

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ ТА
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

МОРОЗА СЕРГІЯ ЮРІЙОВИЧА

УДК: 632.7/9:633.854.78 (477.72)

ДИСЕРТАЦІЯ
ВНУТРІШНЬОСТЕБЛОВІ ФІТОФАГИ СОНЯШНИКУ, ОСОБЛИВОСТІ
БІОЛОГІЇ, ЕКОЛОГІЇ ТА КОНТРОЛЬ ЇХ ЧИСЕЛЬНОСТІ В СТЕПУ
УКРАЇНИ

202 «Захист і карантин рослин»
(20 «Аграрні науки та продовольство»)

Подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії.
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ С.Ю. Мороз

Науковий керівник:
Доля Микола Миколайович
доктор сільськогосподарських
наук, професор

Київ - 2023

АНОТАЦІЯ

Мороз С.Ю. Внутрішньостеблові фітофаги соняшнику, особливості біології, екології та контроль їх чисельності в Степу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 202 – «Захист і карантин рослин». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2023.

Актуальність досліджень визначається тим, що соняшник є однією з основних стратегічних сільськогосподарських культур України, що мають експортне спрямування й забезпечує продовольчу безпеку. Група внутрішньостеблових шкідників є одним з основних чинників, що формують загальний баланс втрат урожаю культури від комах-фітофагів, причому проблема поглиблюється відсутністю ефективних засобів контролю чисельності саме цих шкідників. Усе це зумовлює актуальність досліджень біологічних та екологічних особливостей основних представників цієї групи – соняшnikової шипоноски *Mordellistena parvula* (Gyllenhal, 1827) та соняшnikового вусача *Agapanthia dahli* (Richter, 1821) розробці елементів технології захисту посівів соняшника від цих видів із біокліматичним моделюванням розвитку, розмноження й поширення інвазійного виду – соняшnikового стеблового довгоносика *Cylindrocopturus adspersus* (LeConte, 1876) який впливає на структурні показники внутрішньостеблових шкідників даної культури.

Аналіз наукової літератури свідчить про недостатню вивченість і фрагментарність досліджень особливостей шкідливості соняшnikової шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll. та вусача *Agapanthia dahli* Richt., що пояснюється методичними труднощами спостережень у наслідок прихованого способу життя цих видів.

У результаті проведення досліджень в умовах південного Степу України підтверджено висновки попередніх дослідників – існують три типи пошкоджень культури соняшника внутрішньостебловими шкідниками, що відповідають

сильному, середньому та слабкому ступеням. За допомогою математичного моделювання було розв'язано проблему встановлення порогів шкідливості (ПШ) соняшникового вусача *Agapanthia dahli* Richt. та шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll. Так, за відсутності у першій половині вегетаційного періоду пошкоджень середнього ступеня чисельність *Agapanthia dahli* Richt. становитиме менше порогу шкідливості $< \text{ПШ}$, а втрати від сильних пошкоджень наприкінці вегетації, за умови їх виявлення, характерні для *Mordellistena parvula* Gyll., чисельність якої буде $\geq \text{ПШ}$. Отже, наявність пошкоджень середнього ступеня є індикатором вусача, а сильного – шипоноски за чисельності, що становить $\geq \text{ПШ}$.

Водночас сильні пошкодження спостерігалися переважно на висоті 50-60 см, за чисельності личинок соняшnikової шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll. – >14 екз./10 рослин, на рівнях значення порогів шкідливості, личинки ж соняшникового вусача *Agapanthia dahli* Richt. концентрувалися в зоні до 20 см і не спричиняли сильних пошкоджень, їх чисельність на цьому рівні становила 4,15 екз./10 рослин, що відповідало $< \text{ПШ}$. Детальне вивчення екологічних та біологічних особливостей досліджуваних видів фітофагів під час досліджень, дало змогу встановити рівень комплексного порогу шкідливості (КПШ): зі співвідношенням чисельності цих видів за спільного заселення рослин $> 17,54$, а за роздільного $> 3,81$. Результати моделювання показали, що за умов застосування хімічного методу в агроценозі у внутрішньостеблових фітофагів відбувається перехід на новий рівень співвідношення між популяціями, причому встановлення рівноваги між ними з великою імовірністю відповідає чисельності $\geq \text{КПШ}$, а ефективність заходів регулювання чисельності залежить від комплексу чинників.

Проведений аналіз фенології (2019-2021 рр.) у розрізі динаміки СЕТ дає змогу прогнозувати появу стадій за температурними показниками. Так, у роки досліджень літ імаго шипоноски починався за суми 169°C , відкладання самицями яєць – 173, а вихід личинок за СЕТ 247°C . За показниками динаміки ГТК обґрунтованими є визначення щодо льоту імаго та яйцекладки, яка відбувалася за значень ГТК – 0,81-0,78 (середня посуха) та 0,55 (сильна посуха). Водночас

личинки виявлені за значного діапазону значень: від 0,76 (середня посуха) у липні до 0,88 (слабка посуха) у грудні, за зниження ГТК у вересні до 0,305 (рівень дуже сильної посухи), що свідчить про їх входження в діапаузу наприкінці вегетації. Формалізація фенології *Mordellistena parvula* Gyll. щодо ГТК можлива лише для періоду льоту імаго і відкладання самицями яєць та появи личинкової стадії до їх діапаузуючого стану. Встановлено, що літ вусача *Agapanthia dahli* Richt. починається за 173°C і закінчується за 247°C, водночас останнє може бути реакцією на тимчасове зниження температури в середині липня. Однак самиця починає відкладати яйця за СЕТ 240,5°C, і яйцекладка закінчується зі зниженням температури в липні (225°C), хоча вже відкладені яйця трапляються й пізніше. Личинки відроджувалися за СЕТ 247°C та із вересневим зниженням температури – СЕТ 188,5-158,5 діапаузували. Заляльковування навесні личинок, що перезимували відмічено за СЕТ 140,5 із припиненням за 240,5°C.

Визначення фенології соняшникового вусача за показниками сезонної динаміки ГТК свідчить, що періоди заляльковування й льоту імаго відповідають інтервалу 0,78-0,55 (від середньої до сильної посухи); ГТК у період яйцекладки сприяло рівням ідентичним попередньому 0,55-0,76 (зміна ступеня посушливості у зворотному порядку – від сильної посухи до середньої. Характерно, що яйцекладка розпочиналася за певних показників вологості). Як підсумок, зміщений у часі, вихід і розвиток личинок до діапаузи відповідає ГТК у діапазоні від 0,66 у серпні (середня посуха) до 0,30 у вересні – сильно посушливий період.

У роки досліджень здійснено оцінку розподілу фітофагів у агроценозі, яка може бути використана для вибору оптимальних методів (маршрутів) моніторингу та для просторової локалізації осередків (зон) скупчення шкідливих комах із метою оптимізації заходів регулювання їх чисельності.

Для аналізу розподілу популяції соняшnikової шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll. використовували моделі Сведберга та Ллойда за параметрами яких оброблялися дані отримані в результаті суцільних обстежень по квадратах поля (сітка) та W-подібних маршрутних обстежень. Встановлено, що за умови неповної інформації за моделлю Сведберга просторовий розподіл шипоноски є

контагіозним, а Ллойда – випадковим, лінійний розподіл для обох моделей змінювався від контагіозного до рівномірного. За умови визначеної чисельності встановлено, що за моделями Сведберга-Ллойда просторовий розподіл шипоноски є рівномірним, а лінійний розподіл для моделі Сведберга змінюється від контагіозного до рівномірного, в свою чергу за моделлю Ллойда – від випадкового до рівномірного.

У 2020 році вперше було виявлено личинки соняшникового стеблового довгоносика *Cylindrocopturus adpersus* LeConte. в Новотроїцькому районі Херсонської області. За особливостями розмноження шкідника проведено біокліматичне моделювання потенційного поширення фітофага як в Україні, так і Західній Європі. Аналіз значень кліматичних показників свідчить про високу ймовірність акліматизації довгоносика навіть на територіях, що характеризуються порівняно низькими зимовими температурами -17°C , за середньою зимою -9°C . Це свідчить про високу екологічну пластичність виду, який за комбінації певних умов може стати фітосанітарною проблемою аналогічною проблемі колорадського жука. Відомо, що в Західній Європі *Cylindrocopturus adpersus* LeConte може поширюватися в зоні низької придатності для акліматизації (ймовірність до 2,5%) на сході Іспанії між 37° та 42° північної широти й між 0 меридіаном та 2° західної довготи, а на території України може акліматизуватися головним чином у Херсонській області (з такою ж ймовірністю). Географічно осередок обмежений 46° та 47° північної широти і 33° та 34° північної довготи, який розташований він Причорноморській низовині й охоплює територію, яка лежить не вище 50 м над рівнем Чорного моря з температурою поверхні ґрунту в липні, що перевищує 28°C . Завезення інвайдера ймовірно відбулося з Кримського півострова із рослинними рештками під час транспортування насіння соняшника за маршрутом Джанкой – Новотроїцьке.

Розроблені елементи етапу «личинка-імаго» лабораторної культури соняшникового вусача *Agarantia dahli* Richt., а також етап «личинка-лялечка», яка описується моделлю парної лінійної регресії із високим прямим зв'язком між масою личинок і лялечок. Отже, зміна маси личинок впливає на масу лялечок

(0,83), а коефіцієнт невідповідності Тейла для прогнозного рівняння становить 0,12, індекс загальної життєздатності стадій «личинка-імаго» при культивуванні фітофага у лабораторних умовах становив 0,426.

Дослідженнями впливу чиннику макро- та мікроживлення на врожайність соняшнику та чисельність внутрішньостеблових фітофагів, встановлено, що підживлення сечовиною та застосуванням протягом вегетації комплексу препаратів Мікрмініераліс з активними речовинами N, P₂O₅, K₂O, амонійно-карбонатними комплексами (Mg, Mn, Cu, Zn, B, N, K, Fe) та трикратної обробки інсектицидом Енжіо 247 SC к.с. (тіаметоксам, 141 г/л; лямбда-цигалотрин 106 г/л) 0,18 л/га показало найвищі значення показників продуктивності, а біологічна врожайність сягнула – 4,46 т/га. Водночас застосування сечовини виявилось доцільним у комплексі з препаратами мікрмініерального живлення та біологічним чи хімічним регулятором чисельності внутрішньостеблових фітофагів. Побудована графічна модель прогнозу ризиків за показниками урожайності й чисельності соняшnikової шпоноски *Mordellistena parvula* Gyll.. Показано, що мінімально доцільний рівень затрат на вирощування культури відповідає урожайності 3,76 т/га, а оптимальний рівень – 4,46 т/га. Отже, якщо ресурси, які заплановано вкласти в 1 га посівів менше мінімально доцільного рівня витрат – вирощування культури недоцільне, а за умови, якщо вони перевищують оптимальне й недоцільними є додаткові витрати. Зокрема, за діапазоном доцільності залучення додаткових інвестицій у разі дефіциту власних ресурсів.

У результаті обстежень посівів соняшника було виявлено значну частку рослин із порожистим стеблом – такий ефект міг проявитися за умов значної кількості опадів протягом вегетаційного періоду або зрошення. Загальна порожистість складала 30% на контрольних площах – без підживлення і до 22% за звичайної технології підживлення сечовиною у фази 2-х, 6-ти та 10-ти справжніх листків. Втрати урожаю у варіантах досліджень коливалися від 1,41 до 2,92 т/га відповідно. Причинами зменшення урожайності виявилися мінімальні показники продуктивності рослин соняшника, водночас рослини з

порожистим стеблом часто вилягали, що створювало додаткові втрати при збиранні урожаю. Характерним було й те, що в порожистих стеблах зустрічалася виключно соняшникова шипоноска *Mordellistena parvula* Gyll., а личинки соняшникового вусача *Agapanthia dahli* Richt. не виявлялися. Останнє було наслідком зменшення трофічної бази – у порожистих стеблах потужності зовнішнього шару («кільця»), проте цієї сформованої частини серцевини виявилось достатньо для розвитку личинок *Mordellistena parvula* Gyll. і недостатньо для розвитку *Agapanthia dahli* Richt..

Встановлено, що чисельність шипоноски – 5,27 екз./росл. фактично не впливала на врожайність рослин із виповненим стеблом (4,46 т/га). Застосування сечовини в комплексі з мікрмінінеральним живленням та системним інсектицидом на 28% зменшувала прояв порожистості. За оранки останній можна не застосовувати, а за дискування – рекомендується, як страхування екологічного методу (пригнічення популяцією вусача популяції шипоноски), для послаблення резервації шипоноски. Отже, зменшення відсотку порожистих рослин з одного боку сприяло збільшенню урожаю, з іншого – зменшувало резервації популяції шипоноски, що досягається регуляцією режиму зрошення або застосування комплексу мікрмінінерального живлення.

Ключові слова: внутрішньостеблові фітофаги, соняшниковий вусач, соняшникова шипоноска, пороги шкідливості, фенологія, просторовий популяційний розподіл, прогнозне біокліматичне моделювання, порожистість стебла соняшника, екологічний метод, комплекс мікрмінінерального живлення.

ANNOTATION

Moroz S.Yu. «Intra-stem Phytophagous of Sunflower, Features of Biology, Ecology and their Management in the Steppe of Ukraine». – The qualification scientific work on the rights of the manuscript.

Thesis for the degree of a Doctor of Philosophy in the specialty 202 "Quarantine and Plant Protection". National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2023.

The relevance of research is determined by the fact that sunflower currently remains one of the main strategic agricultural crops of Ukraine, which are export-oriented and ensure food security. The group of intra-stem pests is one of the major cause that is forming the overall balance of crop yield losses from phytophagous insects, and the problem is compounded by the lack of effective means of monitoring the number of these pests. All this explains the relevance of the research for the biological and ecological features of the main representatives within this group – sunflower tumbling beetle *Mordellistena parvula* Gyll. and sunflower stem borer *Agapanthia dahli* Richt., the development of a new technology elements for the protection of sunflower planting from phytophagous insects with bioclimatic modeling of the development, reproduction and spread of an invasive species - the sunflower stem weevil *Cylindrocopturus adspersus* LeConte., which affects the structural indicators of intra-stem pest of this crop.

The analysis of the scientific literature shows the lack of learning and fragmentation of studies related to the harmfulness of the *Mordellistena parvula* Gyll. and *Agapanthia dahli* Richt., which is explained both by the methodological difficulties of observation due to the hidden lifestyle of these species, and by the technologies of sunflower protection from a complex of harmful insect species.

In the southern Steppe of Ukraine, the separate provisions regarding three types of sunflower damage by intra-stem pests were confirmed, they correspond to strong, medium and weak degrees. In 2019-2021 according to the mathematical models the economical thresholds (ET) of sunflower stem borer and sunflower tumbling beetle were clarified. Thus, without medium injuries within population of *Agapanthia dahli*

Richt. in the first half of the vegetation period $< ET$ and probable losses from strong damages at the end of the growing season (vegetation), if they are detected, belong to the *Mordellistena parvula* Gyll. in number $\geq ET$, and medium injuries are an indicator of *Agapanthia dahli* Richt., and strong ones are an indicator of *Mordellistena parvula* Gyll. in number that is $\geq ET$.

It was established that the strong damages were observed at a height of 50-60 cm, when the larvae number of *Mordellistena parvula* Gyll. was less than 14 /10 plants, at the levels of ET value, while the larvae of the sunflower stem borer were concentrated in the zone up to 20 cm and didn't cause strong damages. Their number at this level was 4.15 /10 plants, that was $< ET$. The complex economical threshold (CET) was established: with the ratio of these species during the overall occupation of plants $> 17,54$, and for separate one > 3.81 . The simulation results showed that under the condition of applying the chemical method in the agrocenosis the intra-stem phytophagous have a movement to a new level of the ratio between populations, while the setting of balance between them with high probability corresponds to their numbers $\geq CET$, and the effectiveness of control measures of their numbers depends on a complex of factors.

Features of phenology which were studied according to the SET (the sum of effective temperatures) dynamics allow to predict the appearance of stages based on temperature indicators. As a result, during the research years the reproduction period of *Mordellistena parvula* Gyll. imago started from $169^{\circ}C$, egg-laying by females – 173, the release of the larvae at the SET $247^{\circ}C$. According to performance indicators of the HTC (Hydro-thermal Coefficient) the determinations concerning the reproduction period of imago and its egg-laying were reasonable, the last one took place at the values of HTC - 0,815, 0,78 (moderate drought) and 0,55 (severe drought at the same time, the larvae were found with a significant range of values: from 0.76 (moderate drought) in July to 0.88 (slight drought) in December, with a decrease of HTC in September to 0.305 (level of extreme drought), indicating their survival and diapausing at the end of the growing season. Phenological parameters modeling of *Mordellistena parvula* Gyll. toward the HTC was important for the imago's reproduction period and egg-laying by

females, and the appearance of the larvae stage before their diapausing condition. It has been determined that the reproduction period of *Agapanthia dahli* Richt. began at 173°C and ended at 247°C, while the last one could be a reaction to a temporary temperature reduction in mid-July. However, the female began the egg-laying at SET 240,5°C, and the egg-laying ended with a temperature reduction in July (225°C), that phenologically also appeared later. Larvae were emergence at SET 247°C, and diapaused with a temperature reduction in September - SET 188.5-158.5. The spring pupation of wintered larvae was detected at SET 140,5 with the termination at 240,5°C.

The phenology determination of the *Agapanthia dahli* Richt. according to the indicators of HTC seasonal pattern showed that in the pupation period and reproduction period of imago HTC corresponded to the interval 0.78-0.55 (from moderate to severe drought); HTC during the egg-laying period has contributed to the levels identical to the previous one 0,55-0,76 (change of drought levels in reverse order - from severe drought to moderate one; is typical that egg-laying started under specific indicators of humidity). In this way, time-shifted release and development of larvae to diapause correspond to HTC in the range from 0,665 in August (moderate drought) to 0,305 in September - extreme drought.

During the research years, distribution of phytophagous in agrocenosis was evaluated based on spatial localization of accumulation centers (zones) of harmful insects in order to optimize the control measures of their number.

To analyze the distribution of *Mordellistena parvula* Gyll. population, Svedberg and Lloyd models were used, their parameters were applied to process the data obtained through complete survey of the field squares (grid) and W-shaped route surveys. It was found that according to the Svedberg model under the condition of incomplete information, the spatial distribution of *Mordellistena parvula* Gyll. was contagious, and Lloyd's was random, a linear distribution for both models changed from contagious to balanced one. Under the condition of a certain number, it was established that according to the Svedberg-Lloyd models, the spatial distribution of *Mordellistena parvula* Gyll. was balanced, and the linear distribution for the Svedberg model changes from contagious to balanced one, Lloyd's - from random to balanced one.

In 2020 larvae of the *C. adspersus* were first detected in the Novotroitsky district of the Kherson region. Bioclimatic modeling of the potential phytophagous distribution in both Ukraine and Western Europe was carried out based on characteristics of pest reproduction. Analysis of climate indicators values demonstrated the high acclimatization probability of the weevil even on territories, characterized by relatively low winter temperatures -17° C, at an average winter temperature -9° C. This demonstrated the high ecological plasticity of species, which was under a combination of certain conditions can become a phytosanitary issue similar to the issue with Colorado potato beetle. It is known that in Western Europe *Cylindrocopturus adspersus* LeConte can spread in the zone of low acclimatization (probability up to 2.5%) in the east of Spain between 37° and 42° north latitude and between a prime meridian and 2° west longitude, and on the territory of Ukraine it gets acclimated mainly in the Kherson region (with the same probability). Geographically, the unit is limited to 46° and 47° north latitude and 33° and 34° north longitude, located on the Black Sea Lowland and covers an area no higher than 50 m above Black Sea level with surface temperature in July exceeding 28° C. Delivery of invader probably took place from the Crimean Peninsula with plant remains during the transportation of sunflower seed on the route Dzhankoy - Novotroitske.

