними напоями. Тому через великий імпорт безалкогольних напо-

їв, різних за смаком, природою, складом, зовнішнім виглядом і іншими показниками, помітно зменшився попит на квас.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Квас допомагає суттєво втамувати спрагу у спекотний день, бадьорить та має цілий ряд корисних властивостей. Молочна кислота, що утворюється у процесі бродіння, позитивно впливає на склад мікрофлори кишечнику, стимулює імунітет, підсилює м'язову активність, а також, що особливо важливо, позитивно впливає на стійкість напою. Бактеріологи та гігієністи стверджують, що квас має бактерицидну дію і пригнічує життєдіяльність тифозних та паратифозних бактерій [3]. Мінеральний склад квасу досить різноманітний, це пов'язано із хімічним складом житнього солоду, що є основною сировиною під час виробництві. Так, у ньому міститься: кальцій – 80 мг/дм^3, фосфор – 340 мг/дм^3, залізо – 13 мг/дм^3, мідь – 1,8 мг/дм^3, магній – 8 мг/дм^3, молібден – 15 мг/дм^3, цинк – 13,5 мг/дм^3, кобальт – 11 мг/дм^3. Але квас багатий не тільки на мінеральні речовини, він є джерелом більше ніж 10 амінокислот, 8 із них яких є незамінними, що суттєво підвищує значення квасу як функціонального напою. У квасі також містяться вітаміни, але за умістом вітамінів більше переважає їх якісний склад, тобто комплексність. Це такі вітаміни як B_1, B_2, B_6, B_{12}, B_{15}, C, D, PP, H, E та інші.[3]. Хімічний склад квасу має позитивний вплив на організм людини будь якого віку і в будь яку пору року. Живий квас також являється абсорбентом – допомагає виводити з організму жири та спирти. Дієтологи радять вживати квас людям, що дотримуються дієти, та людям з нестачею вітамінів групи В, що впливають на нервову систему. Живий квас також корисний для покращення процесу травлення, для більш швидкого виведення алкоголю та проміжних продуктів його розкладу. Як продукт незавершеного спиртового і молочнокислого бродіння сусла, квас є біологічно складним продуктом. Живильною основою квасу бродіння є вуглеводи (мальтоза, сахароза, глюкоза і фруктоза); білки, амінокислоти і амінний азот; вітаміни (перераховані вище); органічні кислоти (молочна, винна, лимонна і ін.). Ароматичні і смакові речовини квасу обумовлені складом концентрованої зернової сировини і метаболізму дріжджів.

На підставі вищевикладеного матеріалу можна стверджувати, що кваси живого бродіння є багатокомпонентними функціональними напоями, що володіють багатогранними профілактичними впливами на організм людини, починаючи від травлення і закінчуючи емоційним станом. Тривалий час зберігалась тенденція сильного спаду попиту на квас, але ситуація почала змінюватись в останні роки і попит на квас повертається. Причинами цього стало те, що квас є корисною альтернативою пива і, найголовніше, почались розробки і впровадження нових рецептур квасу з використанням нетрадиційної сировини. Виробництвом квасу зацікавлені великі пивоварні заводи, оскільки виробництво квасу є більше рентабельним, ніж пиво, хоча і сезонним [6].

Основною сировиною для виробництва квасу є вода, цукор, дріжджі та концентрат квасного сусла (ККС), невелика частка якого замінюється нетрадиційною пряно-ароматичною сировиною. Під нетрадиційною сировиною маються на увазі різноманітні водні екстракти, мед, плодово-ягідні сиропи та інші компоненти, що вносяться в сусло перед бродінням.

Метою дослідження було виготовлення квасу з використанням екстракту шипшини, плодово-ягідних сиропів журавлини, брусниці, калини, глоду та свіжого імбиру.

