

ВПЛИВ ПРАЙМУВАННЯ ГІБЕРЕЛІНОМ ЗА ЯРОВИЗАЦІЇ НА РІСТ ТА ВМІСТ РОЗЧИННИХ ВУГЛЕВОДІВ В ПРОРОСТКАХ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ

В. В. ЧУМАКОВА, аспірант¹

О. О. АВКСЕНТЬЄВА, кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології
і біохімії рослин та мікроорганізмів

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

E-mail: viktoria.shulik@karazin.ua

Анотація. В роботі досліджували вплив праймування гібереліном (ГК) за яровизації на ростову реакцію, вміст та фракційний склад розчинних вуглеводів в проростках 3-х сортів озимої пшениці – Дорідна, Статна та Альянс. Моделюючи різний рівень трофічного забезпечення процесу яровизації та досліджуючи вплив ГК, у дослідах використовували наступні варіанти 1) зернівки + вода (контроль, оптимальне трофічне забезпечення); 2) зернівки + 10 мг/л ГК, (оптимальне трофічне забезпечення); 3) ізольовані зародки + вода (контроль, відсутність трофічного забезпечення) 4) ізольовані зародки + 10 мг/л ГК, (відсутність трофічного забезпечення). Яровизацію проводили протягом 45 діб за температури 4 °С в чашках Петрі на зволоженому фільтрувальному папері. За результатами дослідження встановлено, що під впливом ГК у всіх досліджуваних сортів пшениці озимої відбувалася стимуляція ростових процесів (лінійного росту та накопичення біомаси) у проростках, інтенсивність якої залежала від рівня трофічного забезпечення цих процесів. Праймування ГК у варіанті з відсутністю трофічного забезпечення неістотно стимулювало вміст вуглеводів у сортів Дорідна і Статна, дуже значно у сорту Альянс за рахунок зміни вмісту олігоцукрів. Обговорюються закономірності фітогормональної та трофічної регуляції яровизаційних процесів у пшениці озимої.

Ключові слова: *Triticum aestivum L.*, яровизація (верналізація), ГК, трофічні фактори, ростова реакція, розчинні вуглеводи.

Актуальність. Пшениця м'яка – найцінніша продовольча культура, продуктивність якої залежить від реалізації генетично закладених властивостей, а також впливу умов навколишнього середовища, що діють на кожному етапі онтогенезу рослини. Одним із найважливіших етапів розвитку рослин озимої пшениці є процес яровизації, для нормального проходження якого необхідний комплекс взаємодіючих екзо- та ендогенних факторів – температура, вода, кисень, а також забезпеченість поживними (трофічними) речовинами. Вагомим фактором регуляції перебігу яровизаційного процесу є генетичний контроль, який у пшениці м'якої

¹ Науковий керівник - О. О. Авксентьєва, кандидат біологічних наук, доцент кафедри фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна

здійснюється за системи генів *VRN*, що контролює потребу в яровизації та визначає тип розвитку рослин (ярий або озимий) та опосередковано її продуктивність (Dennis, Peacock, 2009). За сучасності в умовах глобальної зміни клімату, що в Україні супроводжується частими відлигами в зимовий період, відсутністю снігового покриву та тим самим неможливістю проходження тривалого яровизаційного періоду рослинами пшениці, можливі зміни в темпах розвитку цієї важливої сільськогосподарської культури, що призводить до втрат врожаю. Тому дослідження ендо- та екзогенних регуляторних факторів, що впливають на процес яровизації пшениці озимої є актуальним.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Яровизація має метаболічну природу, яка обумовлена перебігом фізіолого-біохімічних процесів, а роль гормональних і трофічних факторів є однією з найважливіших у процесі переходу рослин до генеративної фази розвитку (Авксентьева, Жмурко, 2011). За проходження яровизації на стадії проростків потреба в метаболітах забезпечується за рахунок запасу пластичних і біологічно активних (БАР) речовин ендосперму (Aoki et al., 2006). Розчинні вуглеводи відіграють важливу поліфункціональну роль у рослинному організмі протягом всього онтогенезу (Koch, 2004). В період яровизації – тривалої дії позитивних температур – цукри можуть виступати як трофічні субстрати, транспортні форми вуглеводів, осмоліти – захисники від низькотемпературного стресу та сигнальні молекули, які опосередковано регулюють розвиток рослин через експресію генів-регуляторів розвитку або їх епігенетичний контроль.

