ЗАХИСТ І КАРАНТИН РОСЛИН

УДК: 632.8:633.15
http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/editor/submission/13085

ОСОБЛИВОСТІ ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ШКІДНИКІВ СОНЯШНИКУ

М. М. ДОЛЯ, *доктор сільськогосподарських наук,*
професор кафедри інтегрованого захисту та карантину рослин
Р. М. МАМЧУР, *кандидат економічних наук,*
доцент кафедри банківської справи та страхування
С. Ю. МОРОЗ, *аспірант*
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: SergeyMoroz95@ukr.net

Анотація. *В системі державного фітосанітарного моніторингу безпілотні літальні апарати (БПЛА), є високоефективною складовою точного землеробства із високоефективним контролем чисельності шкідників соняшнику, При цьому безпілотники своєчасно і масштабно проводять дистанційний моніторинг фітосанітарного стану соняшнику на різних земельних ділянках зі збором даних, обробкою і моделюванням структури ентомокомплексу шляхом раціонального використання вихідних даних та оцінки комплексу факторів.*

Впровадження новітніх технологій і методів для функціональних, експлуатаційних і структурних оцінок ентомокомплексів, використання БПЛа дозволяють проводити та коригувати посів соняшнику та інших сільськогосподарських культур, для отримання оптимальної густоти стояння рослин на одиницю площі. У даній статті представлені матеріали досліджень, пов'язаних з дистанційним моніторингом шкідників соняшнику, який включає оцінку факторів, що впливають на обстеження фітосанітарного стану посівів, зокрема – елементи живлення та фізіологічний стан рослин.

Ключові слова: *фітосанітарний моніторинг, безпілотний літальний апарат, фізіологічний стан, елементи живлення, соняшник*

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських. наук, професор М. М. Доля

Актуальність теми дослідження.

У сучасних умовах розвитку сільського господарства, адаптування прогресивних технологій захисту рослин від комплексу шкідників, досягається шляхом впровадження новітніх форм моніторингу як основи своєчасності та якості логістики ресурсоощадних способів контролю комплексу фітофагів.

Використання науково обґрунтованого моніторингу шкідників і логістики в сільськогосподарських культур у Лісостепу України сприяє прогресивному розвитку господарств із залученням довготривалих інвестицій, зміцненню економічної, технологічної та фітосанітарної безпеки країни.

Мета дослідження *– уточнити особливості моніторингу ентомокомплексу соняшнику із використанням дронів*. Визначити основні переваги та недоліки використання безпілотних літальних апаратів у *фітосанітарному моніторингу.*

Матеріали і методи досліджень.

Дослідження проводили за загальноприйнятими методиками, із застосуванням *розрахунково-порівняльного та математично-статистичного методів аналізу експериментальних даних (Borzykh O.I. et al., 2018).*

Результати досліджень та їх обговорення.

Сучасні технології модернізації систем землеробства направлені на оптимізацію ресурсоощадних заходів. Зокрема, методів точного землеробства, що враховує кількісну та якісну оцінку фітосанітарного стану й агроценозів, внутрішню просторову мінливість та інформацію щодо підвищення ефективності управління структурами ентомокомплексів *(Brisco B. et al., 1998; Peña-Barragan J.M. et al., 2010).* Для вирішення цього завдання важливим є збір інформації, яка безпосередньо впливає на розмноження комплексу фітофагів і ріст та розвиток рослин, із рівнем забезпеченості сільськогосподарських культур поживними речовинами, та шкідливість фітофагів *(*Agüera*,* Fabio Carvajal *&* Pérez*., 2010).*

Вказується на основні розробки і використання дистанційного моніторингу із вегетаційними індексами (ВІ) надземної частини рослин та алгебраїчним поєднанням зареєстрованих коефіцієнтів відбиття у різних спектральних смугах. Зокрема – інформацію про заселення посівів фітофагами структуру рослинного покриву, стан рослинності, фотосинтетичний потенціал, щільність листків і вміст у них води, реакцію на зміни рівнів мінерального живлення, пошкодження їх шкідниками чи несприятливими кліматичними умовами *(Jensen, 2007).*

Найбільш відомим ВІ є нормалізований різницевий вегетаційний індекс рослинності NDVI (Normalized Difference Vegetation Index).