Матеріали і методи. Сусло отримували з ККС, з додаванням плодово-ягідних компонентів та імбиру так, щоб масова частка сухих речовин готового квасного сусла становила 5 % [2, 5, 8]. Із шипшини отримували

водний екстракт, подрібнюючи плоди шипшини, і змішували з водою при гідромодулі 1 : 1 за температури 30 °С, витримували 2 години). З ягід отримували соки методом пресування. Із соків ягід журавлини, брусниці, калини, глоду та водного екстракту шипшини були приготовлені сиропи з масовою часткою сухих речовин в межах 50 %. Імбир додається подрібненим на період бродіння у спеціальних мішечках, які після завершення бродіння видаляються [7, 9]. В отриманих напоях визначали фізико-хімічні показники. Також визначали показники під час бродіння. Результати наведено на рисунках 1-3.

Результати та обговорення. Кислотність всіх зразків знаходилась в межах 4...6 $см^3$ розчину NaOH концентрацією 01 $моль/дм^3$, який пішов на титрування 100 $см^3$ квасу. У середньому під час бродіння масова частка сухих речовин зменшується на 2,3 %, це можна пояснити тим, що під час бродіння накопичується спирт та діоксид вуглецю (рис. 1, 2, 3). Найбільше СР у квасі після бродіння (48 год) з калиною – 2,4 %, а найменше у квасі з шипшиною – 2,8 %. Зміна СР у процесі бродіння представлена рисунку 1.