Серед відомих класів фітогормонів гібереліни (гіберелова кислота, ГК) виконують основну роль в процесах індукції флорального морфогенезу рослин, а також регуляції яровизації (верналізації). ГК присутні у рослинному організмі на всіх етапах розвитку, проте їх вміст та активність різних форм залежить від різноманітних механізмів регуляції фітогормонального балансу. Так, упродовж, верналізації активність ГК зростає, крім того, показано, що після періоду яровизації стимулюється експресія генів, що кодують біосинтез ГК (Shang et al., 2017). Відомо, що ГК можуть частково замінити дію низьких температур, сприяючи цвітінню деяких рослин (Pearce et al., 2013). За обробки ГК встановлені зміни у біохімічному складі рослин, а саме – зменшення вмісту білкового, небілкового та загального азоту та одночасне зростання вмісту розчинних цукрів (Firuzeh et al., 2015). Також є дані про взаємозв'язок між вуглеводами і ГК на рівні регуляції трансдукції гормональних та цукрових сигналів та їх метаболічної активності. Показано, що ГК підвищують активність ферменту сахарозофосфатсинтази, стимулюючи експорт сахарози з листя, що й призводить до репродуктивного розвитку (Silva Vieira et al., 2013).

Отже вірогідно, що гормональні та трофічні фактори можуть відігравати істотну роль у регуляції яровизаційних процесів. Незважаючи на це, даних про вплив ГК на ростову реакцію проростків та фракційний розподіл розчинних цукрів у озимої пшениці впродовж експозиції за дії низьких температур (верналізації) недостатньо.

Метою даного дослідження було вивчення впливу гіберелінів та умов трофічного забезпечення яровизаційного процесу на ростову реакцію та

вміст розчинних вуглеводів в яровизованих проростках сортів озимої м'якої пшениці.

Матеріали та методи дослідження. В якості рослинного матеріалу для досліджень використовували насіння сортів озимої пшениці м'якої *Triticum aestivum* L. – Дорідна, Статна та Альянс селекції Інституту рослинництва імені В. Я. Юр'єва НААНУ [<http://www.yuriev.com.ua/index.php?lang=ua>]. Дані сорти універсального типу використання, невибагливі до умов вирощування, мають підвищену зимостійкість та в польових умовах толерантні до основних захворювань пшениці озимої. Фізіолого-біохімічні експерименти проводили на кафедрі фізіології і біохімії рослин та мікроорганізмів Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна протягом 2016-2017 р. Моделюючи різний рівень трофічного забезпечення процесу яровизації та досліджуючи вплив ГК, у дослідах використовували наступні варіанти яровизації: 1) зернівки + вода (контроль, оптимальне трофічне забезпечення); 2) зернівки + ГК, концентрація 10 мг / л (оптимальне трофічне забезпечення); 3) ізольовані зародки + вода (контроль, відсутність трофічного забезпечення); 4) ізольовані зародки + ГК, концентрація 10 мг / л (відсутність трофічного забезпечення). Зернівки пшениці стерилізували 15 % розчином гіпохлориту натрію, пророщували в темряві за $t = 22 \pm 2^\circ \text{C}$ протягом двох діб для прокльовування. Для моделювання контрастних умов трофічного забезпечення у частини зернівок, що проклюнулись, видаляли ендосперм, залишаючи ізольовані зародки. Яровизацію протягом 45 діб за фіксованої температури $+4^\circ \text{C}$ проводили в чашках Петрі. Праймування розчином ГК здійснювали протягом яровизації, додаючи його у чашки Петрі по 5 мл щотижня. Відбір проб (10 проростків кожного варіанту) здійснювали на 45-у добу яровизації – для проведення аналізу ростової реакції та визначення вмісту вуглеводів. Визначали загальну довжину проростків, надземної частини та кореня, а також їх загальну біомасу.

Для визначення вмісту розчинних моно-, олігоцукрів та їх суми використовували метод, заснований на відновленні фериціаніду калію редуруючими цукрами у лужному середовищі до фероціаніду. Останній у присутності желатину утворює із сірчаноокислим залізом стійке синє забарвлення, за інтенсивністю якого фотоколориметричним методом визначають кількість редуруючих цукрів (Методи..., 1987).