According to the research results, the formation models of «larva-imagó» stages for *Agapanthia dahli* Richt. were established, as well as the «larva-pupa» stage, which was described by paired linear regression with a high direct relationship between the mass of larvae and pupae. In this way, the change in larvae mass affects the mass of pupae (0,8313), and the Thiel's inequality coefficient for projection equation is 0,12, the index of overall sustainability of «larva-imagó» stages during the cultivating of phytophagous in laboratory conditions was 0,426.

Researches on the effects of the macro- and micronutrient factor on sunflower productivity and the number of intra-stem phytophagous have established that fertilization with urea and the usage of a Micromineralis complex of preparations with active substances N, P_2O_5 , K_2O during the growing season, ammonium-carboxylate complexones (Mg, Mn, Cu, Zn, B, N, K, Fe) and triple treatment with an insecticide

Engeo 247 SC thiamethoxam 141 g/l + lambda-cyhalothrin 106 g/l showed high indicators of biological yield of hybrids, which was 4.46 t/ha. At the same time, the usage of urea was valuable in combination with micromineral nutrition preparations and biological or chemical control of the number within intra-stem phytophagous. A graphic model of risk forecasting has been developed based on indicators of yield and number of *Mordellistena parvula* Gyll. and other pests. It was shown that the minimal appropriate level of controlled yield corresponds to 3.76 t/ha, the optimal level is 4.46 t/ha. Thus, if the resources that are planned to be invested in 1 ha of crops are less than the minimal appropriate level of expenses - the cultivation of crops is inappropriate, under condition when they exceed the optimal level - additional expenses are inappropriate as well. In particular, according to the range of usefulness during the involvement of additional investments in case of lack of own resources.

During the research years, a significant proportion of plants with a hollow stem was found, that depended on rainfall during the growing season and irrigation. The level of hollow stem reached up to 30% on the control area - without feeding, and up to 22% under the usual technology of feeding by urea in the phases of 2, 6 and 10 true leaves. Crop losses in research variants ranged from 1.41 to 2.91 t/ha, respectively. The reasons for the productivity decrease were the productivity of plants, which often lay down with a hollow stem, that created additional losses during harvesting. In hollow stems, only *Mordellistena parvula* Gyll. was found, and *Agapanthia dahli* Richt. was not detected. This reflected the decrease in the trophic base - in hollow stems, the power of the pith outside layer («ring») was sufficient for the development of *Mordellistena parvula* Gyll. larvae and insufficient for the development of the *Agapanthia dahli* Richt.. It was established that the number of *Mordellistena parvula* Gyll. 5.27/ plant actually does not affect the yield, which was 4.46 t/ha. The usage of urea in a complex with micromineral nutrition and a systemic insecticide reduced the level of hollow stems. For plowing, the latter could not be used, but for disking - it is recommended as an ecological method insurance (suppression of the population of the *Agapanthia dahli* Richt. by the *Mordellistena parvula* Gyll. population), to weaken the reservation of the *Mordellistena parvula* Gyll.. Therefore, the decrease in the percentage of hollow plants

on the one hand contributed to the increase in yield, on the other hand - the decreased in the reservation of *Mordellistena parvula* Gyll., which was achieved by regulating the irrigation regime or using a complex of micromineral nutrition.

Keywords: the intra-stem phytophagous, sunflower stem borer, sunflower tumbling beetle, economical threshold (ET), phenology, spatial population distribution, predictive bioclimatic modeling, hollowness of the sunflower stem, ecological method, micro-mineral nutrition complex.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних

1. Доля М.М., **Мороз С.Ю.**, Марковська О.Є. Методологічні аспекти обґрунтування заходів захисту сільськогосподарських культур від шкідників при No-till в Україні. Таврійський науковий вісник №108. 2019. С.19-25. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.3>. *(Здобувачем проведено моніторинг поширення шкідників за класичної технології вирощування соняшнику та No-till, порівняння особливостей методик проведення моніторингу шкідників за різних технологій, проаналізовано отриманий матеріал та написано статтю).*

2. Доля М.М., Мамчур Р.М., **Мороз С.Ю.** Особливості дистанційного моніторингу шкідників соняшнику. Біологічні системи: Теорія та інновації. Vol. 10, №3, 2019. С. 102-111. <http://dx.doi.org/10.31548/biologiya2019.03.102>. *(Здобувачем узагальнено методи дистанційного ентомологічного моніторингу та написано статтю).*

3. **Мороз С.Ю.**, Фокін А.В. Оцінка просторового розподілу популяції соняшникової шипоноски. Біологічні системи: Теорія та інновації. Т. 12. №1. 2021 р. <http://dx.doi.org/10.31548/biologiya2021.01.009>. *(Здобувачем проведено обстеження посівів соняшнику, відібрано рослинний матеріал з подальшим його аналізом у лабораторних умовах, побудовано моделі та написано статтю).*

4. Фокін А.В., **Мороз С.Ю.** Оцінка шкідливості комплексу внутрішньостеблових шкідників соняшнику. Таврійський науковий вісник № 118. 2021. С. 189-199. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.23>. *(Здобувачем проведено обстеження посівів, визначено типи пошкодження соняшнику внутрішньостебловими шкідниками, узагальнено експериментальний матеріал та написано статтю).*

5. **Мороз С.Ю.**, Фокін А.В. Прогнозування фенофаз внутрішньостеблових комах-фітофагів соняшника. Таврійський науковий вісник № 119. 2021. С.73-82. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.11>. *(Здобувачем проведено моніторинг фітофагів у посівах соняшнику, узагальнено дані, підготовлено матеріали до друку).*

6. Доля М.М., **Мороз С.Ю.**, Варченко Т.П. Особливості формування видового складу коваликів (Elateridae) у посівах соняшнику і кукурудзи в Лісостепу України. Науковий вісник НУБіП України: Агрономія. №294. 2018 С. 226-234 <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.06.009> *(Здобувачем узагальнені науково-практичні матеріали щодо особливостей формування популяції коваликів, підготовлено матеріали до друку).*

7. Доля М.М., Фокін А.В., Варченко Т.П., **Мороз С.Ю.** Трофічні зв'язки бавовникової совки за сучасних технологій вирощування соняшнику та кукурудзи в Лісостепу України №5(75) 2018. <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.05.018> *(Здобувачем проведено моніторинг бавовникової совки в посівах соняшнику, узагальнено експериментальні данні та підготовлено матеріали друку).*

8. **Мороз С.Ю.**, Доля М.М., Варченко Т.П. Особливості формування і регулювання видового складу чорнотілок (Tenebrionidae) у посівах соняшнику і кукурудзи в Лісостепу України. Біологічні системи: теорія та інновації. №1. 2019. С. 57-73. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/editor/submission/12605> *(Здобувачем проведено моніторинг ґрунтоживучих шкідників у посівах соняшнику, узагальнено експериментальні данні та написано статтю).*

9. Доля М.М., Сахненко В.В. **Мороз С.Ю.** Біологічні особливості формування популяції основних ґрунтових шкідників соняшнику в Лісостепу України. Таврійський науковий вісник №106. 2019. С. 33-42 <http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/issue-106-2019> *(Здобувачем узагальнено біологічні особливості внутрішньостеблових шкідників соняшнику, підготовлено матеріали до друку).*
10. Доля М.М., **Мороз С.Ю.**, Ковальська А.Т. Особливості впливу сучасних біологічних ритмів на розвиток, розмноження і контроль чисельності шкідливих видів комах. Наукові доповіді НУБіП України. №6 (82), 2019. <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.06.010> *(Здобувачем проведено моніторинг соняшникової шипоноски в посівах соняшнику, узагальнено експериментальні данні, підготовлено матеріали до друку).*
11. Доля М.М., Сахненко В.В., **Мороз С.Ю.**, Мамчур Р.М. Особливості формувань популяції совки озимої *Agrotis segetum* Schiff. у польових сівозмінах Лісостепу України. Наукові доповіді НУБіП України. №3(79), 2019. <https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.03.007> *(Здобувачем проведено моніторинг совки озимої у посівах соняшнику, побудовано фенологічний календар шкідника, підготовлено матеріали до друку)*
12. Доля М.М., **Мороз С.Ю.**, Стороженко Н.М. Екологічне обґрунтування моніторингу та контролю чисельності озимої совки *Agrotis segetum* Schiff. у сучасних агроценозах Лісостепу України. Таврійський науковий вісник №104. 2018. С.46-52 <http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/issue-104-2018> *(Здобувачем узагальнені сучасні методи захисту посівів соняшнику, проаналізовано біологічні методи контролю лускокрилих, підготовлено матеріали до друку)*
13. Доля М.М., **Мороз С.Ю.**, Ковальська А.Т. Зоогеографічні особливості розмноження шкідників польових культур в Степу і Лісостепу України. Таврійський науковий вісник № 110. Частина 1. 63-70 С <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-1.9> *(Здобувачем проведено моніторинг соняшникової шипоноски, побудовано модель поширення шкідника в Степовій зоні України та підготовлено матеріали до друку)*

Статті у зарубіжних наукових виданнях, включених до міжнародної наукометричної бази даних Scopus

14. **Moroz S.**, Fokin A. Forecasting the potential area of an invasive species *Cylindrocopturus adspersus* LeConte (Coleoptera: Curculionidae) in Ukraine. Journal of Plant Protection Research. 2022. 62(1). С. 71-77. <https://doi.org/10.24425/jppr.2022.140298>. (Здобувачем проведено обстеження посівів соняшнику, виявлено шкідника, проведена його ідентифікація, побудовано біокліматичні моделі та написано статтю).

Патенти України на корисну модель

15. Патент України № 147404 A01N63/00 A01G13/00. Спосіб біологічного захисту посівів соняшника від соняшnikової вогнівки (*Homoesoma Nebulelum* Den. Et. Schiff.) / Дрозда В.Ф., **Мороз С.Ю.**, Лісовий М.М., Доля М.М., Патица М.В., Коломієць Ю.В.// Національний університет біоресурсів і природокористування України / Подано: 27.11.2020. Опубл: 05.05.2021 (Здобувачем проведено польові дослідження посівів соняшника, здійснено статистичну обробку результатів, підготовка матеріалу до друку).

16. Патент України № 147402 A01K63/00 A01G13/00. Спосіб захисту посівів соняшника (*Heliantus annuus* L.) від заселення та пошкодження лускокрилими фітофагами / Дрозда В.Ф., **Мороз С.Ю.**, Лісовий М.М., Патица Т.І., Коломієць Ю.В. Доля М.М.// Національний університет біоресурсів і природокористування України / Подано: 27.11.2020. Опубл: 05.05.2021 (Здобувачем забезпечено експериментальний супровід досліджень щодо способів захисту посівів соняшника від заселення та пошкодження лускокрилими фітофагами).

Матеріали науково-практичних конференцій

17. **Мороз С.Ю.**, Сахненко Д.В., Варченко Т.П. Біологія та поширення совки озимої *Agrotis segetum* Shiff. в Лісостепу України. «Біотехнологія: звершення та надії». VII міжнародна наук.-практ. конф. Студентів, аспірантів та

молодих вчених (м. Київ, 29-30 листопада 2018). Київ, 2018. С. 155
https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u169/zbirnik_tez_2018_3.pdf (Здобувачем
опрацьовано літературу та написано тези).

18. **Мороз С.Ю.**, Доля М.М. Обґрунтування особливостей органічної технології вирощування соняшнику в Лісостепу «Органічне агровиробництво: освіта і наука». 1 листопада 2018 року, ДУ «НМЦ «Агроосвіта», Київ. - Київ : «Агроосвіта», 2018. С. 195-198 (Здобувачем опрацьовано літературу та написано тези).

19. **Мороз С.Ю.** Особливості сучасних інноваційних методів моніторингу шкідників соняшнику. Перспективні напрями та інноваційні досягнення аграрної науки, матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет конференції, присвяченої 145-річчю від заснування кафедри ботаніки та захисту рослин 24 трав. 2019 р. м. Херсон. С.29-31.

<http://www.ksau.kherson.ua/files/konferencii/%D0%97%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84.%202020.pdf>. (Здобувачем проведено обстеження посівів, узагальнені експериментальні дані).

20. Стерлікова О.М., Гуменюк Л.В., **Мороз С.Ю.**, Ковальська А.Т. Оптимізація біологічних систем захисту насіння і сходів у сучасних технологіях вирощування польових культур у Лісостепу України. Біологічно активні препарати в рослинництві. Матеріали XV Міжнародної науково-практичної конференції, Київ, 25-29 червня 2019 року С. 82.

https://www.researchgate.net/profile/V-Tsygankova/publication/334194266_Application_of_microbial_biostimulants_to_increase_wheat_Triticum_Aestivum_l_resistance_against_cereal_cyst_nematode_heterodera_avenae/links/5d1c781392851cf440604e64/Application-of-microbial-biostimulants-to-increase-wheat-Triticum-Aestivum-l-resistance-against-cereal-cyst-nematode-heterodera-avenae.pdf. (Здобувачем отримано частину експериментального матеріалу, на основі якого підготовані тези).

21. Доля М.М., **Мороз С.Ю.**, Сахненко Д.В., Варченко Т.П. Агробіологічне обґрунтування заходів контролю чисельності ентомокомплексів у сучасних польових сівозмінах Лісостепу України. Біологічно активні препарати в рослинництві. Матеріали XV Міжнародної науково-практичної конференції, Київ, 25-29 червня 2019 року С.77. https://www.researchgate.net/profile/V-Tsygankova/publication/334194266_Application_of_microbial_biostimulants_to_increase_wheat_Triticum_Aestivum_l_resistance_against_cereal_cyst_nematode_heterodera_avenae/links/5d1c781392851cf440604e64/Application-of-microbial-biostimulants-to-increase-wheat-Triticum-Aestivum-l-resistance-against-cereal-cyst-nematode-heterodera-avenae.pdf. (Здобувач прийняв участь у зборі експериментального матеріалу).

22. Доля М.М., **Мороз С.Ю.** Сучасні аспекти механізмів розвитку, розмноження і самоуправління комах в агроценозах Лісостепу України. Проблеми екології та екологічно орієнтованого захисту рослин. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції факультету захисту рослин Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва, Харків, 17-18 жовтня 2019 року, С. 37-39. <https://knau.kharkov.ua/2826-p-oblemi-ekologiyi-ta-ekologchno-o-yentovanogo-zahistu-oslin.html>. (Здобувач отримав експериментальні дані, опрацював їх та підготував тези

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ	22
ВСТУП.....	23
РОЗДІЛ 1	28
ВНУТРІШНЬОСТЕБЛОВІ ШКІДНИКИ СОНЯШНИКА: БІОЛОГІЯ, ЕКОЛОГІЯ, РЕГУЛЮВАННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД	28
1.1..... Основні тенденції в дослідженнях комах-фітофагів у агроценозі соняшнику	28
1.2..... Біологія та екологія внутрішньостеблових шкідників соняшника	33
1.3..... Економічні пороги та рівні шкідливості внутрішньостеблових фітофагів соняшнику	40
1.4. Сучасні методи регулювання чисельності комах-фітофагів у агроценозі соняшнику	43
Висновки до розділу 1	50
РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	52
2.1. Характеристика місця проведення досліджень	52
2.2. Умови проведення досліджень	54
2.3. Методи досліджень	55
РОЗДІЛ 3	67
РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНИХ ПОРОГІВ ШКІДЛИВОСТІ КОМПЛЕКСУ ВНУТРІШНЬОСТЕБЛОВИХ ШКІДНИКІВ СОНЯШНИКУ	67
3.1. Шкідливість внутрішньовидових шкідників впродовж вегетації соняшнику	67
3.2. Конкурентні співвідношення між соняшниковим вусачем і шипоноскою	72
3.2.1. Конкуренція на рівні агроценозу соняшнику	73
3.2.2. Конкуренція між личинками <i>Mordellistena parvula</i> Gyll. та <i>Agapanthia dahli</i> Richt. за трофічні ресурси на рівні окремих рослин	73
3.2.2.1. Соняшникова шипоноска <i>Mordellistena parvula</i> Gyll.	74
3.2.2.2. Соняшниковий вусач <i>Agapanthia dahli</i> Richt.	75

3.3. Рівнів шкідливості залежно від ступеня заселеності різними фітофагами	81
3.4. Екологічні принципи регулювання чисельності внутрішньостеблових фітофагів соняшника	86
Висновки до розділу 3	87
РОЗДІЛ 4	89
БІОЛОГО-ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВНУТРІШНЬОСТЕБЛОВИХ КОМАХ-ФІТОФАГІВ СОНЯШНИКА.....	89
4.1. Особливості розвитку соняшникового вусача та шипоноски	89
4.1.1. Фенологія соняшникової шипоноски <i>Mordellistena parvula</i> Gyll.	89
4.1.2. Фенологія соняшникового вусача <i>Agarantia dahli</i> Richt.	100
4.2. Оцінка просторового розподілу внутрішньостеблових фітофагів на прикладі популяції соняшникової шипоноски	105
Висновки до розділу 4	115
РОЗДІЛ 5	117
ПРОГНОЗУВАННЯ ПОТЕНЦІЙНОЇ ЗОНИ ПОШИРЕННЯ ІНВАЗІЙНОГО ВИДУ <i>CYLINDROCOPTURUS ADSPERSUS</i> LECONTE В УКРАЇНІ.....	117
5.2. Аналіз ймовірного поширення соняшникового стеблового довгоносика в Західній Європі	120
5.3. Аналіз ймовірного поширення соняшникового стеблового довгоносика <i>Cylindrocopturus adspersus</i> LeConte на Кавказі та в Центральній Азії.....	122
5.4. Поширення соняшникового стеблового довгоносика в Україні (Херсонська область)	124
5.5.....Реконструкція інвазії соняшникового стеблового довгоносика на Півдні України	127
Висновки до розділу 5	129
РОЗДІЛ 6	130
РОЗРОБКА ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВЕДЕННЯ СОНЯШНИКОВОГО ВУСАЧА <i>AGARANTHIA DAHLI</i> RICHT. В ЛАБОРАТОРНИХ УМОВАХ.....	130
6.1. Технологічна схема розведення соняшникового вусача в лабораторії ...	130
6.2. Обґрунтування елементів лабораторної культури соняшникового вусача <i>Agarantia dahli</i> Richt.	132
6.3. Моделювання елементів культури соняшникового вусача	135

6.3.1. Аналіз регресійної моделі етапу «личинка-лялечка» життєвого циклу соняшникового вусача	135
6.3.2. Оцінка якості культури соняшникового вусача <i>Agapanthia dahli</i> Richt. за стадіями «личинка-імаго»	137
Висновки до розділу 6	137
РОЗДІЛ 7	139
ВДОСКОНАЛЕННЯ ОКРЕМИХ СКЛАДОВИХ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ПОСІВІВ СОНЯШНИКУ ВІД ВНУТРІШНЬОСТЕБЛОВИХ КОМАХ-ФІТОФАГІВ.....	139
7.1. Регулювання чисельності внутрішньостеблових фітофагів у агроценозі соняшнику за покращення їх трофічної бази в наслідок застосування мінеральних добрив	140
7.2. Визначення доцільності застосування хімічного та біологічного методу захисту з метою регулювання чисельності внутрішньостеблових шкідників соняшнику	144
7.3. Вплив порожистості стебел на продуктивність рослин соняшнику	155
7.3.1. Вплив мінерального живлення на порожнистість стебел та місць резервації соняшникової шипоноски <i>Mordellistena parvula</i> Gyll.	156
7.3.2. Дослідження порожистих рослин, як резервації соняшникової шипоноски <i>Mordellistena parvula</i> Gyll.	158
7.4. Загальна модель взаємозв'язків між елементами системи захисту посівів соняшнику від внутрішньостеблових комах-фітофагів	166
Висновки до розділу 7	168
ВИСНОВКИ	169
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	171
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	172
ДОДАТКИ	194
Додаток А	195
Додаток В.1.....	202

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

ПШ – поріг шкідливості

КПШ – комплексний поріг шкідливості

ПЖ – потреба у живленні

СЕТ – сума ефективних температур

ГТК – гідротермічний коефіцієнт

ГІС – геоінформаційні технології

ВСТУП

Актуальність теми. Соняшник є однією з основних стратегічних сільськогосподарських культур України, який орієнтований на експортне спрямування. Поява нових гібридів та кліматичні зміни спричиняють значні трансформації в технологіях його вирощування. Зокрема це стосується й захисту від комах-фітофагів. Сучасні технології інтегрованого захисту для контролю чисельності фітофагів, що ведуть відкритий спосіб життя (наприклад, лускокрилі) мають напрацьовані стратегічні та тактичні алгоритми застосування хімічних інсектицидів, ефективність яких висвітлила проблему прихованоживучих шкідників, зокрема внутрішньостеблових, на втратах, від яких раніше не акцентували увагу. На сьогодні ж ця група шкідників соняшнику є одним з основних чинників, що формують загальний баланс втрат культури від комах-фітофагів. Проблема поглиблюється відсутністю ефективних засобів контролю чисельності саме цих шкідників.