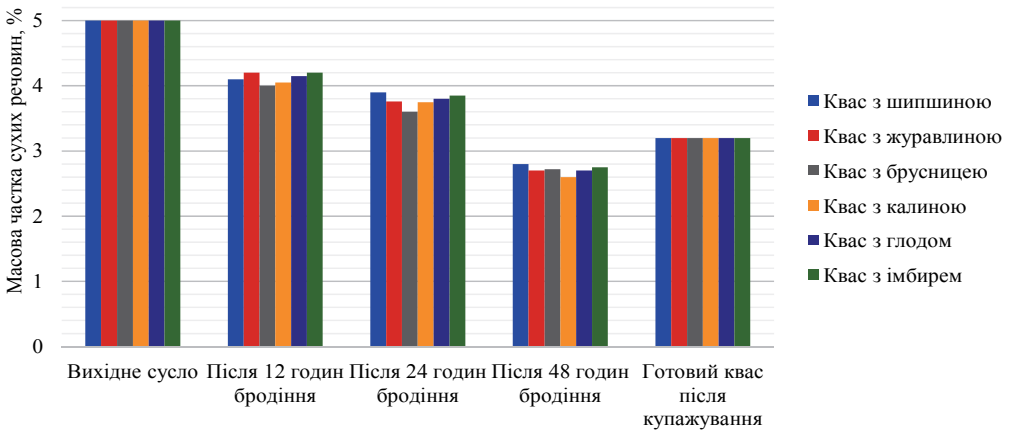


Рис. 1. Динаміка зміни сухих речовин у квасі в процесі бродіння

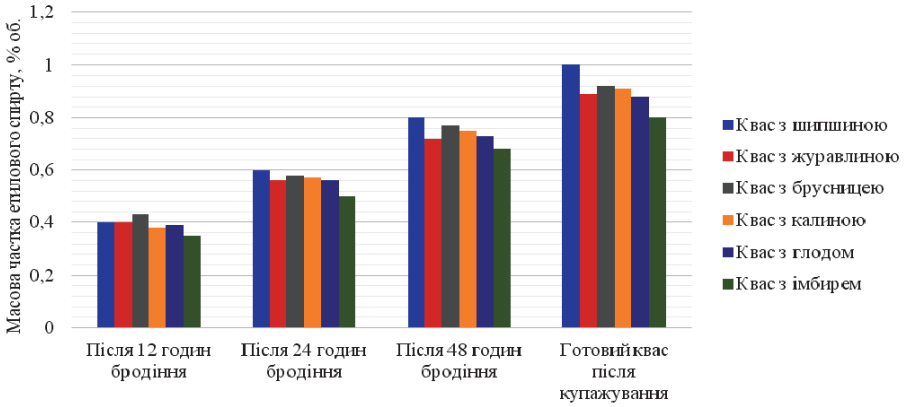


Рис. 2. Уміст спирту у квасі в процесі бродіння

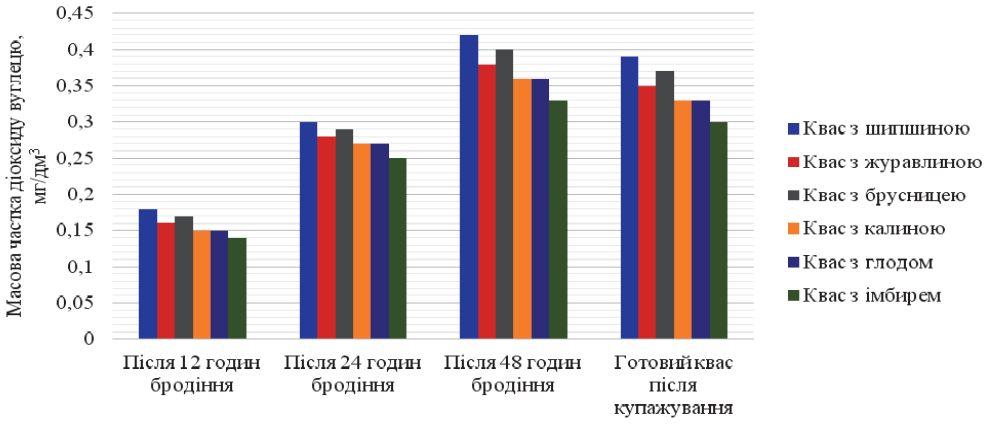


Рис. 3. Уміст CO2 у квасі під час процесу бродіння

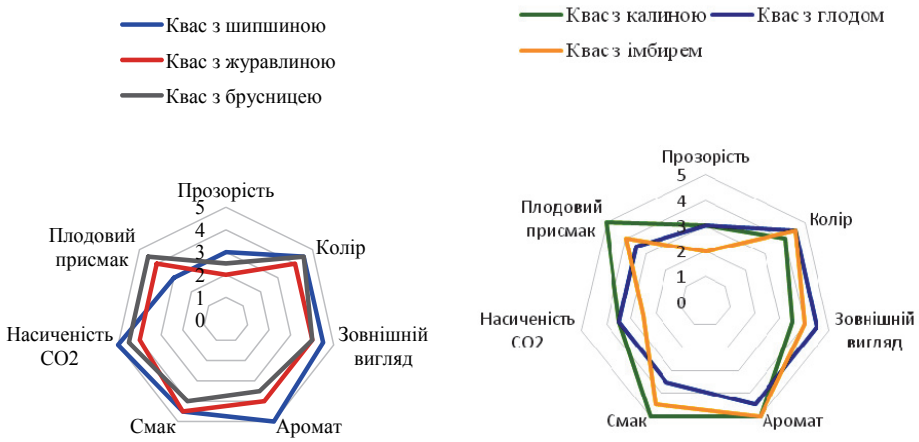


Рис. 4. Смако-ароматичний профіль

Під час бродіння у квасі в невеликих кількостях утворюється спирт, в середньому відбувається утворення 0,9 % спирту. Найбільше значення приросту масової частки спирту у квасу з додаванням шипшини – 1 %, а найменший показник умісту спирту після завершення бродіння у квасу з додаванням імбиру – 0,8 %. Зростання масової частки спирту наведено на рисунку 2.

Під час бродіння живого квасу утворюється вуглекислий газ, що дає напою ігристість. В середньому утворюється 0,375 % вуглекислого газу, але частина втрачається під час купажування. Графічну залежність наведено на рисунку 3.