Розчинні цукри визначали в повітряно-сухому рослинному матеріалі, для чого проростки фіксували водною парою протягом 30 хвилин за температури 110°C та підсушували протягом 1 години за температури 70°C . Витяжки цукрів отримували, екстрагуючи їх з рослинного матеріалу 80 % етиловим спиртом. У супернатанті, отриманому після 10 хвилин центрифугування витяжки при 3000 об / хв, спочатку визначали вміст редуруючих цукрів. Для визначення суми цукрів витяжки попередньо гідролізували 5 % HCl протягом 10 хвилин за 70°C . За різницею вмісту суми та моноцукрів визначали вміст олігоцукрів. Для проведення біохімічного аналізу та побудови калібрувального графіку використовували реактиви ЧДА виробництва Китай, НВФ «Сінбіас». Вміст цукрів визначали фотоколориметричним методом за використання ФЕК КФК-2МП. Проведено дві серії експериментів, біохімічні аналізи виконані у чотирьох аналітичних повтореннях. Статистична обробка даних виконана у табличному процесорі Microsoft Excel 2016. Істотність відмінностей між

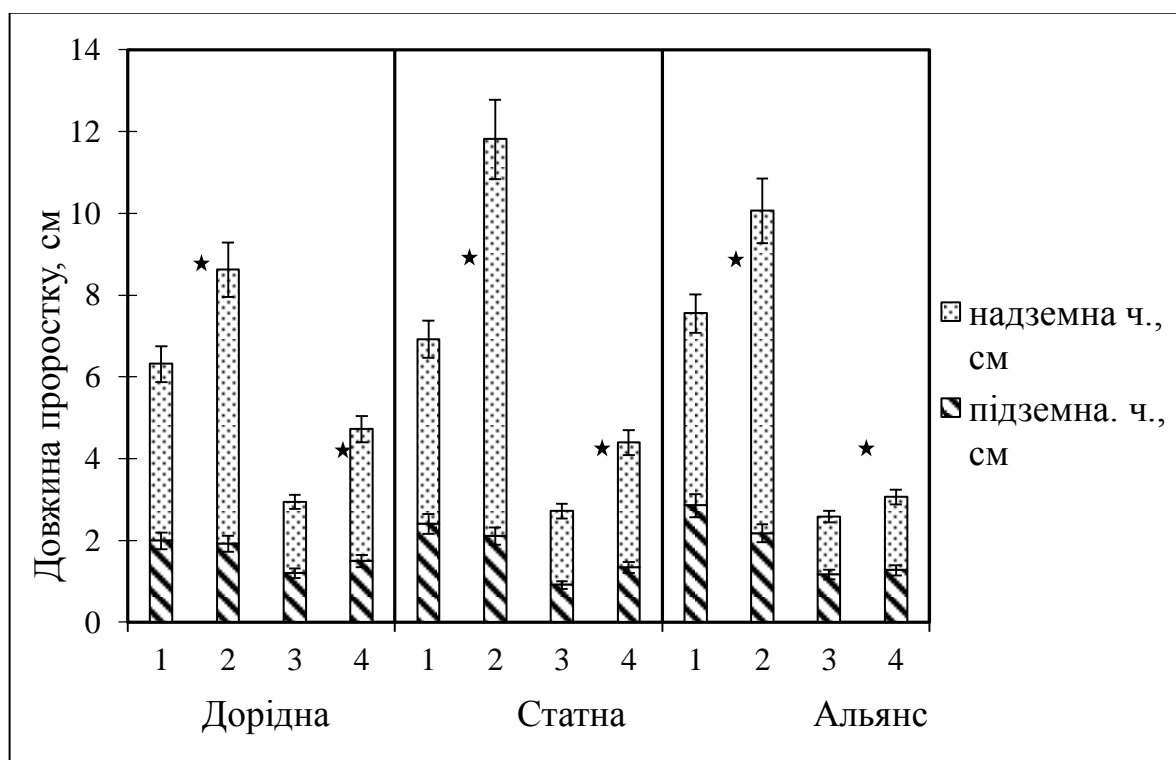
варіантами визначали з використанням t-критерія Стьюдента за $P \leq 0,05$. На графіках наведені середні значення з двох серій дослідів та їх стандартні похибки.