У наслідок тенденції до розширення площ під соняшником в Україні в останні роки зростає інтенсивність наукових досліджень та публікацій щодо вивчення різних аспектів технології його вирощування, спрямованих на підвищення продуктивності культури, більшість із яких прямо чи опосередковано можуть бути використані для розробки системи контролю внутрішньостеблових фітофагів.

Питаннями популяційної динаміки, порогів шкідливості та регулювання чисельності прихованоживучих комах-фітофагів у різні часи займалися Є. М. Білецький, В.П. Васильєв, В.Ф. Дрозда, М.М. Доля, О.Ф. Зубков, О. О. Любіщев, С.В. Станкевич, В.І. Танський, С.О. Трибель, В.П. Федоренко, А.В. Фокін, В.М. Щоголів та інші науковці.

Дисертація виконана відповідно до планів наукових досліджень на кафедрі ентомології, інтегрованого захисту та карантину рослин НУБІП «Розробка і впровадження у виробництво ресурсоощадних технологій захисту та підвищення стійкості генофонду зернових культур від комплексу шкідливих організмів у Лісостепу України» (0118U004697)

Мета й завдання досліджень. Метою дослідження є вивчення біологічних та екологічних особливостей домінуючих та інвазійних внутрішньостеблових комах-фітофагів у агроценозі соняшнику та розробка методів регуляції їх чисельності.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися такі завдання:

- проаналізувати стан вивчення внутрішньостеблових комах-фітофагів культури соняшника.
- розробити комплексні пороги шкідливості для домінуючого комплексу внутрішньостеблових шкідників – соняшникової шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll. та вусача *Agapanthia dahli* Richt.
- побудувати модель змін рівнів шкідливості для внутрішньостеблових фітофагів за умови превалювання в системі контролю їх чисельності хімічного методу.
- дослідити фенологічні особливості соняшникової шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll. та вусача *Agapanthia dahli* Richt. та визначити можливість їх формалізації для використання в прогнозних моделях.
- здійснити оцінку просторового розподілу популяцій внутрішньостеблових шкідників у агроценозі соняшнику.
- побудувати прогнозну модель імовірного поширення в Україні стеблового соняшникового довгоносика *Cylindrocopturus adspersus* LeConte. та реконструювати шляхи його інвазії.
- розробити елементи культури соняшникового вусача *Agapanthia dahli* Richt., як тест-об'єкту для оцінки ефективності хімічних інсектицидів у лабораторних умовах.
- розробити елементи системи контролю чисельності внутрішньостеблових фітофагів (агротехнічний та хімічний методи).

Об'єкт досліджень – популяційні процеси внутрішньостеблових комах-фітофагів у агроценозі соняшнику.

Предмет дослідження – сезонна динаміка популяцій соняшникового вусача та шипоноски.

Методи досліджень. Розв'язання поставлених у роботі завдань базується на теорії екологічних ніш, теорії порогів шкідливості та теорії ігор. В основу покладено інструменти методів ентомологічних та екологічних досліджень, математичного та біокліматичного моделювання. Математична та статистична обробка даних здійснювалася із застосуванням стандартного програмного забезпечення Excel, а також спеціальних програмних продуктів BIOCLIM та DIVA-GIS. Достовірність результатів забезпечена коректним застосуванням методів досліджень.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що:

вперше встановлено, що поріг шкідливості соняшникового вусача *Agarantia dahli* Richt. та шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll. визначається як комплексний – він буде відповідати умові, коли співвідношення їх чисельності за спільного заселення рослин становитиме $> 17,54$, а за роздільного $> 3,81$;

застосування хімічного методу в агроценозі у внутрішньостеблових фітофагів відбувається перехід на новий рівень співвідношення між популяціями і встановлення рівноваги між ними буде відповідати або буде більшим рівня комплексного порогу шкідливості, що супроводжуватиметься 70%-вим зменшенням ефективності засобів контролю чисельності;

визначено, що розбиття графіку динаміки СЕТ та ГТК на елементи, відповідно до стадій фітофага з наступним визначенням трендів цих елементів, дозволяє формалізувати переважну більшість фенологічних подій у популяції шкідників;

проведено оцінку просторового розподілу популяції соняшnikової шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll. і за умови аналізування повного об'єму інформації, визначено, що за моделями Сведберга-Ллойда він є рівномірним;

проведено прогнозне моделювання поширення стеблового соняшникового довгоносика *Cylindrocopturus adpersus* Le Conte на півдні й реконструйовано шляхи його проникнення на територію України;

розроблено елементи етапу «личинка-імаго» лабораторної тест-культури соняшникового вусача *Agapanthia dahli* Richt. і встановлено, що індекс загальної життєздатності цього етапу становить 0,426;

удосконалено моніторинг фітофагів у агроценозі соняшнику за допомогою оцінки просторового розподілу популяції, який дозволяє визначити крайові ефекти заселення;

досліджено вплив системи живлення на врожайність соняшника та формування популяції соняшникової шипоноски *Mordellistena parvulla* Gyll. та вусача *Agapanthia dahli* Richt;

набули подальшого розвитку положення теорії порогів та рівнів шкідливості комах-фітофагів, зокрема щодо визначення комплексних порогів для видів, які експлуатують одну трофічну нішу;

Практичне значення одержаних результатів. Полягає в тому, що сформульовані положення, висновки, рекомендації можуть бути враховані під час прогнозу чисельності поширення внутрішньостеблових шкідників, визначення їх економічного порогу шкідливості та прийняття рішення щодо побудови системи заходів для контролю чисельності шкідників у посівах соняшнику.

Встановлено, що підживлення сечовиною та застосуванням протягом вегетації комплексу препаратів Мікромінераліс та трикратної обробки хімічним інсектицидом Енжіо 247 SC к.с. (тіаметоксам, 141 г/л; лямбда-цигалотрин 106 г/л) на 28% зменшило прояв порожистості стебел і забезпечило формування урожаю на рівні – 4,46 т/га.

Особистий внесок здобувача. Участь у плануванні досліджень, особисте проведення лабораторних і польових дослідів, статистична обробка та наліз експериментальних даних, побудова математичних моделей, апробація та впровадження результатів у виробництво, патентування нових технічних рішень, підготовка матеріалів до друку.

Апробація матеріалів дисертації. Основні положення дисертації доповідалися та були схвалені на: VII міжнародній науково-практичній

конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Біотехнологія: звершення та надії» (Київ, 2018 р.); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Органічне агровиробництво: освіта і наука» (Київ, 2018 р.); Всеукраїнській науково-практичній інтернет конференції, присвяченої 145-річчю від заснування кафедри ботаніки та захисту рослин Херсонського аграрного університету «Перспективні напрями та інноваційні досягнення аграрної науки» (Херсон, 2019 р.); XV Міжнародній науково-практичній конференції «Біологічно активні препарати в рослинництві» (Київ, 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції факультету захисту рослин Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва «Проблеми екології та екологічно орієнтованого захисту рослин» (Харків, 2019 р.).

Публікації. За результатами досліджень опубліковано 22 наукові праці, з яких одна стаття – у зарубіжних наукових виданнях, включених до міжнародної наукометричної бази даних Scopus; тринадцять – статті в наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних; шість – у матеріалах науково – практичних конференцій; два – патенти України на корисну модель. Вимоги МОН України щодо необхідної кількості статей у наукових виданнях витримані

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота викладена на 204 сторінках комп'ютерного тексту і складається з анотації, вступу, 7-ми розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел і додатків. Дисертація містить 38 таблиць, 57 рисунків. Список літературних посилань містить 195 джерел, 37 з яких – латиницею.

РОЗДІЛ 1

ВНУТРІШНЬОСТЕБЛОВІ ШКІДНИКИ СОНЯШНИКА: БІОЛОГІЯ, ЕКОЛОГІЯ, РЕГУЛЮВАННЯ ЧИСЕЛЬНОСТІ. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

1.1. Основні тенденції в дослідженнях комах-фітофагів у агроценозі соняшнику

Відомо, що внутрішньостеблові фітофаги, як екологічна група, у сільськогосподарському виробництві є найменш дослідженою попри багаторічний досвід вирощування сільськогосподарських культур. Це стосується не тільки соняшника, але й зернових, на яких видовий склад комплексу шкідників: звичайного та чорного хлібних пильщиків, личинок ярої, озимої, шведської, гесенської мух, опомізи та зеленоочки тощо, хоча й добре відомий, але з погляду екології досліджений недостатньо навіть у найважливіших аспектах – динаміки чисельності та її регулювання, розподілу і формування екологічних ніш, впливу сучасних кліматичних змін тощо [103].

З одного боку на це є об'єктивні причини: прихований спосіб життя фітофагів та трудомісткість проведення досліджень, з іншого – недостатньо наукової конкретики на біоценотичному рівні, що призводить до неможливості встановлення рівнів втрат від окремих видів за певної комбінації абіотичних, насамперед, кліматичних, біотичних чинників та господарських показників. Нагальним є аналітичне опрацювання комплексної фітосанітарної ситуації. Для виробництва таке становище має негативні наслідки – відбувається лише узагальнення показників втрат від внутрішньостеблових фітофагів без їх аналізу, а відтак конструювання систем захисту відбувається на інтуїтивному рівні, не маючи в основі чітких наукових даних. Це характерно не тільки для України, але і для низки інших країн [157]. Тому, проблеми фенології (особливо її флуктуацій, комплементарних до кліматичних змін), популяційної динаміки, встановлення порогових рівнів шкідливості, у тому числі комплексних, нюанси конструювання систем регулювання чисельності є спільними й актуальними для

всіх ентомологічних об'єктів, що ведуть прихований спосіб життя і є економічно значущими насамперед для внутрішньостеблових та ґрунтових фітофагів [69; 70; 103; 127; 139].

Характерним є те, що для посівів соняшнику це набуває особливого значення, оскільки група внутрішньостеблових шкідників на цій культурі досліджена недостатньо навіть на рівні таксономічного переліку. На сьогодні ми маємо лише два види, економічна значущість, яких вважається доведеною (знову ж таки на інтуїтивному рівні, оскільки пороги шкідливості фактично не розроблені [91; 152] (так, у відомій книзі «Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур» (1986) [91] автори це питання взагалі обходять, зазначаючи лише, що «... підраховують кількість личинок та їх чисельність у кожному стеблі. Водночас вираховується середня чисельність личинок на 1м²» [91] – соняшnikової шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll. та соняшnikового вусача *Agapanthia dahli* Richt. [75; 76; 97].

Тим не менше, дослідження у цьому напрямі тривають – досліджуються зміни видового складу ентомофауни соняшнику, виявляються нові фітофаги, що можуть мати господарське значення [25; 83]. Так, нещодавно були виявлені рослинні клопи [26; 37] окремих видів, особливо внутрішньостеблових фітофагів, вплив яких висвітлюється як пошкодження вусачем *Agapanthia dahli* Richt. та шипоноскою *Mordellistena parvula* Gyll.. Останнє досить важливе, оскільки існує значна група комах, що розвиваються у товстих стеблах бур'янів та дикої рослинності (лопух, будяк, бузина тощо), які, до речі і шипоноска *Mordellistena parvula* Gyll. і вусач *Agapanthia dahli* Richt. теж заселяють. Імовірно, що ці види у забур'янених агроценозах у певній кількості можуть мігрувати на соняшник, але їх вплив не помітний, а на фоні пошкоджень досліджуваних внутрішньостеблових видів фітофагів, його взагалі важко ідентифікувати.

Доцільно зазначити, що рівень вивчення розвитку та розмноження соняшnikової шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll. та вусача *Agapanthia dahli* Richt. фактично не йде далі елементарного встановлення перебігу життєвого

циклу та фенології [33; 101; 158], причому остання за умов кліматичних змін також потребує коригування (Це аргументовано показано в дослідженнях щодо фенології ентомокомплексу окремих польових культур [105], клопа шкідливої черепашки *Eurygaster integriceps* Put. [79] та лучного метелика *Loxostege sticticalis* L. [154] в умовах Півдня України, злакових та квіткових мух у лісостеповій зоні України [109], совки озимої *Agrotis segetum* Schiff. [86], а також моніторингу комплексу шкідників восени [80].

Це свідчить про важливість системних досліджень на біоценотичному рівні з урахуванням біотичних чинників впливу на популяції шкідників соняшника, їх взаємозв'язків [161; 166; 173], а також вивчення можливостей використання для вирішення фітосанітарних проблем комплексного застосування біологічного та хімічного методів [**Error! Reference source not found.**; 35; 39; 88; 99; 135; 159].

Характерно, що основною проблемою біологічного методу в даному випадку є те, що препарати відносно внутрішньостеблових шкідників на основі ентомофагів не розроблені, а інсектициди на основі ентомопатогенних грибів (*Beauveria bassiana* та Метаризин – *Metarrhizium anisopliae*) мають відтермінований ефект, тобто проявляють його через певний час, якщо для ґрунтових фітофагів, таких, як личинки хрущів, це ще можна обійти, використавши принцип поступового насичення екосистеми даними збудниками [68], то для личинок *Mordellistena parvula* Gyll. та *Agapanthia dahli* Richt. таке вирішення проблеми недоцільне, біопрепарати ж на основі бактерій (БТ- група) є контактними, а отже також можуть працювати головним чином щодо імаго цих шкідників. Отже, нагальним є розробка і застосування біопрепарату, що потрапляє у середину стебла соняшника. Біопрепарати повинні застосовуватися у оптимальному співвідношенні «40 : 60» (біометод : хімічний метод), завдяки чому досягається баланс між економічною та екологічною складовою в технології вирощування соняшника [145]. З огляду на наукову та технічну складність проблеми застосування біометоду щодо *Mordellistena parvula* Gyll. та *Agapanthia dahli* Richt. наукові розробки на цю тему відсутні.

Доцільно відмітити, що зміни клімату є однією з причин глобального поширення нових, інвазійних, видів – так званого «біотичного дощу», у тому числі й комах-фітофагів причому як в польових агроценозах, так і в інших екосистемах, які за географією об'єктів охоплюють більшість континентів і мають планетарний масштаб проблеми [162;164; 168; 169; 170; 171; 175; 176; 178; 184; 185].

Зокрема, глобальна інвазія азіатської божої корівки *Harmonia axyridis*, яка за останні 35 років поширилася по чотирьох континентах [165].

В Україні, яка характеризується масштабними посівами соняшника [153], який є трофічною базою для розширення ареалів нових видів, у тому числі і спеціалізованих. Це свідчить про важливість дослідження на рівні виду й популяцій та побудови прогнозних ареалів і моделювати можливі впливи і сценарії розвитку фітосанітарного стану [146; 148]. Навіть локальні кліматичні зміни (аномальне підвищення температури упродовж одного чи декількох років поспіль) здатні створити умови для утворення тимчасових, нестабільних фантомних ареалів інвазійних видів – їх акліматизації на нових територіях [146], що у поєднанні з нелімітованими ресурсами живлення, якими по суті є соняшниковий агроценоз, може створити певну локальну фітосанітарну проблему регіонального рівня.

Відомо, що за останні п'ять років нагальними є питання інвазійних видів. Зокрема, крім уже відомих середземноморської плодової мухи *Ceratitis capitata* Wied., картопляної молі *Phthorimaea operculella* Zell., південноамериканської томатної молі *Tuta absoluta* Meur. (щодо цього об'єкту вже активно випробовуються меброкарбоніві суміші [63], західного кукурудзяного жука *Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte [10; 114], американського білого метелика. *Huynantia cunea* Drury (ареал, якого в Україні суттєво розширився) [174], виникли проблеми із бавовниковою совкою [62], фруктовою смугастою міллю *Anarsia lineatella* Zell. [64], цикадкою білою *Metcalfa pruinosa* Say [96], східною каштановою горіхотворкою [116] дрозюфілою *Drosophila suzukii* [112], виникла небезпека поширення східної вишневої мухи *Rhagoletis cingulate* Loew [134].

Так, для окремих потенційно небезпечних видів було проведено аналіз фітосанітарного ризику – східний павутинний кліщ *Eutetranychus orientalis* Klein [131], лимонний деревний вусач *Oemona hirta* Fabricius [132], *Cydia inopinata* Heinrich [133], коричнево-мармурового клопа *Halyomorpha halys* Stal – щодо якого працює міжнародна система моніторингу [113], ясеневі смарагдова вузькотіла *Agrilus planipennis* Fairmaire та бронзова березова златки *Agrilus anxius* Gory [114].

Водночас культуру соняшника, як цінний трофічний ресурс на фоні змін клімату та глобального «біотичного дощу» також не проминула ця тенденція – 2020 року на Херсонщині нами вперше було виявлено соняшникового стеблового довгоносика *Cylindrocopturus adpersus* LeConte, внутрішньостебловий шкідник, який імовірно проник на материкову частину України через Кримський півострів.

На мапі клімату Європи за Кеппеном-Гейгером – переважна частина території України знаходиться у помірно холодній зоні, що характеризується сухою зимою і теплим літом. Південь належить до підзони помірно холодної із сухою зимою та спекотним літом, а південна частина Кримського півострова визначена як підзона з кліматом помірно теплим із сухою зимою та спекотним літом. Кліматична система Кеппена є найбільш уживаною системою класифікації клімату, згідно з нею кордони кліматичних зон визначаються з урахуванням розподілу рослинності, збереження середніх щомісячних і щорічних температур і опадів, а також сезонності опадів [61; 133]. Зазначені особливості клімату зазвичай будуть сприяти розширенню ареалу *Cylindrocopturus adpersus* LeConte., а відтак є важливим аналіз фітосанітарного ризику від цього шкідника й побудова прогнозних моделей його поширення в регіоні досліджень та інших ґрунтово-кліматичних зонах України.

Заслужують особливої уваги зміни в проходженні та тривалості фенофаз росту та розвитку соняшнику [52], які суттєво змінилися у порівнянні до 50-70-х років минулого століття [85]. Такий стан речей викликає низку питань щодо відповідності фенофаз культур та стадій розвитку фітофагів, насамперед виникає

проблема перегляду комплексних порогів шкідливості. Це ще раз доводить важливість рівнів і порогів шкідливості – так чи інакше більшість питань сільськогосподарської ентомології зводиться до неї, або ґрунтуються на ній.