Такі показники можна пояснити, тим що у плодах шипшини міститься найбільше вітаміну С, що позитивно впливає на метаболізм дріжджів під час бродіння. Імбир майже не містить вітаміну С, тому за умістом спирту і двоокису вуглецю квас із додаванням імбиру має нижчі показники, але імбир збагачує напій омега-3 та омега-6 жирними кислотами.

За органолептичними показниками напої набули унікальних якостей. Смакоароматичні профілі представлені на рисунку 4.

Висновки і перспективи. Виготовлення квасу за новими рецептурами дозволяє розширити асортимент даного напою як на ринку України, так і за кордоном, що, як наслідок, призведе до збільшення попиту на цей традиційний український напій. Таким чином доведена перспективність виготовлення функціональних безалкогольних напоїв на прикладі квасу.

Використання нетрадиційної сировини (плодово-ягідних сиропів, екстрактів і ін.) під час виготовлення квасу допомагає покращити функціональний вплив на організм людини за рахунок збільшення кількісного і якісного вітамінно-мінерального комплексу. Також додавання нетрадиційної сировини дозволяє досягати особливих органолептичних властивостей напою.

Література

1. Климов Р. В. Аспекты разработки технологии и рецептур напитков брожения как функциональных продуктов // Техн. и товаровед. инновац. пищ. прод. 2010. №3. С. 44-47.
2. Коростылева Л. А. Парфенова Т. В., Текутьева Л. А. и др. Живой квас с использованием нетрадиционного сырья // Пиво и напитки. 2013. №1. С. 20-22.
3. Сергеева И. Ю., Унщикова Т. А., Рысина В. Ю. Направление совершенствования технологии кваса брожения на основе анализа современных научно-технических разработок // Техника и технология пищевых производств. 2014. №3. С. 69-70.
4. Биотехнологии порошкообразных солодовых экстрактов на основе нетрадиционного сырья и проектирование напитков с функциональными свойствами: монография / Г. В. Агафонов и др. Воронеж, 2014. 126 с.
5. Шлыкова А. П., Колобаева А. А., Котик О. А. Исследование растительных экстрактов как сырья для производства кваса брожения // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8. С. 319.
6. Зарубин Д. А. Новые виды сырья в производстве кваса // Продукты питания и рациональное использование сырьевых ресурсов: Сборник научных работ. Вып. 18. Кемерово: КемТИПП, 2009. С. 43-45.
7. Кочеткова, А. А., Воробьева В. М., Смирнова Е. А. и др. Научное обоснование составов и свойств функциональных напитков // Пиво и напитки. 2011. №6. С. 18-21.
8. Палагина М. В., Исаенко Е. А., Набокова А. А. и др. Новые квасы с использованием сиропов из дальневосточных дикоросов // Вестник ТГЭУ. 2011. №4. С. 65-68.

References

1. Klimov, R.V. (2010). Aspekty razrabotki tekhnologii i retseptur napitkov brozheniya kak funktsional'nykh produktov. Tekhn. i tovaroved. innovats. pishch. prod. №3. 44-47.
2. L.A. Korostyleva, T.V. Parfenova, L.A. Tekut'yeva (2013). ZHivoy kvas s ispol'zovaniyem netraditsionnogo syr'ya. Pivo i napitki. №1. 20-22.
3. I.Yu. Sergeyeva, T.A. Unshchikova, V.Yu. Rysina (2014) Napravleniye sovershenstvovaniya tekhnologii kvasa brozheniya na osnove analiza sovremennykh nauchno-tekhnicheskikh razrabotok. Tekhnika i tekhnologiya pishchevykh proizvodstv. №3. 69-70.
4. G.V. Agafonov, E.A. Korotkikh, I.V. Novikova (2014) Biotekhnologii poroshkoobraznykh solodovykh ekstraktov na osnove netraditsionnogo syr'ya i proyektirovaniye napitkov s funktsional'nymi svoystvami: monografiya. – Voronezh: Nauchnaya kniga. 126.
5. A.P. SHlykova, A.A. Kolobayeva, O.A. (2013) Kotik Issledovaniye rastitel'nykh ekstraktov kak syr'ya dlya proizvodstva kvasa brozheniya Sovremennyye naukoyemkiye tekhnologii. №8. 319.
6. Zarubin D.A. (2009). Novyye vidy syr'ya v proizvodstve kvasa. Produkty pitaniya i ratsional'noye ispol'zovaniye syr'yevykh resursov: Sbornik nauchnykh rabot. V. 18. – Kemerovo: KemTIPP. 43-45.