Результати дослідження та їх обговорення.

Ростові процеси.

Відомо, що ГК задіяні у регуляції ростових процесів, для перебігу яких необхідні трофічні речовини і, перш за все вуглеводи. Для з'ясування можливого зв'язку участі ГК у регуляції ростових процесів за яровизації пшениці озимої на різних фонах трофічного забезпечення у досліді проведено визначення лінійного росту проростків та накопичення ними біомаси.

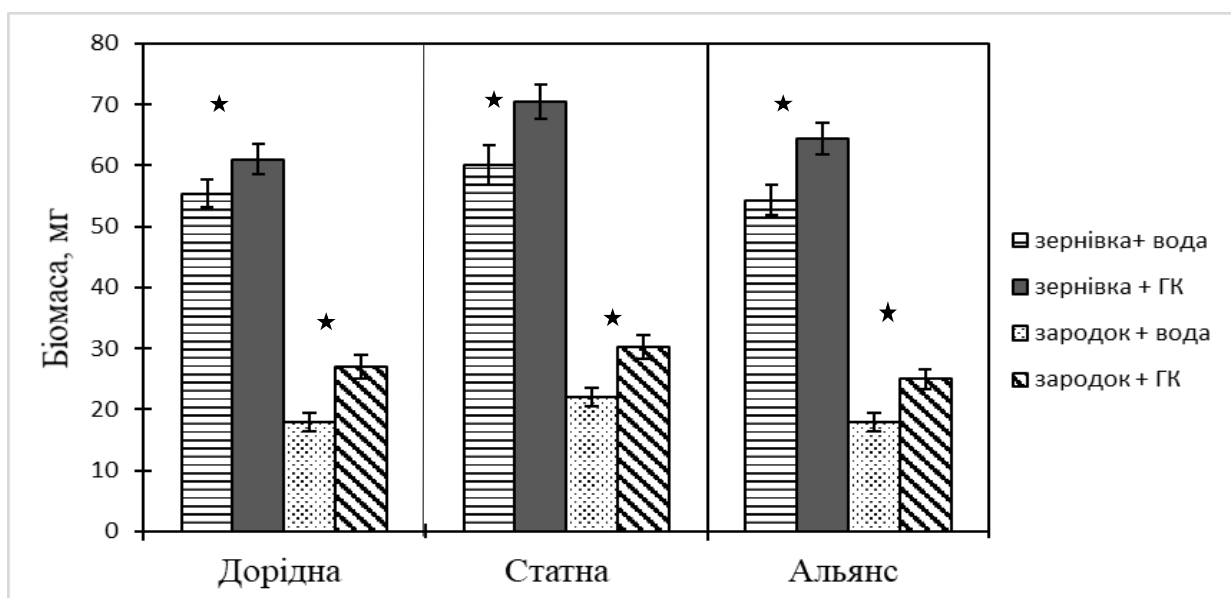
Результати визначення довжини надземної частини і кореневої системи проростків досліджуваних сортів наведені на рисунку 1. Вони показали, що у всіх сортів ГК істотно посилювала лінійний ріст надземної частини як проростків, одержаних з цілих зернівок, так і проростків, одержаних з ізольованих зародків, порівняно до відповідних контролів. Разом з тим, лінійний ріст надземної частини проростків за відсутності трофічного забезпечення був істотно пригнічений порівняно з їх ростом за оптимального забезпечення (рис. 1). Результати показали також, що у досліджуваних сортів за однакової закономірності ефектів ГК на лінійний ріст залежно від трофічного забезпечення між ними проявляються відмінності за рівнем прояву цих ефектів. У сорту Дорідна стимулювання ГК лінійного росту за оптимального трофічного забезпечення було меншим, ніж у сортів Станна і Альянс. У варіантів з відсутністю трофічного забезпечення у сорту Дорідна ефект стимулювання ростових процесів був дещо вищим, ніж у сортів Станна і Альянс. Вірогідно, це пов'язано з генотиповими особливостями сортів, які можуть бути обумовлені різним рівнем фітогормональної регуляції перебігу трофічних процесів.