Отже, дослідження внутрішньостеблових шкідників соняшнику актуальні й на сьогодні є нагальною необхідністю, акцентувати увагу на дослідженні соняшникових шипоноски та вусача, їх фенології, динаміки чисельності та екології – розподілу трофічних ніш, розробки та моделюванні порогів шкідливості, а на основі цих даних здійснювати конструювання систем регулювання чисельності, як на стратегічному, так і на тактичному рівнях. Причому із застосуванням новітніх цифрових технологій у захисті рослин та інтелектуального аналізу фітосанітарної інформації агроценозу соняшнику [9; 32; 54; 102], оптимізаційного моделювання та активного використання ІТ-технологій для фітосанітарного моніторингу агроєкосистем [71;130].

Окремим важливим моментом є оцінка впливу комплексу чинників на біоценотичні зв'язки інвазійних видів, наприклад, соняшникового стеблового довгоносика *Cylindrocopturus adpersus* LeConte, що призводить до дестабілізаційних процесів у агроєкосистемах і є важливим щодо побудови моделей прогнозу (біокліматичного картування території із застосуванням GIS - технологій) та їх застосування в інтегрованих системах захисту соняшнику від внутрішньостеблових та інших комах-фітофагів.

1.2. Біологія та екологія внутрішньостеблових шкідників соняшника

Як уже зазначалося вище дані щодо біології та екології соняшникової шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll. та вусача *Agapanthia dahli* Richt. фактично не змінилися з моменту публікації основних класичних робіт [33; 101; 158], у яких розглядаються й ці види. Сучасні публікації є нечисленними і значною мірою компілятивними [27; 31; 75; 76], а отже нагальним є сучасні результати щодо цих фітофагів у нових агроценозах.

До того ж, попри значну шкідливість, що фіксується вже багато років, абсолютно відсутні в літературі дані щодо популяційної динаміки, спалахів чисельності [120; 121; 179; 180], просторового розподілу в агроценозі соняшнику, роботи прогностичного характеру. Так, у роботі О. Литвин зі співавторами (2012) [75; 76] вказується про спалах чисельності *Mordellistena parvula* Gyll. на півдні України – у 2005 році. І це при тому, що автори визначають зоною масового розмноження шкідника весь Південно-Східний Степ – Луганську, Донецьку та Запорізьку області. Однак, цих обґрунтувань недостатньо для побудови алгоритму прогнозу чисельності шкідника за новітніми розробками, наприклад моделлю циклічно-нелінійної динаміки природних систем, яка ґрунтується на принципах синергетики [5; 122]

Якщо говорити про біологію та фенологію, то в ранніх публікаціях зазначається, що соняшниковий вусач має однорічну генерацію, літ починається в найбільш південних районах на початку травня, а у роки з прохолодною весною різниця між початком льоту між північними й південними районами становить 20-30 днів. У третій декаді травня та в червні імаго додатково живляться на дикій рослинності. Загалом літ триває до трьох місяців. Яйця відкладає упродовж всього періоду льоту, але масова яйцекладка відмічається в червні-липні. Самиці відкладають яйця в стебла соняшника, осоту, будяку, лопуху, полину, дикого салату та бузини.

Личинки виходять через 5-10 днів – переважно в серпні, харчуються в стеблах і поступово мігрують у нижню його частину, якої сягають у другій половині серпня й у вересні закінчують свій ріст. Зимуює личинка в стеблі нижче рівня ґрунту, її стадія триває 10-11 місяців. Заляльковування також відбувається в стеблі і триває 6-17 днів [33]. До цього можна додати, те що, як зазначає М. Сахаров (1947) [101], перші жуки вусача на посівах з'являються при утворенні кошика, за 15-20 днів до цвітіння. Цей же автор уточнює висоту відкладання яєць самицею в стебло – на рівні 2/3 висоти.

Є ще згадки щодо локалізації заляльковування шкідника – поблизу рівня ґрунту та більш детальні уточнення відносно підготовки самицею «майданчика»

діаметром 5-8 мм (вигризає на поверхні стебла), у центрі якої вигризає щілину і відкладає яйце, що має значення для візуальної діагностики й кількості яєць – одна самиця відкладає їх до 50 [55].

Щодо соняшникової шипоноски Б. Добровольський (1951) [33] та М. Сахаров (1947) [101] подає такі відомості: вид має однорічну генерацію, личинки, що зимують у стеблах, починають заляльковуватися із середини квітня – стадія лялечки триває до 14 діб, літ жуків спостерігається в другій половині травня, переважно в третій декаді, яйця відкладають протягом липня-серпня в стебла соняшника та інших культур, а також будяка та інших бур'янів, що мають велике стебло, перші личинки починають виходити з яєць із середини липня й максимум відродження припадає на серпень початок вересня – ці личинки лишаються на зимівлю в стеблах і заляльковуються лише на весні наступного року.

За результатами досліджень, М. Сахарова [101] відмічається незначна шкода від шипоноски. Однак, В. Односум (1987) [89] уточнює, що літ шипоноски відбувається у травні-червні і, що особливо важливо – у основних районах вирощування соняшника де шипоноска завжди зустрічаються у порівняно великій кількості. Це свідчить, що високою фоновою чисельністю зазвичай маскуються спалахи масового розмноження шкідника, які практично, за виключенням 2005 року, не досліджувались у регіоні спостережень.

Із сучасних робіт можна отримати відомості щодо високої термофільності імаго шипоноски, яка визначає її добову активність. Відомості щодо фенології показують, що за останні 60-70 років відбулися певні зміни. Так, вказується що заляльковування на Півдні України починається із середини квітня, а в більш північних районах – у травні (стадія лялечки триває 12-14 діб). Відзначається, що лялечка шипоноски рухлива й переміщується по стеблу в пошуках температурного оптимуму для розвитку. Літ жуків у степовій зоні спостерігається із середини квітня, а в Лісостепу – на початку травня і триває до кінця липня і, навіть до початку серпня. За один цикл самиця відкладає 3-7 яєць. Стадія яйця триває 10-14 діб. Личинки завершують свій розвиток до збирання

урожаю і їх можна спостерігати по всій довжині стебла, виключаючи верхню третину. Залишаються зимувати личинки в залишках стебел [75].

Цим викладом і вичерпуються дані щодо біології та фенології цих шкідників, хоча визначення точних температурних діапазонів для розвитку преімагінальних стадій дали змогу використовувати їх у технічній ентомології як тест-культури для визначення ефективності бактеріальних препаратів на фітофагів, що ведуть прихований спосіб життя [72; 73]. Порівняно велике значення мають загальні технологічні аспекти стандартизації тест-культур: оптимізована система культивування має забезпечувати виживаність комах не менше 75% у кожній генерації, кількість деформованих лялечок – не більше 10%, співвідношення статей 1:1, плідність самиць не менше 80% від репродуктивного потенціалу виду, вихід тестових стадій (личинок, гусениць) має становити не менше 80% загальної кількості особин маточної культури [72].

В.І. Крутякова (2020) [72] зазначає, що температурний оптимум утримання фітофагів перебуває в межах 22-27°C, відносна вологість повітря залежно від стадії розвитку комах 65-85%, освітленість не менше 300 лк, фотоперіод довгого дня 16:8 (світло : темрява), фотоперіод короткого дня 8 : 16 (світло : темрява). Якщо дані щодо температури та вологості, попри їх розпливчастість, ще можна прийняти за точку відліку, то загальні рекомендації щодо фотоперіоду відносно соняшникової шипоносики та вусача потребують додаткових досліджень, оскільки в оптимізованій системі культивування мають бути чітко визначені і стабільно підтримуватися абіотичні параметри техноценозу, що забезпечують життєздатність тест-культур і стабільність їх біологічних показників (для цього за допомогою поліфакторних дослідів встановлюють оптимуми температури, вологості повітря, фотоперіоду, інтенсивності освітлення, аерації для кожної стадії розвитку тест-об'єкту) [72].

Важливим елементом є підбір живильного середовища – для гусениць і личинок, що живуть приховано та відкрито використовують напівсинтетичні штучні живильні середовища на основі агару або інших водоутримуючих компонентів (желатину, пектину, модифікованого крохмалю) [72]. Утримання

тест-об'єктів передбачає розташування їх за оптимальної щільності з урахуванням можливих проявів канібалізму та ефекту групи [72].

Заслуговують на увагу розроблені сучасні моделі промислового виробництва біомаси комах-фітофагів для використання у виробництві біопрепаратів на основі ентомофагів, що передбачають оптимізацію процесів розведення з урахуванням заданої продуктивності техноценозу, що доцільно застосовувати і в дослідженнях внутрішньостеблових шкідників соняшнику.

Новітніми в цьому плані є дослідження механізмів популяційного гомеостазу за регулювання структурних параметрів культур комах (динаміки просторово-етологічної структури штучних популяцій, механізмів підтримання їх гомеостазу за підвищеної щільності утримання комах, значення хеморецепції в підтриманні просторово-етологічної структури штучних популяцій, механізмів підтримання популяційного гомеостазу за зміни вікової та статевої структур) [81]. Загалом, накопичений обсяг інформації в галузі технічної ентомології, може бути активно застосовуваний для розробки окремих елементів ентомокультури соняшникового вусача та шипоноски (як тест-об'єктів).

Дослідження популяційної екології *Mordellistena parvula* Gyll. та *Agapanthia dahli* Richt. теж фактично не проводилися, хоча той факт, що фітофаги заселяють рослини одночасно і, по суті розвиток їх проходить у замкненій системі (в середині стебла), а відтак за обмеження трофічних ресурсів міг би дати цікаві результати щодо розподілу екологічних ніш як у просторі (в середині стебла), так і у часі (протягом вегетаційного періоду).

Отже, теорія екологічних ніш бурхливо розвивається. В останній час у наукових колах активно обговорюється структура спрямування сучасної еволюційної екології та ознакової екології (trait-based ecology). Характерно, що теоретичні конструкції, пов'язані з екологічними нішами посідають чільне місце [192; 194]. Зокрема їх просторовому розподілу, перетинанню тощо [92; 191; 193]. З просторовим переміщенням тісно пов'язана можливість організмами фізичного транспорту об'єктів, речовини та енергії як у межах одного, так і між різними біогеоценозами – так звані фороморфи [53] та екоморфи [190] (з цієї

точки зору щодо *Mordellistena parvula* Gyll. та *Agapanthia dahli* Richt. можна провести оригінальні дослідження щодо перенесення личинками протягом свого розвитку за профілем стебла збудників захворювань та паразитоїдів – такі дані були б важливими при розробці засобів біологічного контролю внутрішньостеблових фітофагів, оскільки на стадії личинки вони фактично недосяжні для сучасних хімічних препаратів, навіть інсектицидів системної дії).

О.Г. Васильєвим (2021) [15] запропонована еволюційно-екологічна концепція морфоніш (morphoniche), як частини багатомірної екологічної ніші, що характеризує межі фенотипічної пластичності особин, ценопопуляцій і таксономічних груп у загальному морфопросторі. Причому феном розглядається як первинна екологічна та індивідуальна ніша особини, її динамічна змінна в процесі розвитку морфофункціональна оболонка, що забезпечує автономність, неподільність та стійкість морфоструктур, обміну речовин як у її межах, так і з довкіллям.

Водночас феномен – мультифункціональний, історично сформований «біоінструмент», який виконує в популяції необхідні екологічні функції, насамперед, трофічні, репродуктивні та довкілля утворюючі. Автор використовує методи геометричної морфометрії для того щоби визначити співвідношення морфоніш особин, популяцій і таксономічних угруповань, оцінити їх морфогенетичні реакції на вплив аут- та синекологічних чинників. У межах запропонованої концепції нагальним є дослідження співвідношень обсягів індивідуальних, популяційних, видових та ценотичних, як реалізованих, так і потенційних морфоніш у морфопросторі. Запропоновані методи оцінки індексів адаптивного модифікаційного потенціалу – АМР, оптимальності реалізованої морфоніши – РМО, еволабільності – Evb, коефіцієнта перекриття морфоніш – МОС, частки впливу зовнішнього (ExtFltr) і внутрішнього (IntFltr) екологічних фільтрів на популяції, сприятливості умов розвитку та ризиків виникнення біоценотичного кризису за умови вичерпання адаптивного модифікаційного потенціалу [15].

Узагальнення цих закономірностей і уточнення сучасних окремих видів, членистоногих свідчить, що обмеження поширення їх лежить в основі розбіжності між місцеперебуваннями в нейтральному світі, отже, можна очікувати, що віддалені одна від одної ділянки простору будуть населені більш відмінними угрупованнями. Розбіжності локального видового багатства між місцеперебуваннями пояснюються випадковим зникненням і заміщенням видів у часі. Ці процеси отримали назву «екологічного дрейфу» [74].

Теорія нейтральності може бути перевірена шляхом порівняння впливу на структуру угруповання локальних екологічних умов і явища просторового загасання. Відповідно до теорії ніші, за показниками між матриці «вид-чисельність» визначається позитивно корельована із близькістю локальних екологічних умов. Теорія нейтральності ж, навпаки передбачає негативну кореляцію видової структури з відстанню між місцеперебуваннями. Зазначені розбіжності часто складно встановити, тому що розбіжності екологічних умов часто корельовані з відстанню. Такий підхід для перевірки теорії нейтральності може бути застосований, якщо локальні умови та просторовий чинник незалежні [74].

З урахуванням вищенаведеного доцільно припустити, що популяції *Agarantia dahli* Richt. і *Mordellistena parvula* Gyll. будуть контролювати одна одну, оскільки займають однакові трофічні ніші. Це важлива закономірність, яка потребує перевірки й за підтвердження є основою для розробки сучасного методу регулювання чисельності фітофагів – створення сприятливих умов для менш шкідливого виду з метою пригнічення популяції більш шкідливого виду [7].

Отже, унікальним полем для сучасних дослідників екології комах є популяції видів, що конкурують між собою в межах одного чи декількох ресурсів. У даному випадку активне дослідження аутоекології та популяційної екології *Agarantia dahli* Richt. та *Mordellistena parvula* Gyll. має значні наукові перспективи.

1.3. Економічні пороги та рівні шкідливості внутрішньостеблових фітофагів соняшнику

Питання щодо розробки порогів шкідливості є невід'ємною частиною восьми основних принципів, на яких ґрунтується міжнародне визначення терміну «інтегрований захист рослин» (IPM): профілактика і пригнічення, моніторинг, прийняття рішення, використання нехімічних методів, вибір пестицидів, скорочення використання пестицидів, регулювання резистентності комах до пестицидів та оцінка успішності контролю на показниках моніторингу популяцій фітофагів і впливу пестицидів на довкілля. У третьому пункті «прийняття рішення», зокрема передбачається, що управлінські рішення повинні ґрунтуватися на моніторингу популяцій комах-фітофагів та на надійних порогових значеннях [88; 160], як приклад можна навести досвід застосування цієї концепції на ріпаку та гірчиці [183].

Сучасні комплексні підходи щодо вирішення цього питання із окремими складовими вказані в роботах О. Любіщева (1958) [77], мають частково виражений натуралістичний та історичний інтерес щодо висвітлення розвитку наукової думки цього напрямку ніж основу для розвитку теорії порогів шкідливості.

Пізніші розробки [16] стали наступним етапом побудови порогових моделей - на основі інтегральних показників шкідливості, сюди потрібно віднести й роботи В. Танського та І. Полякова [**Error! Reference source not found.**; 129]. Ці роботи характеризуються чіткими спрощеними моделями, що дають змогу ефективно використовувати їх у практиці. Проте спрощеність, з іншого боку, стала і їх основним недоліком – це позначалося на точності, а відтак на ефективності прийняття рішень щодо застосування засобів регулювання чисельності окремих видів фітофагів.

Більш цінними з погляду статистичного опрацювання й різноманіття комплексу чинників, які враховуються в моделях, є роботи О.Ф. Зубкова [8; 54], основна цінність, яких полягає у введенні до порогових моделей енергетичної

компоненти – потреби живлення для фітофагів на різних стадіях розвитку. Попри свою прогресивність моделі О.Ф. Зубкова мали один суттєвий недолік – намагаючись як більш повно охопити статистичним аналізом чинники впливу в агроценозі, дослідник настільки перевантажив моделі математичними викладками, що по суті унеможливив користування ними на практиці, а відтак вони мають більше теоретичний інтерес. Тим не менше саме праці О.Ф. Зубкова стали основою для подальшого розвитку наукової проблеми.

Так, у роботах А.В. Фокіна присвячених енергетичній концепції визначення рівнів і порогів шкідливості на прикладі ґрунтових фітофагів розв'язано питання комплексних порогів шкідливості, розроблена методика оцінки ступеня фітофагії комах, визначено рівень втрат урожаю для визначення порогів шкідливості [137; 138; 139; 140]. У своїй концепції порогів автор поєднує енергетичні підходи О.Ф. Зубкова зі структурою трофіки фітофагів на різних етапах розвитку та з особливостями структури популяції шкідників з урахуванням біомаси трофічних ресурсів. Крім того, у межах цієї ж концепції запропоновано оцінювання рівнів шкідливості ґрунтових фітофагів за допомогою теореми мінімакса, обговорюється ідея нерівномірності порогів – пропонується розрізняти мікро- та макророги шкідливості [106; 142]. Також чітко окреслено ознаки, наявність яких є необхідною при розробці комплексних порогів шкідливості: екологічна – за схожістю способу життя видів, що шкодять; трофічна – живлення комплексу видів на одній культурі; фенологічна – перетинання в часі шкідливості різних видів (шкодять в один період); морфологічна – шкідники, для яких визначається комплексний поріг повинні мати однаковий тип ротового апарату [141]. Така класифікація може бути цінною на попередньому етапі – формування ентомологічного комплексу, для якого планується розробка моделі комплексної шкідливості. Цим же автором, як інтеграція розв'язку наукової проблеми порогів шкідливості для фітосанітарної діагностики, пропонується фракталізація площі агроценозу з метою оптимізації моніторингу фітофагів [147].

Наступним сучасним етапом розвитку теорії порогів шкідливості стала ідея застосування для їх моделювання елементів комбінаторики (на прикладі ґрунтових фітофагів личинок травневих хрущів): кореневу систему рослини представлено як матрицю певної розмірності, у межах, якої існує рівень максимального пошкодження й зони ризику та адаптивності, використання фітофагами трофічного ресурсу адаптивної зони можна уявити як маршрут проходження через енергетичні квадрати матриці. Порогове значення визначається співвідношенням біомаси кореневої системи та фітофагів на різних етапах вегетаційного періоду [69; 70].

Отже, відбувається розшарування поняття «пороги шкідливості» за часовим принципом – для різних етапів вегетації доцільно застосовувати індивідуальні моделі визначення порогових рівнів чисельності (об'єднані загальним принципом побудови) [69; 70].

Отже, сучасні розробки щодо порогових значень чисельності ентомологічних об'єктів здебільшого спираються на енергетичні показники потреби, дані щодо споживання та засвоєння живлення, біомаси комахи-фітофага (на певній стадії) та рослини (на тому чи іншому етапі вегетаційного періоду), а також маршрутизації споживання фітофагами трофічних ресурсів.