7. .A. Kochetkova, V.M. Vorob'yeva, E.A. Smirnova (2011) Nauchnoye obosnovaniye sostavov i svoystv funktsional'nykh napitkov. Pivo i napitki. №6. 18-21.
8. M.V. Palagina, E.A. Isayenko, A.A. Nabokova (2011) Novyye kvasy s ispol'zovaniyem siropov iz dal'nevostochnykh dikorosov. Vestnik TGEU. №4. 65-68.

SUMMARY

R. Mukoid, E. Ivanov, V. Vasyliv. *Raw material for the production of quasi with non-regularian raw material // Biological Resources and Nature Managment. – 2018. – **10**, №3–4. – P.235–240. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.030*

In order to maintain a high pace of life a person must be as provided in vitamins and minerals, so the actual research and technology kvass recipes live fermentation to create complex functional soft drink with the highest possible quantitative and qualitative vitamin and mineral composition. The recipes of live kvass with the use of non-traditional raw materials, namely fruit and berry syrups of hips, cranberries, stalks, cranberries, hawthorn and fresh ginger, are considered. The listed components have a rich vitamin and mineral composition, so their use improves the quality of the kvass as a functional beverage. Kvass using non-traditional raw materials helps to normalize both physical and emotional state. By using such a drink in the diet, a person will have a sense of improving digestion, a tonic effect, and an improvement in the emotional state.

The development of new recipes will increase the demand for this non-alcoholic beverage and will improve the dynamics of the market among the producers of kvass in Ukraine and abroad, which, as a result, will lead to an increase in demand. Thus, the promise of the production of functional non-alcoholic beverages on the example of kvass is proven.

Keywords: *kvass, functional drink, fruit and berry syrups, alcohol fermentation, lactic fermentation*

АННОТАЦИЯ

Р. Н. Мукоид, Е. И. Иванов, В. П. Васылив. *Изготовления кваса из нетрадицицнного сырья // Биоресурсы и природопользование. – 2018. – **10**, №3–4. – P.235–240. https://doi.org/10.31548/bio2018.03.030*

Для того чтобы выдерживать высокий ритм жизни человек должен быть максимально обеспечен витаминами и минеральными веществами, поэтому актуальное исследование рецептур и технологий квасов живого брожения для создания комплексного функционального безалкогольного напитка, с максимально высоким количественным и качественным витаминно-минеральным составом. Рассматриваются рецептуры живого кваса с использованием нетрадиционного сырья, а именно плодово-ягодных сиропов шиповника, клюквы, калины, брусники, боярышника и свежего имбиря. Перечисленные компоненты имеют богатый витаминный и минеральный состав, поэтому их использование улучшает показатели кваса, как функционального напитка. Квас с использованием нетрадиционного сырья помогает нормализовать как физическое, так и эмоциональное состояние. Употребляя такие напиток в рацион человек будет ощущение улучшения пищеварения, тонизирующий эффект, улучшение эмоционального состояния.

Разработка новых рецептур позволит повысить спрос на данный безалкогольный напиток и улучшит динамику рынка среди производителей кваса в Украине так и за рубежом, что, как следствие, приведет к увеличению спроса. Таким образом доказана перспективность изготовления функциональных безалкогольных напитков на примере кваса.

Ключевые слова: *квас, функциональный напиток, плодово-ягодные сиропы, спиртовое брожение, молочнокислое брожение*