★ - різниця достовірна при $p \leq 0,05$

Рис. 1. Вплив ГК на ростову реакцію проростків сортів озимої пшениці за контрастних трофічних умов яровизації. Варіанти дослідів: 1 – зернівки + вода (контроль); 2 – зернівки + ГК; 3 – зародки + вода (контроль); 4 – зародки + ГК.

Інтегральним показником функціонування рослинного організму є біосинтетичні процеси, які характеризуються накопиченням біомаси рослиною. Тому ми визначали біомасу проростків досліджуваних сортів пшениці за яровизації на фоні різного рівня трофічного забезпечення цього процесу та праймування насіння розчином ГК. Результати дослідження показали, що біомаса проростків за умов оптимального трофічного забезпечення яровизації майже у 3 рази перевищувала біомасу проростків, що проходили яровизацію за нестачі трофічного фактору (рис. 2). ГК як в умовах оптимального трофічного забезпечення (варіант зернівки + ГК), так і за його дефіциту (варіант ізольовані зародки + ГК) стимулювала накопичення біомаси у всіх досліджуваних сортів.



★ - різниця достовірна при $p \leq 0,05$

Рис. 2. Вплив ГК на накопичення біомаси проростків сортів озимої пшениці за контрастних трофічних умов яровизації.

Факт стимуляції ГК лінійного росту і накопичення біомаси у варіанту зернівки + ГК, порівняно до варіанту зернівки + вода пояснюється наступним. Відомо, що ГК при проростанні насіння, поступаючи через щиток зародка до ендосперму, зумовлює зростання активності амілолітичного комплексу, у результаті чого запасний крохмаль гідролізується до D-глюкози та інших простих вуглеводів, які забезпечують ростові процеси необхідною речовиною та енергією (Aoki et al., 2006). Стимуляція ГК ростових процесів у проростках, одержаних з ізольованих зародків, може бути пов'язана з посиленням обмінних процесів за рахунок зростання активності ферментів, у тому числі сахарофосфатсинтази (Silva Vieira et al., 2013), яке відбувається за дії ГК.

Той факт, що ефекти ГК на ростові процеси зі значно більшою інтенсивністю проявляються у всіх сортів у варіантах з оптимальним трофічним забезпеченням, ніж за його відсутності, свідчить про зв'язок регуляції росту цим гормоном з трофічними факторами за яровизації пшениці озимої.

За результатами наших попередніх досліджень показано, що упродовж яровизації в умовах оптимального трофічного забезпечення екзогенна сахароза (3 % розчин) гальмувала ростові процеси, а за дефіциту трофічних факторів стимулювала ростову реакцію проростків озимої пшениці та пролонговано впливала на фенотайпінг рослин, що може свідчити про те, що цей вуглевод має безпосередній вплив та важливе значення на підготовку рослин до яровизації та успішного її протікання (Авксентьєва, Шулік, 2017).

Таким чином, визначення ростових процесів сортів пшениці озимої показало їх залежність від трофічної забезпеченості за яровизації. Встановлено, що праймування гібереліном насіння досліджуваних сортів за яровизації інтенсивно стимулює ростову реакцію проростків, як в умовах оптимального так і дефіциту трофічного забезпечення. Ці результати дають підставу припустити, що трофічне забезпечення процесу яровизації поряд з біологічно активними речовинами та генетичними факторами, може виступати вагомим чинником регуляції процесів росту і, вірогідно, розвитку пшениці озимої.