Тим не менше, дослідники продовжують користуватися й методиками, запропонованими для оцінок шкідливості комах ще на початку та в середині минулого століття [125], наприклад, для ентомокомплексу на озимій пшениці [108], саранових, ріпакового квіткоїда, хрестоцвітих блішок та клопів на ріпаку яромому та гірчиці [117; 123; 126] хлібних пильщиків [103], клопа шкідливої черепашки [155]. В останньому випадку це викликає певний дисонанс у порівнянні до сучасних екологічних досліджень, проведених авторами щодо групи прихованоживучих шкідників злакових культур. Констатація такої тенденції для нас є досить важливою, оскільки показує проблемність і остаточну невирішеність питання порогів шкідливості, необхідність продовження наукового пошуку в цьому напрямі.

Стосовно шипоноски в науковій літературі недостатньо обґрунтоване значення порогів шкідливості.

Так, у роботі О. Литвин зі співавторами (2012) [75; 76] зазначається – за чисельності 15 личинок на одне стебло спостерігається значне зниження урожаю і водночас повідомляється, що обліками фіксувалося до 70 личинок на стебло, але за такої чисельності шкідника стебла соняшника повинні були неминуче зламатися, що взагалі б унеможливило збирання урожаю. Отже, інтервал 15-70 личинок/стебло не можна розглядати як власне поріг шкідливості. Це скоріш констатація фітосанітарного стану агроценозу соняшника під час польових спостережень автора в певній фазі вегетаційного періоду.

1.4. Сучасні методи регулювання чисельності комах-фітофагів у агроценозі соняшнику

Аналіз результатів досліджень сучасних науковців, присвячених спостереженням у агроценозах соняшника свідчить, що основна їх проблематика пов'язана з оцінкою елементів технології вирощування, агротехніки на продуктивність культури й заселення посівів соняшника комахами-фітофагами.

Так, вивчалася динаміка продукційного процесу рослин соняшнику залежно від гібридного складу, зокрема був розроблений ранжирований ряд щодо стійкості різних гібридів соняшнику до окремих видів фітофагів вирощених в умовах Степу [94], густоти стояння та мікродобрив [18; 49; 188], від основного обробітку ґрунту (в умовах Луганської області) [82] від регламентів (строків, норм висіву) сівби [59] та розвитку кореневої системи [60], від густоти посіву та ширини міжрядь (для ранньостиглих гібридів) [13; 14], від строків сівби та ширини міжрядь [24], від різних систем живлення та обробітку ґрунту [38; 84; 86; 93; 151], позакореневих підживлень біопрепаратами [28] – під основний обробіток ґрунту, як фон вносили $N_{16} P_{16} K_{16}$, а в основні періоди вегетації проводили позакореневі підживлення сучасними препаратами: Ретардин, Фреш Енергія та Фреш Флорид, прирости врожаю від підживлень

становили до 63,6% [20] (схожі позитивні результати були отримані й на інших культурах у південнестеповій зоні, наприклад, ячмені ярому при підживленні біопрепаратами Фреш Флорід (300 г/га) та Органік Д-2 М [19], залежно від застосування регуляторів росту [23; 26; 41; 67;], зокрема АКМ – напівсинтетичного плівкоутворюючого регулятора росту антистресової дії для обробки насіння й обприскування на основі диметилсульфоксиду та іонолу [42; 45; 47; 48; 187; 189], Хелафіту [42], стимулятора росту Стимпо на технозомах з додаванням бору і молібдену [78], застосування мікроелементів [3; 111], зокрема технологія застосування препаратів на основі мікроелементів при вирощуванні гібриду Андромеда [95].

Також вивчалася залежність урожайності соняшника від едафічних та кліматичних чинників [43; 47; 51; 195] та від мінерального живлення та передпосівної обробки насіння стимуляторами росту за умов недостатнього зволоження [44; 189], вивчався вплив на рослини соняшника композицій біопрепаратів на водній основі [167].

Таке дослідження, з одного боку свідчить, що елементи сучасної технології знаходяться у процесі вивчення, відбувається відпрацювання оптимальних технологічних схем, а з іншого – показує шляхи досліджень впливів елементів технології на розмноження фітофагів – на популяційну динаміку основних шкідників, у тому числі і внутрішньостеблових – соняшникового вусача та шипоносики. Характерно, що вплив агротехніки на поширення комах-фітофагів у сівозмінах загальновідомий, особливо добре це досліджено на зернових в останні роки [66; 90; 104; 109], а щодо відносно цього питання існує значна наукова література в ретроспективі майже за 150 років, але введення сучасних технологічних прийомів поява нових сортів та гібридів (особливо панцирних та короткостеблових) потребує уточнення впливів нових комбінацій чинників на популяції комах-фітофагів, тому питання як з наукової так і практичної точки зору залишається відкритим.

Узагальнені результати багаторічних досліджень фітофагів соняшнику із визначенням впливу певних чинників на популяції шкідників та ефективність агротехнічних методів регулювання їх чисельності (табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Актуальні дослідження агротехнології вирощування соняшника на Півдні України та їх відношення до розробки агротехнічного методу регулювання чисельності внутрішньостеблових фітофагів (2000-2021 рр.)

Наукові дослідження	Відношення до агротехнічного методу регулювання чисельності внутрішньостеблових шкідників
Вивчення гібридного складу соняшника	Виявлення гібридів більш стійких до заселення шипоноскою та вусачем за механічними ознаками
Досліди з основним обробітком ґрунту	Зменшення кількості рослинних залишків, як резервації зимуючої стадії фітофагів.
Дослідження різних строків висіву соняшника	За пізніх строків висіву відзначаються більш високі втрати урожаю, як за кількісними, так і за якісними показниками.
Дослідження чинників, що впливають на розвиток кореневої системи	З одного боку, як чинник стійкості щодо внутрішньостеблових шкідників, з іншого – збільшення біомаси-резервату для зимуючої стадії фітофагів.
Вивчення різних варіантів густоти посівів та ширини міжрядь	За розріджених посівів рослини отримують більшу площу живлення, а відтак формують стебло більшого діаметру, що має значення як збільшення трофічних ресурсів.
Вивчення різних систем живлення і вплив на чисельність шкідників	Рослини отримують більше живлення, а відтак накопичують більш значну біомасу, що має значення як збільшення трофічних ресурсів для шкідників.
Дослідження впливу на ріст та продуктивність регуляторів росту й заселення соняшнику фітофагами	Оптимізуються етапи органогенезу й рівні заселення соняшнику комахами-фітофагами.

Цікавим є дослідження щодо впливу норм висіву насіння, застосування мікродобрив та біопрепаратів на формування висоти рослин (на прикладі сорго цукрового) [67]. Для поширення соняшникових вусача та шипоноски в агроценозах соняшнику це може мати важливе значення, оскільки вони локалізуються в стеблі на різній висоті, більш того і гібриди різняться за висотою стебла. Дослідження заселення шипоноскою та вусачем соняшника в розрізі сортів та гібридів може дати цікавий матеріал щодо виявлення відносно стійких до внутрішньостеблових фітофагів гібридів.

Особливу цікавість викликають роботи із вивчення строків посіву соняшника – ще з робіт О. Мегалова відомо, що пізні строки висіву сприяють збільшенню втрат урожаю (за натурою та олійністю) на 3,3 та 1,7% відповідно [101].

Важливими є й роботи щодо обробітку ґрунту та розвитку кореневої системи соняшника з позиції рослинних залишків, оскільки останні є основним чинником погіршення фітосанітарного стану агроценозу, зокрема і стосовно внутрішньостеблових фітофагів.

Важливість агротехнічного методу, зокрема подрібнення луцильників та заорювання рослинних залишків, знищення бур'янів, які можуть бути резерватами для внутрішньостеблових фітофагів, тож дослідження його регламентів (тип обробітку ґрунту – оранка або луціння, кратність луціння, глибина) є актуальними, це зазначається й іншими авторами [75; 76]. Отже, агротехнічний метод є невід'ємною частиною системи регулювання чисельності соняшникових вусача та шипоноски.

Хімічний метод регулювання чисельності комах-фітофагів в Україні традиційно залишається найбільш привабливим [29]. За результатами досліджень С.В. Станкевича та І.В. Забродіної [124] у період 2017-2018 років на інсекто-акарициди припало 9,9% від загального імпорту засобів захисту рослин, або 9,6 тис. т. в абсолютних показниках, а загальна кількість імпортерів становила 135 компаній. Порівняно високі обсяги імпорту засобів захисту рослин надходять із Китаю – 35,2%. Другим, третім і четвертим за значущістю

імпортерами засобів захисту рослин в Україну є Німеччина (14%), Франція (13%) і Бельгія (10%). На п'ятому місці Ізраїль (9,5%), шостому – Іспанія (6,3%). Далі за рейтингом йдуть Польща (4,3%), Угорщина (3,4%), Великобританія (2,5%) та Білорусь (2,2%) [117; 124].

Хімічний метод на посівах соняшнику є основною складовою заходів захисту посівів у комплексі: інсектициди, фунгіциди, гербіциди, десиканти, але із застосуванням інсектицидів без регламентів реального фітосанітарною ситуацією, як превентивних заходів [182]. Однак, це негативно впливає на екологічну ситуацію в цілому і ніяк не відповідає міжнародним стандартам інтегрованого захисту рослин (IPM), одним з критеріїв, якого є скорочення використання пестицидів завдяки зменшенню норм витрати препаратів і кратності обробок [88; 119; 160; 172; 183]

Щодо регламентів застосування інсектицидів на сьогодні однією з основних проблем залишається питання норм та кратності застосування. Це актуальне не тільки для інсектицидів, але і для гербіцидів, фунгіцидів тощо. Як доказ актуальності проблеми можна навести останні розробки, пов'язані з агроекологічним обґрунтуванням впливу різних норм гербіциду Дербі на фітосанітарний стан польових сівозмін [98] та на популяції *Avena fatua* [163].

Водночас, особливо уваги заслуговують теоретичні моделі, які показують, що результативність захисних технологій і в тому числі кратність обробок прогнозується за допомогою ланцюгів Маркова, тобто на основі використання ймовірнісних підходів у фазових переходах динаміки чисельності популяції комах-фітофагів (спалах чисельності, депресія тощо) і припускаючи, що зміни стану системи відбуваються в певні фази вегетації соняшнику.

Заслужує особливої уваги прогнозування динаміки чисельності комах, на даних чисельності, залежно від рівня системи (популяція, агроценоз, біоценоз і т.д.), а також зовнішніх предикторів (модифікуючі й регулюючі). За такої умови важливим є обґрунтований вибір предикторів для сезонного прогнозу поведінки системи того чи іншого рівня [2].

Це дозволяє отримати показники щодо прогнозу чисельності певних видів комах-фітофагів і застосування спеціального математичного апарату із створенням моделей, які є продуктивними і виправданими в сучасних системах ведення рослинництва.

Відмічається і створення агроекологічної моделі продуктивності люцерни за допомогою нейронних мереж із визначенням ефективності застосування штучних нейронних мереж, яка принципово відрізняється від традиційних методів аналізу статистичних даних. До основних елементів системи при побудові сучасних моделей прийняті наступні показники: сума ефективних температур понад +5°C, кількість атмосферних опадів, тривалість сонячного сяйва, зрошувальні норми, глибина обробітку ґрунту, удобрення та захист рослин [56]. Усе це свідчить про доцільність і цінність математичного моделювання на основі ланцюгів Маркова та нейронних мереж у вирішенні досить складних практичних питань захисту соняшника та рослинництва загалом.

Щодо внутрішньостеблових шкідників соняшника, зокрема *Mordellistena parvula* Gyll. у літературі є дані щодо ефективності хімічних інсектицидів, а також окремих заходів захисту посівів на окремих етапах органогенезу культурних рослин.

Так, у 2007-2009 рр. в умовах Південно-Східного Степу (Донецька область) вивчали ефективність препаратів на основі тіаметоксаму та лямбда-цигалотрину. Інсектициди застосовували шляхом обприскування в період масового виходу личинок із яєць (фаза рослини 10-12 листків). Максимальний ефект спостерігався через 21-24 доби після застосування комбінованого контактено-системного препарату на основі обох цих діючих речовин і становив 64-76% за норми витрати 0,18 л/га та 71-76% за норми 0,25 л/га [75; 76]. Ці результати (за діючими речовинами та їх ефективності) практично збігаються з іншими рекомендаціями.

Отже, у 2007-2008 рр. порівняно високу ефективність забезпечив препарат Енжіо 247 SC к.с. з нормами витрати 0,18 та 0,25 л/га через 21 добу 64-76%

відносно личинок шипоноски та 60-70% - щодо яйцекладок шкідника (період захисної дії становив 60 діб). При застосуванні препарату у фазу 10-12 листків заселеність соняшника фітофагами через 60 днів зменшувалася на 49-59% порівняно з контролем. Водночас препарати Карате Зеон 050 SC мк.с. та Актара 25 WG, в.г. відносно преімагінальних стадій були малоефективними, тому подальше дослідження їх впливу на соняшникову шипоноску автори визнали за безперспективне [31].

У роботах М. Дем'янюка (2019) [30] відмічено, що бінарний препарат Енжіо 247 SC к.с. (тіаметоксам + лямбда-цигалотрин) здатний ефективно контролювати імаго внутрішньостеблових шкідників в період заселення ними посівів та на етапі відродження личинок із яєць і початку їх проникнення в поверхневі тканини стебла соняшника (контактна та системна дія).

Системна дія тіаметоксаму й ефективність його на основному етапі забезпечується властивістю рухатися флоемою в провідних пучках, які анатомічно розташовані ближче до периферії стебла за норму витрати препарату рекомендується 0,18 л/га. Вказується на ефективність двох обробок цим препаратом – перша у фазу сходів при заселенні посівів фітофагами (імаго внутрішньостеблових шкідників) та збільшенні щільності їх популяцій (у тому числі ефект проявляється і щодо довгоносиків, мідляків тощо), друга – при появі в надпороговій чисельності клопів, попелиць, шипоноски та вусача [30].

Водночас хімічний метод рекомендується застосовувати щодо комплексу шкідників, не проти окремих видів, що унеможлиблює оцінювати порогові шкідливості (комплексний же поріг шкідливості наразі теж не розроблений). По суті це превентивні обробки, які прив'язані більше до фази розвитку культури, ніж до реальної фітосанітарної ситуації. Прогнозуємо, що від частини цих обприскувань доцільно відмовитися без зростання втрат урожаю. За нових технологій актуальним є подальше випробовування системних препаратів, асортимент діючих речовин, яких значно ширше й ефективніше.

Отже хімічний і біологічний (на основі БТ- препаратів) методи щодо цільових об'єктів доцільно застосовувати для контролю імаго шипоноски

Mordellistena parvula Gyll. та соняшникового вусача *Agapanthia dahli* Richt. у період заселення посівів соняшнику та початку відкладання самицями яєць. Нагальним є й обробка узбіч, бур'янистої рослинності в межах лісосмуг у період додаткового живлення імаго, але тільки в роки масового розмноження шкідників, оскільки існують значні фітосанітарні ризики від впливу препаратів на корисну ентомофауну екотонів.

Висновки до розділу 1

- внутрішньостеблові шкідники-фітофаги, як екологічна група в сільськогосподарському виробництві є найменш дослідженою;
- відносно культури соняшника на сьогодні ми маємо лише двох внутрішньостеблових фітофагів, економічна значущість, яких вважається доведеною: соняшникову шипоноску *Mordellistena parvula* Gyll. та соняшникового вусача *Agapanthia dahli* Richt;
- рівень вивчення *Mordellistena parvula* Gyll. та *Agapanthia dahli* Richt. фактично не поширюється далі елементарного встановлення перебігу життєвого циклу та фенології, причому остання за умов кліматичних змін потребує коригування;
- сучасні розробки щодо порогових значень чисельності ентомологічних об'єктів спираються на енергетичні показники потреби, споживання та засвоєння живлення, біомаси комахи-фітофага (на певній стадії) та рослини (на тому чи іншому етапі вегетаційного періоду), а також маршрутизації споживання фітофагами трофічних ресурсів. Для *Mordellistena parvula* Gyll. та *Agapanthia dahli* Richt. пороги шкідливості на цих принципах не розроблялися;
- з огляду на глобальні інвазійні світові процеси вітчизняні посіви соняшника можуть стати трофічною базою для розширення ареалів нових видів, у тому числі і спеціалізованих;
- дослідження щодо агротехніки соняшника, зокрема регламентів висіву насіння та систем обробітку ґрунту можуть стати основою для розробки

агротехнічного методу регулювання чисельності *Mordellistena parvula* Gyll. та *Agapanthia dahli* Richt.;

- біологічний метод відносно внутрішньостеблових шкідників соняшника не розроблений;

- попри активне застосування хімічного методу на культурі соняшника було проведено лише поодинокі спеціальні дослідження щодо можливості контролю внутрішньостеблових шкідників сучасними інсектицидами, якими встановлена перспективність використання бінарних продуктів на основі тіаметоксаму та лямбда-цигалотрин

РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Характеристика місця проведення досліджень

Дослідження проводили в степовій зоні на сільськогосподарських угіддях ТОВ «Айленд» 2019-2020 рр. та у 2021 році на виробничих посівах ФГ «Нік Агро Плюс» Херсонської області, Новотроїцького району, село Сивашівка.

Клімат району досліджень помірно-континентальний, посушливий. Середньорічні температури: літня +22,4 °С, зимова -2,1 °С. Максимальна літня температура +40 °С, максимальна зимова -31,5 °С. Тривалість безморозного періоду в середньому 179 днів на рік. Середньорічна кількість опадів від 250 до 350 мм. За випаровування 1000-1050 мм гідротермічний коефіцієнт складає 0,3, що характеризує посушливість клімату регіону. За сильного вітру, часом навіть, узимку виникають пилові бурі. Сніговий покрив у зимовий період нестійкий, майже відсутній, також особливість регіону є сильні вітри, які здувають сніговий покрив утворюючи великі замети, що впливає на нерівномірне розподілення снігу по поверхні поля.

Клімату Новотроїцького району притаманні літні суховії – потужні вітри (понад 5 м/с) за низької вологості (менш як 30%) та високих температур (вище 25°С). На території господарства домінуючими є вітри східного й північно-східного напрямку, часто переходять у пилові бурі, які в останні роки спостерігаються щорічно.

Вегетаційний період триває в середньому від 220 до 225 днів. Сума активних температур становить 2500-2700°С, тривалість періоду з температурою понад 10°С складає 170-180 днів, а з температурою понад 5°С – 220-225 днів.

У другій декаді жовтня спостерігаються перші осінні заморозки, а у 2-3-й декаді квітня – останні весняні. Трапляються роки, коли в травні й вересні спостерігається зниження температур нижче 0°С. Основним лімітуючим чинником є значна посушливість клімату. Гідротермічний коефіцієнт знаходиться на рівні 0,3-0,4.

Кліматичні умови господарства характеризуються незначною кількістю опадів, високою річною температурою повітря, сильними вітрами і значним випаровуванням, що сприяє сильному висушуванню ґрунтів, які піддаються вітровій ерозії.

Тимчасові виробничі досліді, на яких проводилися спостереження характеризуються темно-каштановими середньосуглинковими ґрунтами, особливістю яких є чітка диференціація профілю за елювіально-ілювіальним типом, що пов'язано із солонцюватістю.

Послаблення розвитку дернового процесу, у порівнянні з чорноземною зоною, пояснюється тим, що більш зріджений рослинний покрив меншою мірою забезпечує ґрунт рослинними рештками. Гуміфікуються та мінералізуються вони в сухому ґрунті при повному доступі повітря, внаслідок чого процеси відбуваються досить інтенсивно, у ґрунті нагромаджується багато різних мінеральних солей і мало гумусу, переважно у формі гумінової кислоти.