Так, зелені рослини в процесі фотосинтезу поглинають основну частину видимого світлового спектра і відбивають хвилі ближнього інфрачервоного характеру дій. Водночас розраховується NDVI індекс, як різниця значень червоного та ближнього інфрачервоного спектра, розділена на їх суму. Втім недостатньо вивченим є дистанційна оцінка ступеня пошкодження рослин фітофагами. Характеризуючи щільність об’єктів спостере-

жень агроценозу, NDVI вказується на ті ділянки поля, які потребують пересіву, або застосування засобів захисту рослин та добрив *(Anonymous, 2017)*.

Таким чином, показники BI, обчислені за супутниковими даними Sentinel2A, в дослідженні ентомокомплексу посівів соняшнику виявляють інверсію стану посівів на усіх етапах органогенезу і можуть бути використано для створення моделей прогнозу фітосанітарного стану агроценозу. Високоефективним є моніторинг посівів впродовж весняно-літньої вегетації й особливо на перших етапах органогенезу рослин за вегетаційними індексами супутника Sentinel2A *(Zholobak, 2017)*.

Заслуговують на увагу карти стану посівів, розраховані на основі NDVI індексу, а також карти продуктивності, як один з елементів для отримання електронних карт-завдань і ефективного впровадження систем точного землеробства та ресурсоощадних технологій контролю чисельності шкідників соняшнику.

Характерно, що супутники для проведення знімання посівів польових культур розрізняються за багатьма параметрами – починаючи від періодичності проходження над конкретним регіоном, закінчуючи можливим спектром знімання камери.

Перевагою використання супутникових систем є їх уніфікованість багатьох сервісів для користування з отриманням історії дослідної ділянки за останні кілька років. Ця інформація включає: оцінку структурного стану сівозміни, сезонну динаміку розвитку біомаси на певних полях, межі продуктивних зон.

Переваги:

- Розрахунок вегетаційних індексів, що характеризують стан рослин;
- автоматична обробка даних, щодо фітосанітарних показників і стану посівів;
- безкоштовний доступ до інформації;
- можливість отримання історії полів.

Недоліки:

- Залежність якості знімків від хмарності;
- отримання знімків один раз у 5-8 днів
- розширення фотознімків гірше ніж за використання дронів.

Доцільно відмітити, що застосування дронів спрощує збір фітосанітарної інформації про стан посівів соняшнику. На відміну від супутника, дрони порівняно мобільний інструмент з більшою деталізацією даних. Внаслідок того, що висота польоту дрона зазвичай знаходиться в межах від 100 до 300 метрів над поверхнею землі, можливо отримати знімки з роздільною здатністю в сан-

Порівняльна характеристика показників супутникових систем та БПЛА (за Anonymous, 2017)

Показники	Супутник (10-250 м)	Супутник (60 см – 1,5 м)	Дрон
Реальна площа поля, його рельєф	-	-	+
Стан земельної ділянки, наявність солончаків, підтоплень, блюдець.	-	+	+
Якість виконаних операцій	-	-	+
Стан та динаміка вегетації на основі індексу NDVI	+	+	+
Наявність бур’янів на полі	-	-	+

тиметрах на піксель. Дрони дозволяють збирати величезну кількість інформації зокрема по динаміці розмноження шкідників соняшнику в найкоротші терміни. В середньому один екіпаж здатний за день обробити до 2 500 гектар.