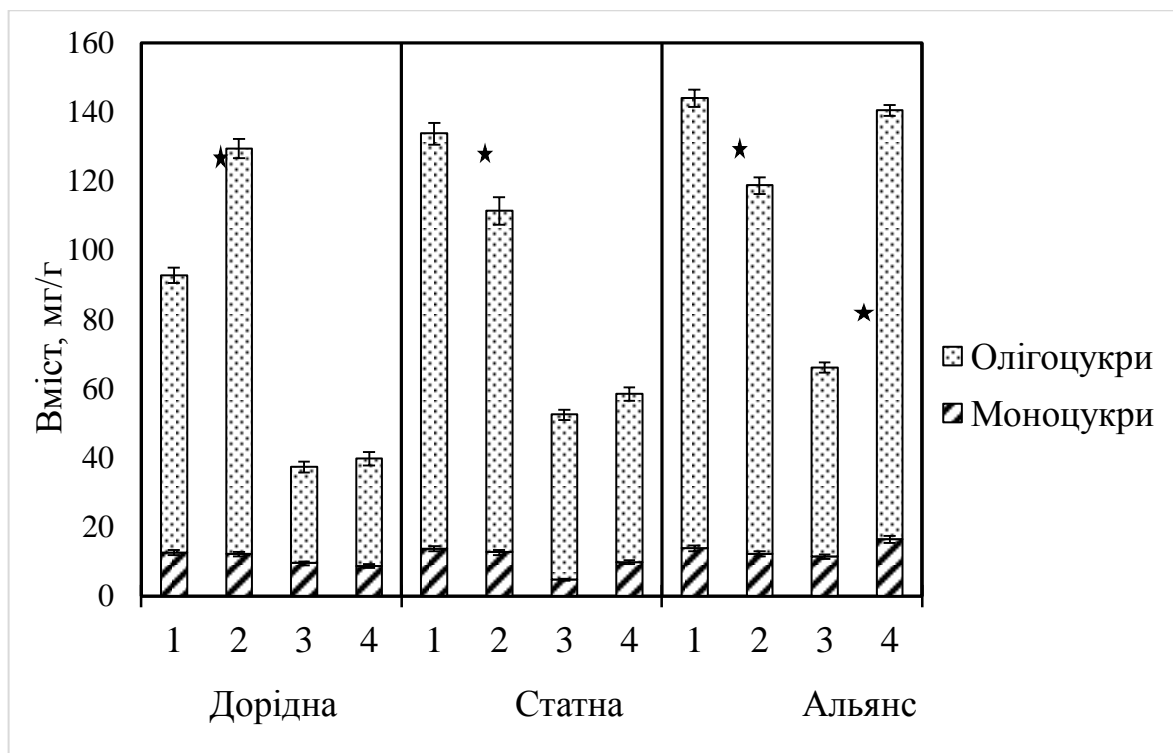
Вміст вуглеводів.

Вуглеводи відіграють істотну роль як сигнальні молекули у регуляції росту і розвитку рослин шляхом участі у експресії/репресії генів (Koch, 2004). Вірогідно, їх регуляторний ефект реалізується, коли в компартментах клітини досягається певна оптимальна концентрація, але не може реалізуватися коли їхній вміст виходить за межі оптимуму – стає надмірним або недостатнім. Про це побічно може свідчити встановлений нами факт залежності ростових процесів від рівня трофічної забезпеченості проростків за яровизації.

Дослідження впливу контрастних умов трофічного забезпечення та гіберелінів на вміст розчинних цукрів показали, що після 45 діб яровизації у всіх сортів озимої пшениці найнижчий вміст вуглеводів був у проростків варіанту ізольовані зародки + вода (умови дефіциту трофічного забезпечення) (рис. 3). Також у всіх варіантах вміст моноцукрів був нижчим порівняно до вмісту олігоцукрів. Так як моноцукри є найбільш метаболічно активними вуглеводами, можливо, вони в максимальній кількості витрачаються вже на перших етапах яровизації, а по її завершенню (у наших дослідах на 45 добу) вміст їх вичерпується для забезпечення біосинтезів. Результати визначення вмісту вуглеводів показали (рис. 3), що незалежно від варіантів досліду у проростках сорту Дорідна він був нижчим, ніж у сортів Статна і Альянс. У варіанті з оптимальним трофічним забезпеченням праймування ГК зумовлювала зростання вмісту вуглеводів у проростках сорту Дорідна, але у сортів Статна і Альянс ефект ГК за цього варіанту був протилежним. У варіанті з відсутністю трофічного забезпечення ефект ГК на вміст вуглеводів у сортів Дорідна і Статна був не істотним, у той же час як у сорту Альянс він був дуже значно стимулюючим (рис.3). Описані

ефекти у всіх сортів та по варіантах дослідження проявлялися за рахунок зміни вмісту фракції олігоцукрів. Виявлені особливості прояву ефектів ГК на вміст вуглеводів пов'язані зі стимуляцією фітогормоном ростових процесів.