Вміст рухомих форм азоту низький, фосфору – середній, калію – середній та підвищений. Вміст основних поживних речовин у ґрунті наведено в таблиці (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Фізико-хімічний стан темно-каштанового ґрунту середньосуглинкового ґрунту, дослідного поля ТОВ «Айленд» (2019-2020 рр.)

Глибина відбору зразка ґрунту, см	Вміст у ґрунті					
	гумус %	азот загальний, %	фосфор загальний, %	калій обмінний, мг/100г	фосфор рухомий, мг/100г	сума солей, водорозчинних, %
0-25	2,15	0,171	0,091	33,0	4,8	0,101
25-40	1,96	0,147	0,071	26,0	3,6	0,090
40-60	1,08	1,120	0,044	21,0	1,4	0,112
60-80	0,77	0,092	0,045	21,0	1,3	0,152
80-100	0,51	0,091	0,047	21,0	1,3	0,150
100-150	0,50	0,049	0,051	20,0	1,2	0,150

Найменша вологоємність залежить від гранулометричного, мінерального й хімічного складу ґрунту, його щільності й пористості, застосовується при розрахунку поливних норм, а отже, є однією з головних показників. В орному шарі найменшої вологоємності міститься найбільше – 21,1%. Цей показник зменшується залежно від глибини шарів ґрунту. Найнижчий він у метровому шарі, і складає лише 19,9%. В орному шарі темно-каштанових ґрунтів міститься 2-3% гумусу, кількість якого з глибиною поступово зменшується. Розвиток темно-каштанових ґрунтів в умовах слабкого промивання призводить до накопичення в цьому шарі поживних речовин. За їх кількістю темно-каштанові ґрунти майже не поступаються чорноземам південним. В орному шарі темно-каштанового ґрунту середнього механічного складу міститься гідролізованого азоту 3,67 мг, рухомого фосфору – 4,78 мг, а обмінного калію – від 23 мг до 100 мг на 100 г ґрунту. Профіль ґрунтів складається з двох горизонтів – гумусово-аккумулятивного та ілювіально-карбонатного. Ємність поглинання темно-каштанових слабкосолонцюватих ґрунтів становить 30,5 мг.-екв./100 г ґрунту, причому на долю кальцію приходиться 21,3, магнію – 6,3, натрію – 1,3 та калію – 1,6 мг.-екв., тобто ґрунтово-вбирний комплекс насичений в основному кальцієм та магнієм. У темно-каштанових ґрунтах на значну глибину виносяться лише легкорозчинні солі. Реакція ґрунтового розчину верхніх горизонтів практично нейтральна або слаболужна (рН = 6,8-7,4), вниз по профілю, як правило, зростає. В цілому, агрохімічні властивості ґрунту вказують на середній рівень родючості.

2.2. Умови проведення досліджень

Погодні умови за роки проведення досліджень відзначалися мінливістю. Насамперед це стосується забезпеченістю вологою та температурним режимом. Загалом, 2019 та 2020 роки можна віднести до посушливих, а 2021 – до вологих.

Так, 2019 рік (Додаток В.2) характеризувався незначною кількістю опадів у вегетаційний період від 38 мм у квітні до 48,1 мм у серпні, причому

максимальний показник спостерігався в другій декаді липня 61,3 мм. Причому значення ГТК коливалися від 0,94 у квітні до 0,88 у листопаді. Максимальні температури 24-25°C відзначалися упродовж усього літнього періоду (червень-серпень). Мінімальне значення вологості повітря в літній період відзначене в першій декаді серпня 43,5%.

Стосовно 2020 року (Додаток В.1) – кліматичні тенденції мало відрізняються від попереднього року. Кількість опадів від квітня по серпень коливалася від 7,7 мм до 44,4 мм із максимумом у другій декаді червня – 59,5 мм. Отже, максимум зволоження змістився на місяць. Значення ГТК становили 0,23 наприкінці квітня і 0,34 у вересні, а в проміжний період були значно вищі – у травні 0,73, червні – 0,89, липні та серпні – 0,64. Максимальні температури 24-26 °С спостерігалися наприкінці червня – на початку липня, а також у першій декаді серпня. Мінімальне значення вологості повітря в літній період було відзначено для середини липня – 47,7%.

Кліматичні показники 2021 року (Додаток В.3) істотно різнилися від попередніх років. Опади за квітень становили 65,3 мм, травень – 34,3 мм, червень – 201,7 мм, липень – 209,2 мм. Значення ГТК у червні сягнуло 3,31, у липні – 2,82. Температурний максимум 24-26°C припав на липень – початок серпня, друга декада липня – максимальна 26,8°C. Відносна вологість повітря порівняно виявилася досить високою і протягом літа не опускалася нижче 61,8%, становлячи в основному 70-80%.

2.3. Методи досліджень

Для визначення чисельності й порогів шкідливості соняшникового вусача та шипоноски на гібриді F1, НС СУМО 2017 у 2019-2020 рр. проводили загальноприйняті обліки: після збирання урожаю не менш як у 20 місцях поля на ділянках 1 м² збирали стебла та прикореневі їх частини по 5 у кожній точці, які розтинали ножем вздовж і підраховували кількість личинок у кожному стеблі [91] з наступним перерахунком на чисельність фітофагів особин на рослину за

щільності посівів соняшника 55 тис. рослин на га. Також проводили обліки пошкоджень – зламаних рослин на висоті 50-60 см.

З метою визначення конкурентних співвідношень між *Agapanthia dahli* Richt. та *Mordellistena parvula* Gyll. визначали частки від заселених рослин та обстежених рослин (%): заселення окремо вусачем та шипоноскою, а також за їх сумісного заселення, окремо визначався відсоток неуражених рослин.

Визначали конкуренцію на рівні агроценозу: частку рослин, заселених кожним видом фітофага за середньої чисельності личинок (екз. /роsl.) і щільності посівів (тис. росл./га) – порогову чисельність популяції кожного фітофага на гектар та їх співвідношення.

Для оцінки конкуренції між личинками за трофічні ресурси на рівні окремих рослин визначали просторовий розподіл личинок внутрішньостеблових фітофагів соняшника за профілем стебла, виділяючи зони зі значною концентрацією того чи іншого виду та перехідні за відсотком концентрації личинок за такою шкалою: менша 10%, 10-40%, 41-71%.

Визначали співвідношення між діапаузуючими личинками *Agapanthia dahli* Richt. та *Mordellistena parvula* Gyll. за сумісного заселення рослин соняшника за такими показниками: чисельність (екз. /10 росл.), %, середня маса (мг) за такими рівнями профілю стебла (см): 0-10, 11-20, 21-30, 31-40, 41-50, 51-60, понад 60.

Біомасу личинок фітофагів визначали як їх загальну масу (мг) на рослину.

Моделювання залежності чисельності внутрішньостеблових фітофагів від їх біомаси на соняшнику за спільного заселення стебла проводили на основі таких показників, як співвідношення чисельності й біомаси личинок соняшnikової шипоноски і вусача.

Узагальнена модель показників КПШ досліджуваних видів фітофагів визначалась як рівняння степеневі залежності співвідношення чисельностей фітофагів і рівнів (для агроценозу та для рослини), для яких їх встановлено.

Моделювання змін рівнів шкідливості внутрішньостеблових фітофагів соняшника здійснювали на основі теорії ігор, зокрема, моделей «три двох осіб»

[139; 145], шляхом побудови багаторічних «платіжних матриць» впливів-відповідей. Кожен із показників може зіграти: «К» - для людини – відмова від інтенсивної агротехніки та застосування хімічного методу, для фітофагів – чисельність популяції низька, на підйомі або на спаді динаміки чисельності, або «В» - для людини застосування інтенсивної агротехніки та хімічних препаратів, для комах – спалах чисельності. Баланс визначається за сумою балів: КК – по 300 кожному з гравців (нагорода), ВВ – штраф кожного на 10 балів (покарання), КВ – перший гравець штрафується на 100 (штраф), другий отримує 500 (плата за ризик). Середнє між платою за ризик та штрафом не повинно перевищувати нагороди [36; 145].

Побудова фенологічних календарів соняшникової шипоноски та вусача проводили за загальноприйнятою методикою [34] на основі результатів польових обстежень у роки досліджень.

З метою подальшого аналізу фенокалендарі накладали на графіки узагальнених показників, зокрема таких, як сума ефективних температур (СЕТ) та значення гідротермічного коефіцієнту (ГТК) Селянінова, який розраховують шляхом ділення кількості опадів (ΣR) у мм за період із температурами, вище 10 °С, суми активних температур ($\Sigma t > 10$) за той же час, яка зменшена у 10 разів:

$$\text{ГТК} = \frac{\Sigma R * 10}{\Sigma t > 10^{\circ}\text{C}}$$

Водночас використовували шкалу: ГТК < 0,4 – дуже сильна посуха, від 0,4 до 0,5 – сильна посуха, від 0,6 до 0,7 – середня посуха, від 0,8 до 0,9 – слабка посуха, від 1,0 до 1,5 – достатньо волого, ГТК > 1,5 – надмірно волого.

Формалізацію елементів фенології здійснювали за оригінальною методикою шляхом розбиття графіків динаміки СЕТ та ГТК на елементи, відповідно до стадій фітофагів із наступним визначенням трендів цих елементів. Вибір типу тренду здійснювався за достовірністю апроксимації. Такий підхід дозволив формалізувати переважну більшість фенологічних подій у популяціях соняшникової шипоноски та вусача. Були виведені: для соняшникової

шипоноски – загальне рівняння льоту, рівняння початку льоту, відкладання та розвитку яєць, початку виходу личинок, діапаузування личинок – відносно СЕТ, рівняння льоту-яйцекладки, виходу личинок і тривалості личинкової стадії до впадання в діапаузу – відносно ГТК; для соняшникового вусача – рівняння заляльковування, льоту, відкладання та розвитку яєць, початку відродження личинок та їх розвитку до діапаузи – відносно СЕТ, рівняння заляльковування – льоту імаго, яйцекладки й розвитку яєць, відродження личинок і їх розвиток до діапаузи – відносно ГТК.

Для аналізу розподілу популяції соняшникової шипоноски на посівах гібриду F1 «Сонячний Настрій» (оригіатор – «Всеукраїнський науковий інститут селекції») використовували моделі Сведберга та Ллойда.

Модель Сведберга (K_c) передбачає визначення розподілу за відношенням дисперсії до середнього, за таких умов використовується така шкала значень: за $K_c < 1$ – розподіл рівномірний (P), за $K_c = 1$ – випадковий (B) і за умови, коли K_c значно > 1 ($> 1,1$) – груповий або контагіозний (K).

Модель Ллойда (K_L) для встановлення закономірностей розподілу передбачає використання відношення ($S^2 - X + X^2$) до середнього X за умови $K_L \in]0;1[$ - рівномірний, $K_L \in [1; 2[$ - випадковий та $K_L \in [2; + \infty[$ - контагіозний [141].

За параметрами моделей Сведберга та Ллойда оброблялися дані отримані в результаті суцільних обстежень по квадратах поля (сітка) (рис. 2.1) та W-подібних маршрутних обстежень (рис. 2.2).



Рис. 2.1. Варіант збирання даних по чисельності соняшникової шипоноски в результаті суцільних обстежень по квадратах поля – «сітка» (повна інформація)

Останні обраховувалися як із застосуванням статистичного коригування ділянок за чисельністю шипоноски (личинок/рослину) – шляхом зміни показника чисельності на величину облікової ділянки, що різниться від середньої площі ($W-mk$), так і за результатами безпосередніх обліків, проведених у тій чи іншій точці поля ($W-m$).

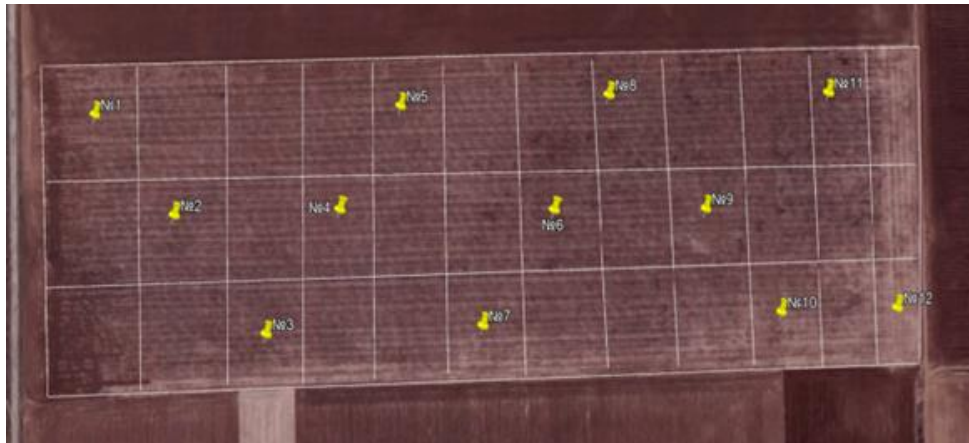


Рис. 2.2. Варіант збирання даних по чисельності соняшnikової шипоноски за W-подібними маршрутними обстеженнями (неповна інформація з наступним коригуванням)

Можливе поширення соняшnikового стеблового довгоносика *Cylindrocopturus adpersus* LeConte моделювали за допомогою програм DIVA GIS та BIOCLIM, які використовуючи технології геоінформаційних систем, проводили пошук придатних для перебування того чи іншого організму територій, порівнюючи світову кліматичну базу з кліматом місцевостей, у яких він уже виявлений [6]. Програми дозволяють будувати картографічну модель із позначенням шестиступеневої придатності умов. Моделювання проводилося за такими кліматичними предикторами: середня температура та опади за сухий, вологий, теплий та холодний періоди, середньорічна, максимальна та мінімальна температури, їх річні та середньомісячні коливання, сума ефективних температур, а також кількість опадів за рік та сезон, за дощові та посушливі місяці. Алгоритм побудови моделі: у файлі «DBF» створюється база даних із зазначенням географічних координат реєстрації виду, запускається «DIVA-GIS»

(рис. 2.3), відкривається вікно Tools і здійснюється перехід до Options, а далі в закладку Climate.

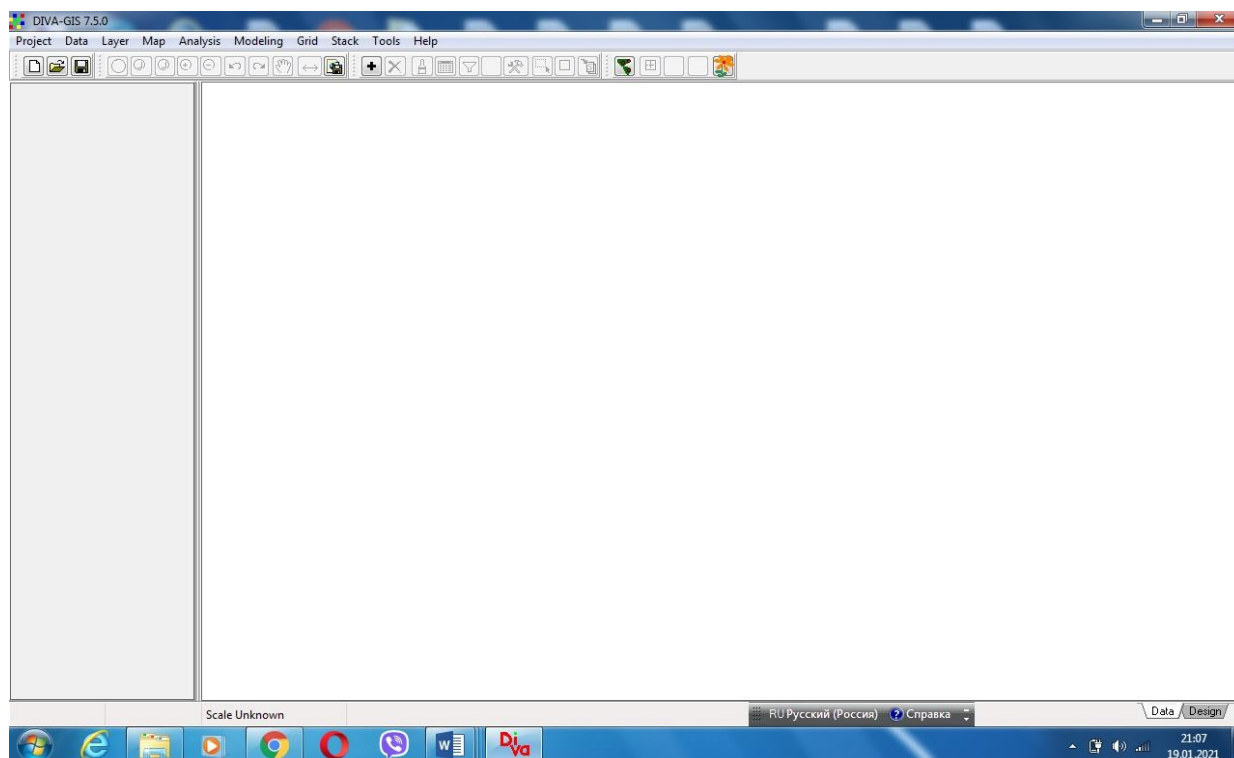


Рис. 2.3. Операційне вікно програми «DIVA-GIS» версії 7.5.0

В останній комірці мають бути заповнені так: Folder h:/bioclim/clim-2_5/diva_clim/, де h диск, на якому встановлена програма. Знизу комірka worldclim_2-5m; Columns 8640; rows 3600. За введених даних для обробки необхідно вказати географічні межі для побудови моделі – для земної кулі: X min -180; max 180; Y min -60; max 90. Потім встановлюються параметри: Index – index_2-5m; Altitude – alt_2-5m; Min temperature – tmin_2-5m; Max temperature – tmax_2-5m; Precipitation – prec_2-5m; Projection – GEOGRAPHIC; Map units – DEGREES; Datum – WGS84 і програма запам'ятовує шлях до кліматичних показників. Для побудови потенційних ареалів послідовно вставляємо файли з географічними картами, з точками поширення (файл «DBF») (рис. 2.4), відкриваємо вікно modeling, переходимо до bioclim/domain і задаємо параметри.