Для сучасних ентомологічних спостережень в агробіоценозах застосовуються різні види БПЛА: з фіксованим крилом, дрони-коптери з 4, 6, 8 гвинтами. Головні відмінності між БПЛА з фіксованим крилом і коптерами показані в характеристиках. Вони полягають переважно у дальності і довготривалості польоту, вантажопід'ємності, способу запуску і посадки, вартості тощо.

Головна особливість дронів – можливість використання спектральних камер, які дозволяють отримувати знімки в ближньому інфрачервоному спектрі. На підставі таких знімків відбувається розрахунок NDVI індексів. Звичайні камери також можна застосовувати для цих цілей після проведення деяких модифікацій або додаткової обробки даних.

Переваги:

- висока мобільність і оперативність проведення знімання;
- точність від 2 сантиметрів;
- можливість зніманняв умовах хмарності;
- висока продуктивність.

Недоліки:

- вплив погодних умов на якість проведення знімання;
- наявність «no fly zone» біля аеропортів, військових та інших режимних об'єктів;
- вартість.

Однак якісно проводити фітосанітарний моніторинг із використанням супутників або застосуванням дронів можливо, починаючи з передпосівної підготовки ґрунту і закінчуючи збором врожаю.

Перед посівом головним чином аналізується зовнішній стан ґрунту. Основна інформація фітосанітарного моніторингу за допомогою супутника або дронів на цьому етапі – якість проведення передпосівного обробітку ґрунту. Дрон також застосовуються для складання точної карти рельєфу, де зазначаються всі перепади висот, яри та інші природні об›єкти й місця екотонів.

Після посіву, проводять моніторинг схожості, густоти посівів і пошкодження рослин фітофагами. На цьому етапі аналізується рівень втрат рослин, визначається потреба пересіву. Супутниковий моніторинг і використання дронів дозволяє виявити проблеми густоти посівів та зони неоднорідності і ступінь пошкодження шкідниками сходів.

У досходовий період та фазі сім'ядольних листків, посівам соняшнику шкодить велика кількість ґрунтових шкідників, а саме дротяники Elateridae, чорнотілки Tenebrionidae, гусениці озимих совок *Agrotis segetum* Schiff., імаго кравчика головача *Lethrus apterus* Laxm., сірий *Tanymecus palliatus* F. та чорний *Psalidum Maxillosum* F. бурякові довгоносики, які призводять до зрідження сходів, та у випадку масових вогнищ шкідників у період вирощування можуть призвести до знищення більшої частини посівів соняшника. Тому завчасне виявлення даного типу пошкоджень соняшнику шкідниками сприяє оптимізації системи захисту та збереження врожаю.

Визначення кількості рослин на гектар є важливим показником для оцінки польової схожості. У результаті ефективність визначення урожаю соняшника виключно встановлюється внаслідок точного підрахунку схожих рослин на одиницю площі, із використанням світло зелених та жовтих спектрів фотокамер дронів *(Assefa, 2016; Testa, Reyneri and Blandino 2016)*

Між тим відмінності між візуальним і цифровим підрахунком рослин можуть бути обумовлені різними факторами. Занадто пізня візуалізація росту рослин може не дозволити відокремити молоде листя від пошкодженого. Рослини, які ростуть дуже близько один до одного, з посиленими ефектами перекриття, можуть привести до підрахунку меншої кількості рослин. Цей ефект частіше зустрічається в системах, де відстань між рослинами менша за рекомендовані норми висіву соняшнику та інших сільськогосподарських культур.

Крім того, молоді, недостатньо розвинені та зелені листки соняшнику не можуть бути адекватно відокремлені від пошкодженого листя з використанням процедури посилення контрасту «decorrstrech», коли рослини випереджають інші за стадіями розвитку. Водночас середні значення даних фотознімків близькі до нуля, що вказує на тісний зв›язок між числовими і візуально підрахованими числами рослин. Після отримання зображень та їх обробки створюється карта поля, яка ілюструє повну картину густоту рослин на одиницю площі. Це дозволяє дослідникам визначати вплив фітофагів на ріст і розвиток соняшнику і управляти посівом та оцінювати рівномірність розподілу й ступінь пошкодження рослин на полі, показуючи динаміку впливу фітофагів на ріст та розвиток культурних рослин *(Blackmore, 2000)*.