У сорту Дорідна вона проявлялася меншою мірою, ніж у сортів Статна і Альянс (див. рис. 1, 2), що зумовлює у першого відповідно менші витрати вуглеводів на ростові процеси, ніж у двох останніх, а відтак і нижчий їх вміст у проростках цих сортів за дії ГК.



★ - різниця достовірна при $p \leq 0,05$

Рис. 3. Вплив ГК на вміст розчинних вуглеводів в проростках сортів озимої пшениці за контрастних трофічних умов яровизації. Варіанти дослідження: 1 – зернівки + вода (контроль); 2 – зернівки + ГК; 3 – зародки + вода (контроль); 4 – зародки + ГК.

Висновки та перспективи.

1. Під впливом ГК у всіх досліджуваних сортів пшениці озимої відбувалася стимуляція ростових процесів у проростках, інтенсивність якої залежала від рівня трофічного забезпечення цих процесів.

2. Вміст вуглеводів у проростках за яровизації залежав від рівня стимулюючої дії ГК на ростові процеси.

3. Прояв ефектів праймування ГК на ростові процеси та вміст вуглеводів був різним у досліджуваних сортів, що свідчить про його залежність від генотипових особливостей сорту.

4. Гормональні та трофічні фактори у взаємодії з генотиповими особливостями сорту пов'язані у механізмах регуляції ростових процесів та, вірогідно, розвитку пшениці озимої за яровизації.

Подальше дослідження закономірностей фітогормональної та трофічної регуляції яровизаційних процесів у пшениці озимої у зв'язку з генетичним її контролем генами *Vrn* вагоме для з'ясування фізіолого-генетичних механізмів регуляції розвитку озимих злаків.

Робота виконана в рамках науково-дослідної теми «Дослідження молекулярно-генетичних та фізіолого-біохімічних механізмів яровизаційного та фотоперіодичного контролю онтогенезу рослин *in vivo* та *in vitro*» № Держреєстрації 0118U 002104.

References

1. Dennis, E., Peacock, W. (2009). Vernalization in cereals. *Journal of Biology*, 8, (57), 1–4. doi.org/10.1186/jbiol156.
2. Avksentyeva, O. A., Zhmurko, V. V. (2011). *Fiziologiya tsveteniya* [Physiology of flowering]. Kharkiv, Ukraine: V.N. Karazin KhNU, 130.
3. Aoki, N., Scofield, G. N., Wang, X.-D., Offler, C. E., Patrick, J. W., Furbank, R. T. (2006). Pathway of Sugar Transport in Germinating Wheat Seeds. *Plant Physiology*, 141 (4), 1255–1263. doi: 10.1104/pp.106.082719.
4. Koch, K. (2004). Sucrose metabolism: regulatory mechanisms and pivotal roles in sugar sensing and plant development. *Current Opinion in Plant Biology*, 7 (3), 235–246. doi: 10.1016/j.pbi.2004.03.014.
5. Shang, M., Wang, X., Zhang, J., Qi, X., Ping, A., Hou, L., Xing, G., Li, G. and Li, M. (2017). Genetic Regulation of GA Metabolism during Vernalization, Floral Bud Initiation and Development in Pak Choi (*Brassica rapa* ssp. *Chinensis* Makino). *Front. Plant Sci.*, 8, 1533. doi: 10.3389/fpls.2017.01533.
6. Pearce, S., Vanzetti, L.S., Dubcovsky J. (2013). Exogenous Gibberellins Induce Wheat Spike Development under Short Days Only in the Presence of VERNALIZATION1. *Plant Physiology*, 163, 1433-1445. doi: 10.1104/pp.113.225854.
7. Firuzeh, R., Khavari-Nejad, R. A., Najafi, F., Saadatmand, S. (2015). Effect of Gibberellins on Sugar, Protein and Malondialdehyde Contents in Savory Plant (*Satureja hortensis* L.) under Salt Stress. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 5 (7S), 23-29.
8. Silva Vieira, M. R., Simoes, A. N., Rocha, A. T., Silva, L. Z., Sousa, P. A. (2013). Relationship between gibberellins and carbohydrates in vegetable products. *African Journal of Plant Science*, 7 (10), 445-447. doi: 10.5897/ajps2013.1054
9. Ermakov, A. I., Arasimovich, V. V., M. I., Yarosh, N. P. et al ed. (1987). *Metody byokhymycheskoho yssledovaniya rastenyi* [Methods for the biochemical analysis of plants]. Lenynhrad: Ahropromyzdat, 430 s.
10. Avksentyeva, O. A., Shulik, V. V. (2017). *Doslidzhennya vplyvu kontrastnykh umov trofichnoho zabezpechennya za yarovyzatsiyi na mitotychnu aktyvnist' merystem, rist ta rozvytok ozymoyi pshenytsi* [Research of influence of contrasting trophic conditions of vernalization on the mitotic activity of meristems, growth and development of winter wheat]. *ScienceRise: Biological Science*, 2 (5), 4–9. doi: 10.15587/2519-8025.2017.99664.