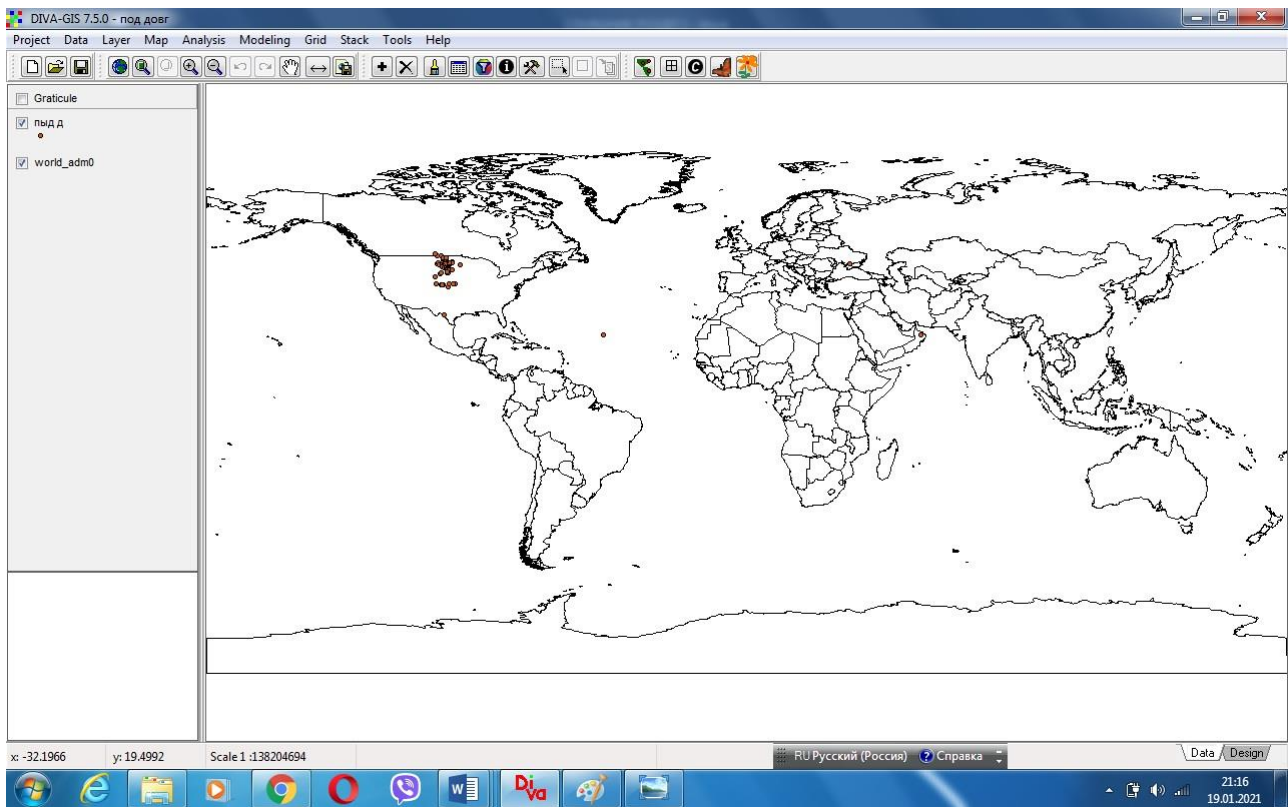


Рис. 2.4. Проміжний етап побудови біокліматичної моделі – генерація географічних точок (база даних поширення) на картографічній матриці (посилання)

У «out putt» задаємо ім'я похідного файлу й будуємо прогностичну модель у вигляді карти. Залежно від придатності для акліматизації шкідника, будуються зони: виключної – з імовірністю акліматизації 20–33% (червоні зони на карті), з дуже високою – 10-20% (оранжеві), високою – 5–10% (жовті), середньою – 2,5–5% (світло-зелені), низькою придатністю – імовірність до 2,5% (темно-зелені) та непридатні для виду – з нульовою імовірністю акліматизації (сірі зони) [136; 137; 149] (рис. 2.5).

Матеріали. База даних щодо поширення соняшникового стеблового довгоносика зібрана по Північній Америці (США), для побудови моделей по Північній Америці, Західній Європі, Кавказу, Центральній Азії та Україні використано 67 географічних точок.

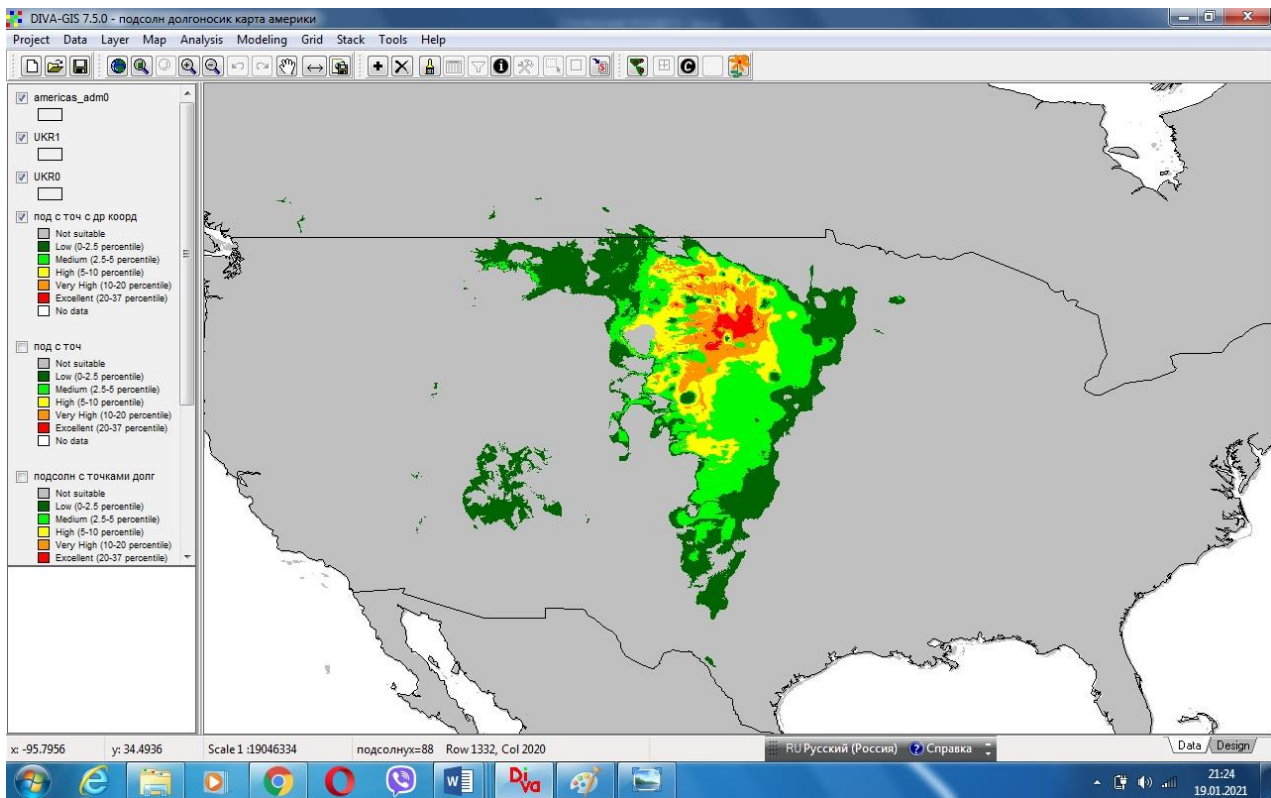


Рис. 2.5. Візуалізація побудованої біокліматичної моделі у програмі DIVA-GIS 7.5.0

Реконструкцію можливих шляхів проникнення *C. adspersus* на територію України проводили на основі даних щодо завезення та транспортування автомобільними шляхами насінневого матеріалу по території Херсонщини у 2018-2019 рр. за принципами описаними в роботі [148].

Лабораторне культивування соняшникового вусача здійснювали відповідно загальних принципів, викладених у роботі [4] за наступною оригінальною методикою: збір матеріалу проводили в листопаді, відбираючи стебла рослин соняшника із характерним отвором личинкового ходу в серцевині на рівні зрізу комбайна (рис 2.6).



Рис. 2.6. Характерний отвір личинкового ходу рослин соняшнику, заселених соняшниковим вусачем *Agapanthia dahli* Richt. (оригінальне фото 2020 р.)

Відрізки стебел 3-40 см завдовжки із діапаузуючими личинками в зимовий період зберігали в приміщенні за температури 0...+5°C та відносної вологості повітря 80%. Для реактивації личинок стебла наприкінці першої декади квітня переміщували до приміщення із температурою +18...+20°C.

Через 2-3 доби стебла розрізали вздовж і личинок переносилися до чашок Петрі з подальшим визначенням морфологічних і фізіологічних характеристик шляхом визначення їх маси (на вагах KERN ALT 220-5DA) та лінійних розмірів – довжини та ширини (штангельциркулем). Личинки, маса яких менша 200 мг відбраковувалися. Склад поживного середовища: соєве борошно та 5%-вий розчин меду. Медовий розчин готувався шляхом розчинення 5 г меду в 100 г дистильованої води із температурою 20° С до повного розчинення меду. Наважки соєвого борошна (харчова цінність на 100 г: білки – 48,9 г; жири – 1,0 г; вуглеводи – 21,7 г; енергетична цінність – 291 ккал) по 5 г змочували в посуді із 5%-вим медовим розчином за допомогою піпетки до рівномірного зволоження. Отримане поживне середовище гомогенізували шляхом розтирання й

перемішування у фарфоровій ступці. Культивування відбувалося за температури довкілля протягом 43 діб із заміною поживного середовища кожні 6 діб.

Статистичне моделювання процесу розведення й оцінка ефективності окремих елементів культури соняшникового вусача здійснювалися за методикою Н.О. Тамаріної (1990) [128] зі змінами. Оцінку якості культури на етапі «личинка-імаго» визначали за індексом загальної життєздатності біоматеріалу на цьому етапі, запропонованому О.З. Злотіним та В.О. Головка (1998) [58]:

$$V = V_1 V_2 V_3,$$

де V – життєздатність загальна, %;

V_1 – життєздатність яєць, %;

V_2 – життєздатність личинок, %;

V_3 – життєздатність лялечок, %.

Оцінка впливу агротехнічних методів та строків посіву на чисельність внутрішньостеблових шкідників соняшника проводили в польових умовах шляхом постановки дослідів (посів у рекомендовані строки – друга декада квітня та пізній посів – третя декада травня), для кожного з дослідів передбачали наступні варіанти:

Варіант А (контроль)

осіння оранка на 20-25 см;

ранньовесняна культивація на 8-10 см;

боронування на 8-10 см;

культивування на 8-10 см;

передпосівне культивування на 4-6 см.

Варіант Б

осіння оранка на 20-25 см;

боронування на 8-10 см;

культивування на 8-10 см;

передпосівне культивування на 4-6 см.

Варіант В

осіння оранка на 20-25 см;
ранньовесняна культивація на 8-10 см;
культивування на 8-10 см;
передпосівне культивування на 4-6 см.

Варіант Г

осіння оранка на 20-25 см;
ранньовесняна культивація на 8-10 см;
боронування на 8-10 см;
передпосівне культивування на 4-6 см.

Оцінка впливу хімічних та біологічних препаратів на чисельність внутрішньостеблових шкідників соняшника проводили в польових умовах шляхом постановки досліду (посів у рекомендовані строки – друга декада квітня) за стандартними методиками [136] за такою схемою (рис. 2.7):

1. без обробки (контроль);
2. підживлення сечовиною 3кг/га (норма витрати робочого розчину 250 л/га) у фази 2-х, 6-ти та 10-ти справжніх листків (еталон);
3. підживлення сечовиною 3 кг/га (норма витрати робочого розчину 250 л/га) + Бітоксібацилін-БТУ-Р 3 л/га (титр 1×10^9 КУО/см³) у фази 2-х, 6-ти та 10-ти справжніх листків;
4. підживлення сечовиною 3 кг/га (норма витрати робочого розчину 250 л/га) + препарати Мікрмінінераліс у фази 2-х (Мікрмінінераліс фосфор+калій 1 л/га), 6-ти (Мікрмінінераліс Соняшник 1 л/га + Мікрмінінераліс Бор 1 л/га) та 10-ти (Мікрмінінераліс Соняшник 1,5 л/га + Мікрмінінераліс Бор 1 л/га) справжніх листків; + Енжіо 247 SC к.с. (тіаметоксам, 141 г/л; лямбда-цигалотрин 106 г/л) 0,18 л/га у фази 2-х, 6-ти та 10-ти справжніх листків;
5. підживлення сечовиною 3 кг/га (норма витрати робочого розчину 250 л/га) + Енжіо 247 SC к.с. (тіаметоксам, 141 г/л; лямбда-цигалотрин 106 г/л) 0,18 л/га у фази 2-х, 6-ти та 10-ти справжніх листків.

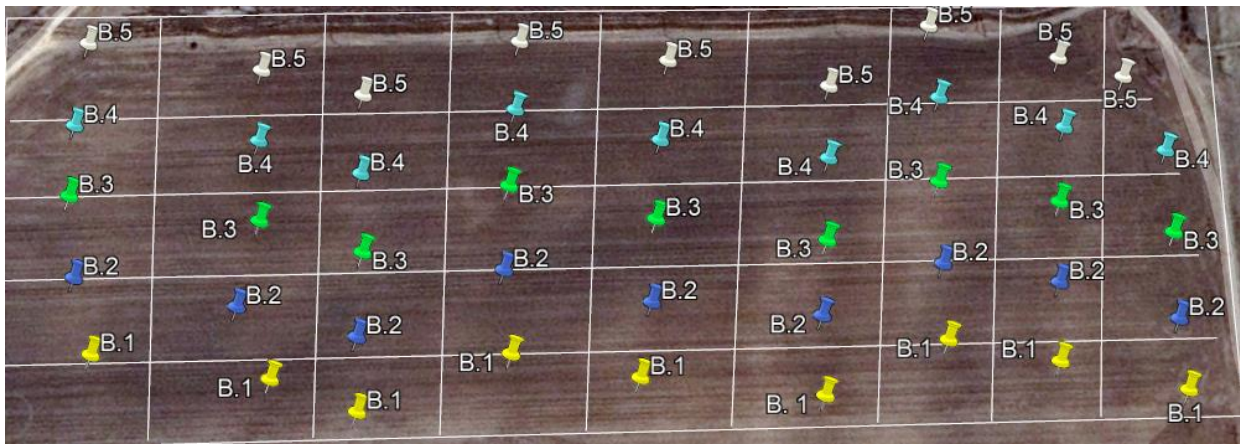


Рис. 2.7. Схема дослід з оцінки впливу хімічних та біологічних препаратів на чисельність внутрішньостеблових шкідників соняшника (Херсонська обл., Новотроїцький р-н., 2020-2021 рр.)

Аналіз результатів досліджень проводили із застосуванням статистичними критеріїв прийняття рішень. Для цього використовувалися критерії «мінімаксу», Байєса, Лапласа, Вальда, Севіджа та Гурвіца. Відповідні матриці для аналізу будували на основі показників продуктивності рослин та урожайності (кількість насінин у кошику, шт.; діаметр кошику, см; маса 1000 насінин, г; врожайність, т/га) для кожного варіанту досліду [156].

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА КОМПЛЕКСНИХ ПОРОГІВ ШКІДЛИВОСТІ КОМПЛЕКСУ ВНУТРІШНЬОСТЕБЛОВИХ ШКІДНИКІВ СОНЯШНИКУ

3.1. Шкідливість внутрішньовидових шкідників впродовж вегетації соняшнику

У першій половині 20-го сторіччя було встановлено три типи пошкоджень культури соняшника певними видами внутрішньостеблових шкідників [33; 158]

- Рослина пошкоджена настільки, що відбувається перелам стебла – сильне пошкодження.
- Пошкодження культури в першій половині вегетації призводить до в'янення рослини до фази цвітіння – середнє пошкодження.
- Рослини мають ознаки пошкодження фітофагами, але за розвитком і продуктивністю не поступаються неушкодженим – слабке пошкодження.

Перший тип пошкоджень спостерігається за значного пошкодження соняшника внутрішньостебловими шкідниками – личинками соняшникового вусача *Agapanthia dahli* Richt. та шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll. і завдає значних збитків унаслідок прямих втрат урожаю (рис. 3.1-3.3). Причому, значною мірою він реалізується в другій половині вегетації внаслідок пошкодження судинних пучків, що характерно, насамперед, для личинок шипоноски, які перед заляльковуванням прокладають ходи не тільки в серцевині, але і в стінках стебла (рис. 3.4). Значення чисельності фітофагів більше порогу шкідливості (ПШ).

Другий тип є наслідком активного живлення личинок фітофагів серцевиною стебла і втрати оцінюються як зрідження культури, зменшення її щільності. У цьому випадку – у першій половині вегетації, за істотного зрідження посівів має фітосанітарне значення як соняшникова шипоноска, так і вусач, і зокрема чисельність їх личинок на рівні більше або дорівнює порогу шкідливості. Однак, за незначного зрідження питання шкідливості не є

однозначним унаслідок збільшення площі живлення, а також впливу на продуктивність гібридів соняшнику.



Рис. 3.1. Локалізація личинок соняшникового вусача *Agapanthia dahli* Richt. у стеблі соняшника – гібрид F1, НС СУМО 2017 (оригінальне фото, 2019 р.)

Третій тип пошкоджень, як це було показано Б. Добровольським ще у 30-х роках минулого століття, не викликає відмінностей у пошкоджених і непошкоджених рослин за такими показниками як діаметр кошика, розмір зони невиповненого насіння, маса насіння, відсоток полови, натурна вага та олійність [33]. Тим не менше, існують ще більш ранні, 20-30-х років, дані О. Мегалова, щодо зменшення в пошкоджених рослин, залежно від строків посіву, натурн зерна – для звичайного строку на 3,2%, для пізнього – на 6,5% та олійності – на 3,77 та 5,48% відповідно [101].



Рис. 3.2. Пошкодження стебла соняшника - гібрид F1, НС СУМО 2017
личинками соняшникового вусача *Agapanthia dahli* Richt.
(оригінальне фото, 2019 р.)

Однак, у роки досліджень втрати від комах-фітофагів практично неможливо відокремити практично на рівні втрат, спричинених фітопатологічними об'єктами, а пошкодження такого типу завдають обидва види, але за чисельності, меншій рівня ПШ, або такій, що дорівнює його певного значення.



Рис. 3.3. Пошкодження стебла соняшника - гібрид F1, НС СУМО 2017
личинками соняшnikової шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll.
(оригінальне фото, 2019 р.)

Вочевидь, по кожному із типів пошкоджень повинне відповідати певне значення ПШ, позаяк проблема полягає в тому, що ні для соняшникового вусача, ні для шипоноски наразі не встановлено, оскільки в науковій літературі вказується, що ці види інколи пошкоджують культуру й не мають суттєвого значення порівняно до традиційних ентомологічних об'єктів: дротяників, лучного метелика, озимої совки тощо [91; 152]. Характерно, що пошкодження виявляються повсюдно, але висвітлювалися втратами від більш економічно значущих видів. При застосуванні сучасних інсектицидів вирішується проблема масових ґрунтових та відкритоживучих фітофагів, а відтак актуальними залишається контроль менш уразливіших внутрішньостеблових видів.

Отже, порогові показники мають значення лише для 1-го та 2-го типів пошкоджень і лише за умови їх виявлення. Тобто, апріорі, якщо тип пошкодження не зафіксований в агроценозі, то чисельність внутрішньостеблових шкідників у період, який йому відповідає є значно нижчою за ПШ, у випадку ж фіксації хоча б поодиноких випадків виникає необхідність кількісної оцінки популяцій фітофагів та встановлення їх рівнів до економічного порогу шкідливості.



Рис. 3.4. Місце заляльковування личинок соняшникової шипоноски

Mordellistena parvula Gyll. гібрид F1, НС СУМО 2017

(оригінальне фото, 2019 р.)

Характерно, що значення ПШ протягом вегетаційного сезону не є однаковими. У першій половині вегетації, за умови середнього пошкодження буде один показник, а в другій половині – за сильного пошкодження – інший. Різниця обумовлена чисельністю личинок фітофагів у різні періоди, їх масою, а й потребою в живленні. Наприкінці сезону чисельність нижча за рахунок втрат популяції від несприятливих умов довкілля та природних регулюючих чинників (збудники захворювань, паразитоїди), внутрішньовидової та міжвидової конкуренції, але біомаса личинок вища (рис. 3.5).