У кінці вегетаційного періоду, перед збиранням врожаю, моніторинг повторюється. Це дозволяє уточнити терміни збору врожаю і остаточно спрогнозувати врожайність гібридів соняшнику.

Важливою складовою дистанційного моніторингу, є зображення як пошкоджених рослин шкідниками, так і забезпеченості соняшнику елементами живлення протягом вегетації *(Reyniers, Vrinsts and Baerdemaeker 2004)*.

Відомо, що у листках більшість азоту міститься в молекулах хлорофілу, таким чином існує тісний взаємозв›язок між азотним живленням і вмістом у рослинах хлорофілу *(Han, Hedrickson and Ni 2001)*, що є базисом для прогнозування вмісту азоту в рослинах і їх впливом на розмноження шкідників шляхом вимірювання відбиваючої здатності листкової пластини *(Filella, Serrano and Peñuelas 1995)*. Збільшення відбиваючої здатності в основному пов›язано зі зменшенням умісту хлорофілу, що переважно викликано недостат-

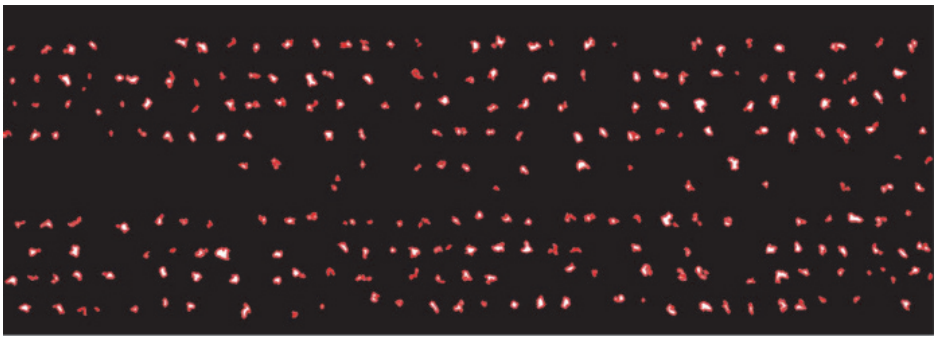

Рис. 1. Оцінка густоти посівів за допомогою систем дистанційного моніторингу (*Gnädinger and Schmidhalter*, *2017)*

Рис. 2. Етапи моніторингу стану посівів соняшнику з використання дронів

Групи шкідливих видів комах в сучасній систем дистанційного діагностики у посівах соняшнику

№	Види	Строки моніторингу	Супутні фактори
1	2	3	4
		Ґрунтові шкідники	
1.	Ковалик посівний *Agriotes sputator* L	- проростання та сходи (00-09 BBCH); - сім'ядольні листки – одна пара справжніх лисків (10-12 BBCH)	- Зрідження сходів (зменшення густоти посівів) -Зменшення фотосинтезуючої площі
2.	Ковалик степовий *Agriotes gurgistanus* Fald.	- проростання та сходи (00-09 BBCH); - сім'ядольні листки – одна пара справжніх лисків (10-12 BBCH)	-Зрідження сходів (зменшення густоти посівів) -зменшення фотосинтезуючої площі
3.	Ковалик широкий *Selatosomus latus* L.	- проростання та сходи (00-09 BBCH); - сім'ядольні листки – одна пара справжніх лисків (10-12 BBCH)	-Зрідження сходів (зменшення густоти посівів) зменшення фотосинтезуючої площі
4.	Мідляк кукурудзяний *Pedinus femoralis* L.	- проростання та сходи (00-09 BBCH); - сім'ядольні листки – одна пара справжніх лисків (10-12 BBCH)	Зрідження сходів (зменшення густоти посівів) зменшення фотосинтезуючої площі
5.	Мідляк піщаний *Blaps halophila* Fishw.	- проростання та сходи (00-09 BBCH); - сім'ядольні листки – одна пара справжніх лисків (10-12 BBCH)	Зрідження сходів; (зменшення густоти посівів) зменшення фотосинтезуючої площі
6.	Мідляк степовий *Opatrum sabulosum* L.	- проростання та сходи (00-09 BBCH); - сім'ядольні листки – одна пара справжніх лисків (10-12 BBCH)	Зрідження сходів; (зменшення густоти посівів) зменшення фотосинтезуючої площі