ВЛИЯНИЕ ПРАЙМИРОВАНИЯ ГИББЕРЕЛЛИНОМ В ПЕРИОД ЯРОВИЗАЦИИ НА РОСТ И СОДЕРЖАНИЕ РАСТВОРИМЫХ УГЛЕВОДОВ В ПРОРОСТКАХ ПШЕНИЦЫ МЯГКОЙ

В.В. Чумакова, О.А. Авксентьева

Аннотация. В работе исследовали влияние праймирования гиббереллином (ГК) в период яровизации на ростовую реакцию, содержание и

фракционный состав растворимых углеводов в проростках 3-х сортов озимой пшеницы - Доридная, Статная и Альянс. Моделируя различный уровень трофического обеспечения процесса яровизации и исследуя влияние ГК, в опытах использовали следующие варианты 1) зерновки + вода (контроль, оптимальное трофическое обеспечение); 2) зерновки + 10 мг / л ГК, (оптимальное трофическое обеспечение); 3) изолированные зародыши + вода (контроль, отсутствие трофического обеспечения); 4) изолированные зародыши + 10 мг / л ГК, (отсутствие трофического обеспечения). Яровизацию проводили в течение 45 суток при температуре 4 °С в чашках Петри на увлажненной фильтровальной бумаге. По результатам исследования установлено, что под влиянием ГК во всех исследуемых сортах пшеницы озимой происходила стимуляция ростовых процессов (линейного роста и накопления биомассы) в проростках, интенсивность которой зависела от уровня трофического обеспечения этих процессов. Праймирование ГК в варианте с отсутствием трофического обеспечения несущественно стимулировало содержание углеводов у проростков сортов Доридная и Статная, очень значительно у сорта Альянс за счет изменения содержания фракции олигосахаров. Обсуждаются закономерности фитогормональной и трофической регуляции яровизационных процессов у озимой пшеницы.

Ключевые слова: *Triticum aestivum* L., яровизация (вернализация), ГК, трофические факторы, ростовая реакция, растворимые углеводы.

INFLUENCE OF GIBBERELIN PRIMING ON GROWTH AND CONTENT OF SOLUBLE CARBOHYDRATES IN SEEDLING OF SOFT WHEAT UNDER VERNALIZATION

V.V. Chumakova, O.O. Avksentiyeva

Abstract. The present study was designed to investigate the influence of gibberellin (GA) priming under vernalization on the growth response, content and fractional composition of soluble carbohydrates in seedlings of 3 varieties of winter wheat - Doridna, Statna and Alians. Modeling different levels of trophic support of the vernalization process and investigating the influence of GA, the following variants were used in the experiments: 1) grains + water (control, optimal trophic support); 2) grains + 10 mg / l GA₃, (optimal trophic support); 3) isolated embryos + water (control, lack of trophic support); 4) isolated embryos + 10 mg / l GA₃ (lack of trophic support). Vernalization was carried out during 45 days at 4 ° C in Petri dishes on wet filter paper. According to the results, the stimulation of growth processes was identified under the GA effect in all investigated winter wheat varieties. The stimulation occurred as linear growth and biomass accumulation of seedlings, the intensity of which depended on the level of trophic support of these processes. The GA priming in the variant with the lack of trophic support did not significantly stimulate the content of carbohydrates in the varieties Doridna and Statna. It noticeably stimulated the content of carbohydrates in the Alians variety due to changes of oligosaccharides

content. The patterns of phytohormonal and trophic regulation of vernalization processes in winter wheat are discussed.

Keywords: Triticum aestivum L., vernalization, GA, trophic factors, growth reaction, soluble carbohydrates.