Продовження таблиці

1	2	3	4
7.	Мідляк чорний *Oodescelis polita* Strum.	- проростання та сходи (00-09 BBCH); -сім'ядольні листки – одна пара справжніх лисків (10-12 BBCH)	Зрідження сходів; (зменшення густоти посівів) зменшення фотосинтезуючої площі
8.	Мідляк широкогрудий *Blaps lethifera* Marsch	проростання та сходи (00-09 BBCH); -сім'ядольні листки – одна пара справжніх лисків (10-12 BBCH)	Зрідження сходів; (зменшення густоти посівів) зменшення фотосинтезуючої площі
9.	Озима совка *Agriotes sputator* Schiff.	- проростання та сходи (00-09 BBCH); - сім'ядольні листки – одна пара справжніх лисків (10-12 BBCH)	Зрідження сходів; (зменшення густоти посівів) - зменшення фотосинтезуючої площі
10.	Сірий буряковий довгоносик *Tanymecus palliatus* F	Гіпокотиль пробиває поверхню ґрунту – сім'ядольні лиски (08-10 BBCH)	Зрідження густоти посівів
11.	Чорний буряковий довгоносик *Psalidium Maxillosum* F.	Гіпокотиль пробиває поверхню ґрунту – сім'ядольні лиски (08-10 BBCH)	- Зрідження густоти посівів
Внутрішньо-стеблові шкідники			
12.	Шипоноска соняшникова *Mordellistena parvula* Gyll.	Дві пари справжніх лисків – засихання (14-99 BBCH)	Пригнічення посівів; Пожовтіння; Заламлювання стебел
13.	Соняшниковий вусач *Agapanthia dahli* Richt.	Дві пари справжніх лисків – засихання (14-99 BBCH)	Пригнічення посівів; Пожовтіння; Заламлювання стебел;
Шкідники листя			
14.	Лучний метелик *Loxostege stiticalis* L.	П'ять справжніх лиски – стадія зірочки (15-51 BBCH)	Зменшення фотосинтезуючої площі; Грубе об'їдання лисків
15.	Геліхризова попелиця *Brachycaudus helichrysi* Kalt.	П'ять справжніх лиски – стадія зірочки – кінець цвітіння (15-69 BBCH)	Пожовтіння листової поверхні, засихання; Механічні пошкодження; Розвиток хвороб
16.	Люцернова совка *Heliothis viriplaca* Hfn.	П'ять справжніх лиски – стадія зірочки (15-51 BBCH)	- зменшення фотосинтезуючої площі; - пожовтіння листя, засихання.
17.	Полинова совка *Schinia scutosa* Den. et Schiff.	П'ять справжніх лиски – стадія зірочки (15-51 BBCH)	- зменшення фотосинтезуючої площі; - пожовтіння листя, засихання - механічні пошкодження.

Продовження таблиці

1	2	3	4
Шкідники генеративних органів			
18.	Соняшникова міль *Homoesoma nebulellum* Schiff.	Стадія зірочки – повна стиглість (51-89)	- пригнічення розвитку генеративні органів
19.	Бавовникова совка *Helicoverpa armigera* Hb.	Стадія зірочки – повна стиглість (51-89)	- пригнічення розвитку генеративні органів
20.	Геліхризова попелиця *Brachycaudus helichrysi* Kalt.	Стадія зірочки – повна стиглість (51-89)	- пригнічення розвитку генеративні органів

нім забезпеченням азоту рослин із заселенням їх фітофагами. Збільшення коефіцієнта відбивання в ближньому інфрачервоному спектрі (NIR) в основному відповідає збільшенню індексу площі листя і зеленої біомаси *(Peñuelas, Filella and Save 1996).*

Висновки та перспективи.

Застосування у сучасному землеробстві високоточних супутників та дронів для проведення дистанційного моніторингу фітосанітарного стану посівів соняшнику з оцінкою сезонної динаміки заселення посівів фітофагами й густоти посівів та постійного спостереження за фітосанітарним станом рослин сприяє забезпеченню оптимальними рішеннями щодо строків і термінів управління чисельністю шкідників у регіоні спостережень, оптимізації комплексних заходів контролю шкідників і отриманню високих та сталих врожаїв соняшнику.

Referens

1. Borzykh O.I., Retman S.V., Fedorenko V.P., Sabluk V.T., Zapolskaya N.M., Shendrik R. Ya., Borovskaya I.U., Mamraj V.V., Chelomybitko A F., Stefkivsky V.M., Orlova O.M., Sidorchuk O.V., Chekan K.V. (2018). Metodychni rekomendatsiyi shchodo skladannya prohnozu rozvytku ta obliku shkidnykiv i khvorob tekhnichnykh kul'tur. Derzh. Sluzhba Ukrayiny z pytan' bezpechnosti kharchovykh produktiv ta zakhystu spozhyvachiv. [Methodical recommendations for drawing up the forecast of development and accounting of pests and diseases of technical crops]. The state Service of Ukraine on Food Safety and Consumer Protection. Kiev. 89
2. Brisco B., Brown R.J., Hirose T., McNairn H., Staenz K. (1998). Precision agriculture and the role of remote sensing: a review. Canadian Journal of Remote Sensing, 24, 315-327.
3. Peña-Barragan J.M., Lopez-Granados F., Jurado-Exposito M., García-Torres L. (2010). Sunflower yield related to multitemporal aereal photography, land elevation and weed infestation. Precision Agriculture, 11, pp. 568-585.
4. Agüera F., Fabio Carvajal, Pérez M. (2012) Measuring sunflower nitrogen status from an unmanned aerial vehicle-based system and an on the ground device. international Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XXXVIII-1/C22, 2011ISPRS Zurich 2011 Workshop, 14-16 September 2011, Zurich, Switzerland. DOI: 10.5194/isprsarchives-XXXVIII-1-C22-33-2011
5. Jensen J. R. (2007) Remote sensing of the environment: an Earth resource perspective: 2nd (second) Edition — Upper Saddle River, NJ: PrenticeHall, Inc. 592 p.

6. Smart Farming. (2017). Droniv i suputnykiv: monitorynh stanu sil's'kohospodars'kykh kul'tur protyahom sezonu [The drones and satellites: monitoring the state of crops during the season]. Retrieved form. URL: https://smartfarming.ua
7. Zholobak M.G. (2017). Dystantsiynyy monitorynh stanu posiviv ozymoyi pshenytsi vprodovzh vesnyano-litn'oyi vehetatsiyi 2016 r. za vehetatsiynymy indeksamy suputnyka Sentinel2A (na prykladi Lisostepovoyi zony Ukrayiny) [Remote monitoring of the condition of winter wheat crops during the spring and summer vegetation of 2016 according to vegetation indices of the Sentinel2A satellite (The Forest-steppe zone of Ukraine)]. Ukrainian Earth Remote Sensing Journal, 15, 23–30.
8. Assefa Y., Vara Prasad P.V., Carter P., Hinds M., Bhalla G., Schon R., Jeschke M., Paszkiewicz S., Ciampitti I.A. (2016). Yield responses to planting density for us modern corn hybrids: A synthesis-analysis. Crop Sci., 56, 2802–2817.
9. Testa G., Reyneri A., Blandino M. (2016). Maize grain yield enhancement through high plant density cultivation with different inter-row and intra-row spacings. Eur. J. Agron., 72, 28–37.
10. Blackmore S. (2000). The interpretation of trends from multiple yield maps. Comput. Electron. Agric., 26, 37–51.
11. Friederike Gnädinger, Urs Schmidhalter (2017) Digital Counts of Maize Plants by Unmanned Aerial Vehicles (UAVs). Remote sensing, 9, 544. Doi:10.3390/rs9060544
12. Reyniers M., Vrinsts E., Baerdemaeker J., (2004). Fine-scaled optical detection of nitrogen stress in grain crops. Optical Engineering, 43, 3119-3129.
13. Han S., Hedrickson L., Ni B. (2001). Camparison of satellite remote sensing and aerial photography for ability to detect in-season nitrogen stress in corn. An ASAE meeting presentation. Paper No. 01-1142, ASAE, St Joseph, MI, USA.
14. Filella I., Serrano L., Peñuelas J. (1995). Evaluating wheat nitrogen status with canopy reflectance índices and discriminat analysis. Crop Science, 35, 1400-1405.
15. Peñuelas J., Filella I., Serrano L., Save R., (1996). Cell Wall elasticity and wáter index (R970 nm/R900 nm) in wheat under different nitrogen availabilities. International Journal of Remote Sensing, 17, 373-382.

N. Dolya, R. Mamchur, S. Moroz (2019). THE FEATURES OF PRECISION MONITORING OF SUNFLOWER INSECT PESTS. *BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 10(3): 102–111. http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/editor/submission/13085*

Abstract. *In the phytosanitary monitoring system, unmanned aerial vehicles (UAVs) are a highly efficient component of precision agriculture with high-quality control of the number of sunflower pests, while drones timely and large-scale conduct remote monitoring of the phytosanitary state of sunflower in different trial plots with data collection, processing and modeling of the entomocomplex structure by rational use of output data and assessment of a complex of factors.*

The introduction of the latest technologies and methods for functional, operational and structural assessments of the entomocomplex, the use of UAVs make it possible to carry out and adjust the sowing of sunflower and other crops to obtain the optimal plant density. This article presents research materials related to remote monitoring of sunflower pests, which includes an assessment of the factors affecting the examination of the phytosanitary state of crops, in particular, nutrients and physiological state of plants.

Keywords: *phytosanitary monitoring, unmanned aerial vehicle, physiological state, nutrition elements, sunflower.*

Н. Н. Доля, Р. М. Мамчур, С. Ю. Мороз (2019). ОСОБЕННОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ВРЕДИТЕЛЕЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА. *BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 10(3): 102–111. http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/editor/submission/13085*

Аннотация. *В системе фитосанитарного мониторинга беспилотные летательные аппараты (БПЛА), являются высокоэффективной составляющей точного земледелия с возможностью высококачественного контроля численности вредителей подсолнечника, при этом БПЛА своевременно и с охватом больших территорий проводят дистанционный мониторинг фитосанитарного состояния подсолнечника на разных земельных участках со сбором данных, обработкой и моделированием структур энтомокомплексов путем рационального использования выходных данных и оценки комплекса факторов.*

Внедрение новейших технологий и методов для функциональных, эксплуатационных и структурных оценок энтомокомплексов с использованием БПЛА позволяют проводить и корректировать посев подсолнечника и других сельскохозяйственных культур, а также унифицировать множество методов контроля за физиологическими изменениями растений.

В данной статье представлены материалы исследований, связанных с дистанционным мониторингом вредителей подсолнечника, который включает оценку факторов, влияющих на обследование фитосанитарного состояния посевов, в частности - элементы питания и физиологическое состояние растений.

Ключевые слова: *фитосанитарный мониторинг, беспилотный летательный аппарат, физиологическое состояние, элементы питания, подсолнечник*