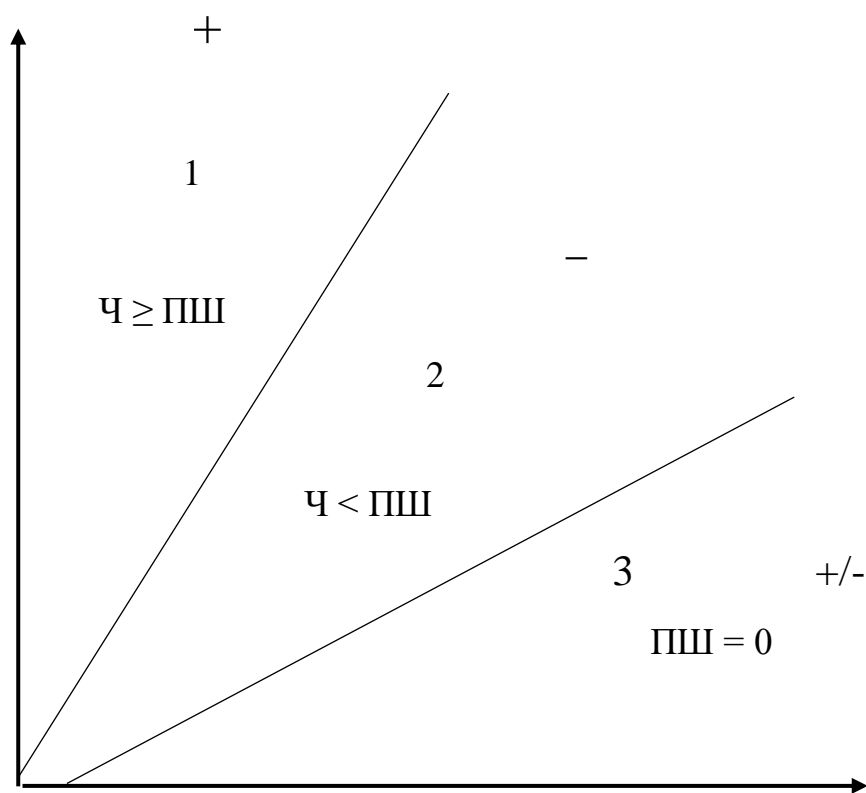


Рис. 3.5. Виявлені типи пошкоджень соняшнику та їх відношення до ПШ (ТОВ "Айленд" Херсонська обл., Новотроїцький р-ін гібрид F1, НС СУМО 2017, 2019-2020 рр.)

+/- - виявлено чи не виявлено пошкодження типу 1, 2, 3 (пояснення у тексті); Ч- чисельність фітофагів, екз./10 росл.

З огляду на вищесказане та результати наших спостережень, приходимо до наступної логічної послідовності: за відсутності у першій половині вегетаційного періоду пошкоджень 2-го типу чисельність соняшникового вусача

становила < ПШ, а втрати від пошкоджень 1-го типу наприкінці вегетації, за умови їх виявлення, відносяться до соняшnikової шипоноски, чисельність якої буде \geq ПШ. Оскільки пошкодження 1-го типу спостерігаються за відсутності пошкоджень 2-го, логічним є припущення, що останні не викликаються шипоноскою. Отже, наявність пошкоджень 2-го типу є індикатором вусача, а 1-го типу – шипоноски за чисельності, що \geq ПШ. Достовірність цих висновків буде становити 0,97, оскільки спільне заселення рослин вусачем і шипоноскою спостерігалось у 2,6% обстежених рослин.

3.2. Конкурентні співвідношення між соняшниковим вусачем і шипоноскою

Конкуренція між популяціями двох фітофагів відбувається, як на етапі заселення рослин, так і на етапі розвитку личинок за умови їх спільного заселення. Зокрема структури пошкодження соняшниковим вусачем та шипоноскою посівів соняшнику представлена на табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Структура пошкодження внутрішньостебловими фітофагами соняшнику (ТОВ "Айленд", Херсонська обл., Новотроїцький р-н., гібрид F1, НС СУМО 2017, 2019-2020 рр.)

Вид	Частка від заселених рослин, %	Частка від обстежених рослин, %
Вусач +шипоноска	7,0	2,6
Соняшниковий вусач	35,76	34,9
Соняшnikова шипоноска	57,24	51,65
Неуражені рослини	-	10,85

Так, у роки досліджень личинки соняшnikового вусача заселяли 34,9%, а шипоноски 51,65%, які переважно уникали спільного заселення рослин

соняшника. За таких умов частка спільного заселення рослин на рівні агроценозу становить 2,6%.

Частка рослин (10,85%), що залишилася незаселеною внутрішньостебловими фітофагами можливо стала непридатною як трофічний ресурс унаслідок розвитку мікозів та бактеріозів, а відтак зміни біохімічного складу серцевини стебла.

3.2.1. Конкуренція на рівні агроценозу соняшнику

Частка рослин, заселених соняшnikовою шипоноскою становила 54,25% рослин за середньої чисельності личинок ($Ч_{ш}$) 1,975 екз./роsl. і густоти посівів (P) 55 тис. роsl./га, формує порогову чисельність популяції фітофага на гектар: $Ч_{ш} * P 0,5425 = 58,93$ тис. екз./га. За таким же принципом формується чисельність популяції соняшnikового вусача за середньої чисельності 0,75 екз./роsl. та 37,5% заселення рослин – 15,47 тис. екз./га.

Отже, співвідношення чисельностей популяцій шипоноски та вусача на рівні агроценозу складає 3,81.

3.2.2. Конкуренція між личинками *Mordellistena parvula* Gyll. та *Agapanthia dahli* Richt. за трофічні ресурси на рівні окремих рослин

Насамперед необхідно оцінити просторовий розподіл личинок внутрішньостеблових фітофагів соняшника за профілем стебла.

Нашими дослідженнями встановлено, що локалізація личинок соняшnikового вусача та шипоноски не є рівномірною. Виділяються зони зі значною концентрацією того чи іншого виду та перехідні (рис. 3.2).

3.2.2.1. Соняшникова шипоноска *Mordellistena parvula* Gyll.

Чисельність личинок, локалізованих у стеблі виявилось згрупованим у три макрорівня. Перший – до 30 см, де зустрічається майже 25% личинок зі щільністю 0,14-0,195 екз./росл., причому по більш детальних мікрорівнях їх відсоток коливається незначно і менший 10%. Так, у зоні до 10 см концентрується 7,18%, 11-20 см – 7,79, 21-30 см – 9,97% личинок. Наступний макрорівень 31-60 см, де виявлено 71,18% личинок зі щільністю 0,41-0,535 екз./росл. та середньою масою личинки 6,15-6,34 мг. Розподіл за мікрорівнями коливається від 29,86% для зони 31-40 см до 27,19% для 41-50 см. Цей рівень відповідає максимальній локалізації – щільність 0,535 екз./росл. І третій, найвищий – понад 60 см, де зафіксовано менше всього личинок – 3,88% зі щільністю 0,075 екз./росл. Межі між макрорівнями розподілу досить різкі, плавних, розтягнутих градієнтних переходів не спостерігається (рис.3.6).

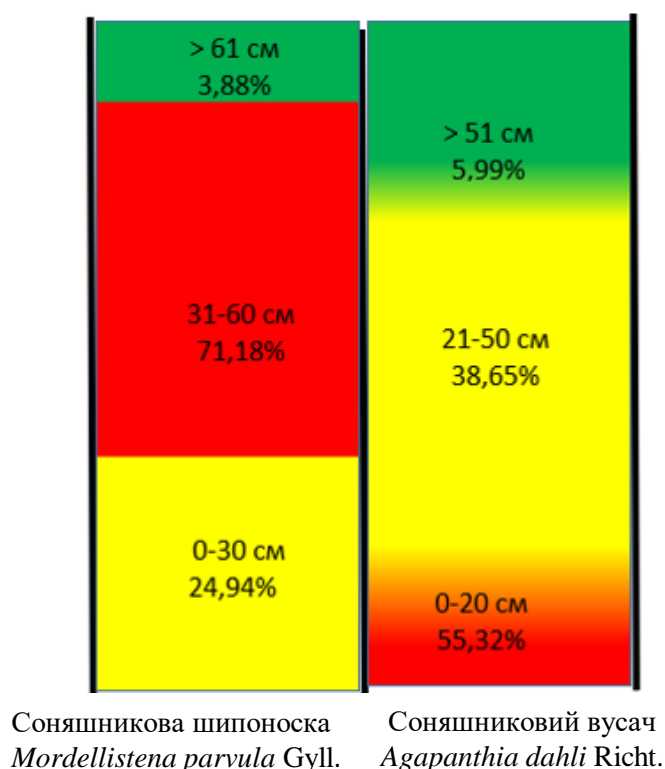


Рис. 3.6. Локалізація личинок соняшничового вусача та шипоноски за профілем стебла, % (ТОВ "Айленд", Херсонська обл., Новотроїцький р-н., гібрид F1, НС СУМО 2017, 2019-2020 рр.)

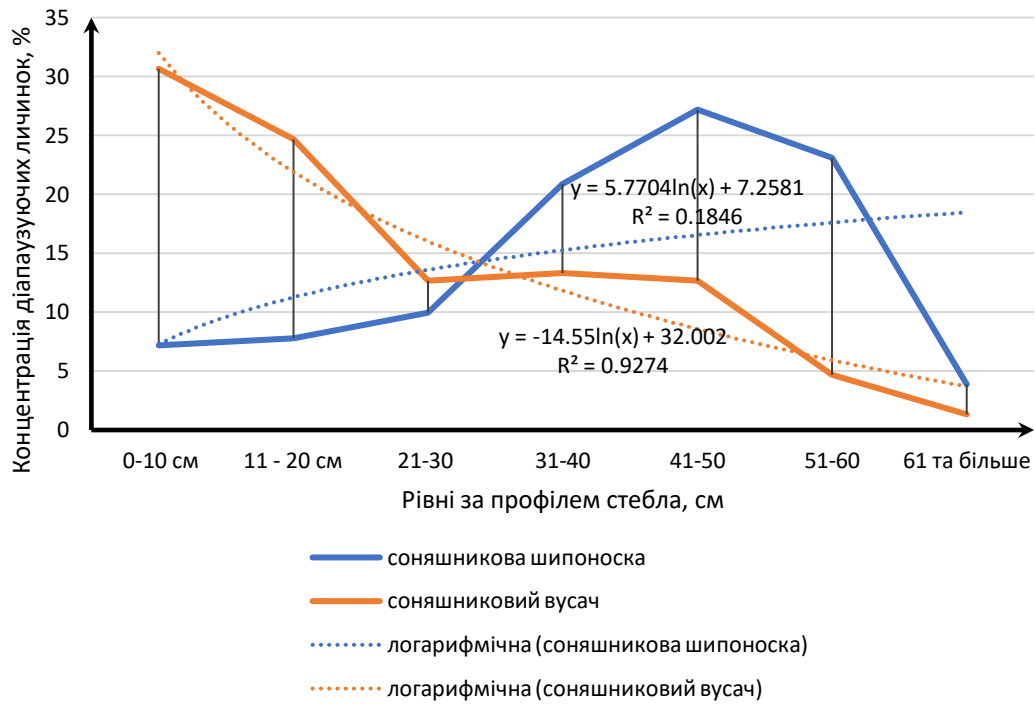
зелена зона – концентрація личинок менша 10%, жовта – 10-40%, червона – 41-71%

3.2.2.2. Соняшниковий вусач *Agapanthia dahli* Richt.

У роки досліджень порівняно висока концентрація личинок вусача спостерігалася на макрорівні профілю стебла – до 20 см – 55,32% із таким розподілом за мікрорівнями: до 10 см – 30,66%, 11-20 см – 24,66%. Середня чисельність личинок була максимальною в найнижчому рівні – 0,23 екз./росл., і коливалась у межах 0,185-0,23 екз. /росл.

Відповідно на цьому рівні спостерігалась і найбільша маса личинок – 560,33 мг. Наступний, порівняно великий, рівень 21-50 см, де виявлено 38,65% популяції личинок зі щільністю 0,095-0,1 екз./росл. (рис. 3.6). За мікрорівнями цей відсоток коливався в межах 12,66 (зони 21-30 та 41-50 см) – 13,33% (зона 31-40 см). Третій макрорівень 51-61 й більше см, на якому зафіксовано найменшу кількість личинок вусача – 6% зі щільністю 0,01-0,035 екз./росл. у зоні 51-60 мав 4,66% від загалу личинок, а вище 61 см – 1,33%. Межи між зонами мали градієнтні переходи, що є характерним, оскільки соняшниковому вусачу притаманна лінійна залежність зменшення концентрації личинок із висотою, чого не спостерігалось у шипоноски. Це доведено величинами достовірності апроксимації логарифмічних трендів R^2 : 0,93 та 0,18 відповідно (рис. 3.7).

З огляду той факт, що спостерігалися поодинокі пошкодження першого типу – злами стебла, саме на висоті 50-60 см, то доцільно зробити висновок, що спричинила їх соняшникова шипоноска, чисельність її личинок на цьому рівні відповідає пороговому рівню: ПШ > 14 екз./10 рослин. Значна концентрація й живлення личинок соняшникового вусача в зоні до 20 см не викликали сильних пошкоджень, їх чисельність на цьому рівні 4,15 екз./10 рослин < ПШ. Зазначені результати є первинними із подальшим аналізом статистики сумісного заселення соняшника вусачем і шипоноскою. Таких рослин у вибірці заселених фітофагами рослин виявилось 7% (табл. 3.2).



3.7. Динаміка локалізації личинок соняшликового вусача та шипоноски за профілем стебла соняшлику (ТОВ "", Херсонська обл., Новотроїцький р-н., гібрид F1, НС СУМО 2017, 2019-2020 рр.)

З даних наведеної таблиці 3.2 видно, що трофічні ніші обох шкідників не перекриваються, кожен вид займає чітку зону стебла й уникає конкуренції за трофічний ресурс у зоні, що є для них не пріоритетною. Так, у зоні 0-30 см трапляється виключно соняшликовий вусач, а у 31-60 – шипоноска за середньої чисельності 1,05 і 2,76 екз./росл. відповідно. Співвідношення цих показників становить 2,63. Отже, чисельність шипоноски ($Ч_{ш}$) прямо пропорційна співвідношенню чисельності вусача й шипоноски ($Ч_{в}/Ч_{ш}$) із поправкою + 0,135, що становить 4,88% $Ч_{ш}$ (3.1).

$$Ч_{ш} = Ч_{в} / Ч_{ш} + 0,135, \quad (3.1)$$

де – $Ч_{ш}$ - чисельність соняшликової шипоноски, екз./росл.;

$Ч_{в}$ – чисельність соняшликового вусача, екз./росл.;

0,135 - поправочний коефіцієнт, який складає 5% $Ч_{ш}$.

Локалізація діапаузуючих личинок соняшникового вусача та шипоноски за сумісного заселення рослини соняшника (ТОВ "Айленд", Херсонська обл., Новотроїцький р-н., гібрид F1, НС СУМО 2017, 2019-2020 рр.)

Рівні за профілем стебла, см	Личинки соняшникового вусача			Личинки соняшникової шипоноски		
	чисельність, екз. /10 росл.	%	середня маса, мг	чисельність, екз. /10 росл.	%	середня маса, мг
0-10	7,2	68,57	282,8	-	-	-
11-20	2,2	20,86	271,3	-	-	-
21-30	1,1	10,57	263,4	-	-	-
31-40	-	-	-	7,31	26,43	6,15
41-50	-	-	-	11,25	40,71	6,10
51-60	-	-	-	9,09	32,86	6,21
> 60	-	-	-	-	-	-

Середня біомаса личинок соняшникового вусача (B_e) становила 298,28 мг/росл., а шипоноски ($B_{ш}$) 17,003. Між цими двома показниками існує квадратична залежність (3.2)

$$B_e = B_{ш}^2 + 3,18, \quad (3.2)$$

де – $B_{ш}$ - біомаса личинок соняшникової шипоноски, мг/росл.;

B_e – біомаса личинок соняшникового вусача, мг/росл.;

3,18 - поправочний коефіцієнт, який складає 1,088% B_e .

Поправочні коефіцієнти в рівняннях 3.1 та 3.2 доцільно розглядати не як константи, а як флюктуючі показники, що відбивають вплив на популяції фітофагів абіотичних чинників. Рівняння залежності $Ч_{ш}/Ч_e$ від $B_e/B_{ш}$ описується рівнянням із кутовим коефіцієнтом (3.3):

$$y = 6,67 x \quad (3.3)$$

або, якщо вирахувати значення tg цього кута:

$$y = 0,117 x \quad (3.4)$$

Положення цієї залежності відносно оптимізаційної прямої $y = x$, $tg 45 = 1$, показано на (Рис 3.8).

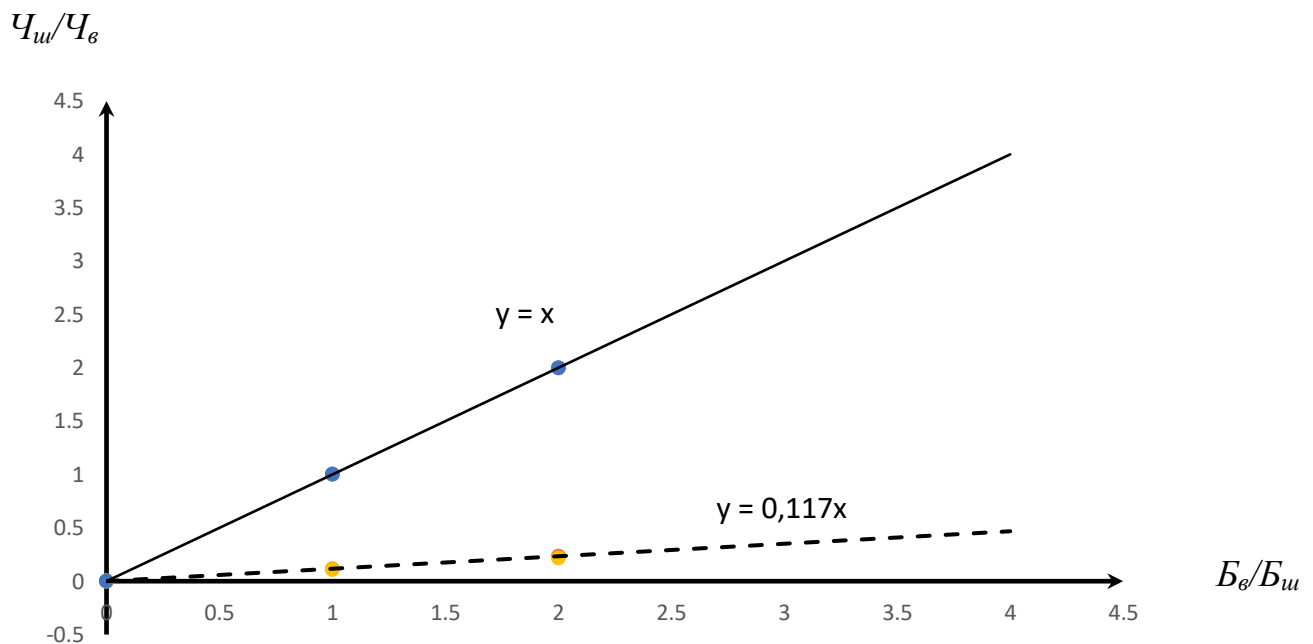


Рис. 3.8. Модель залежності чисельності внутрішньостеблових фітофагів від їх біомаси на соняшнику за спільного заселення стебла (ТОВ "Айленд", " Херсонська обл., Новотроїцький р-н., гібрид F1, «НС СУМО 2017», 2019-2020 рр.)

Ch_w/Ch_s – співвідношення чисельності личинок соняшникової шипоноски й соняшникового вусача; B_c/B_{sh} – співвідношення біомаси личинок соняшникового вусача й соняшникової шипоноски; модель $y = 0,117x$ описує 7%-ву частку заселених фітофагами рослин
Звідси отримуємо:

$$Ch_w/Ch_s = 2,052 \text{ за кутового коефіцієнта } 0,117 \quad (3.5)$$

та

$$Ch_w/Ch_s = 17,54 \text{ за кутового коефіцієнта } 1 \quad (3.6)$$

Отже, оцінка ПШ досягається за лінійної моделі співвідношення чисельностей фітофагів із кутовим коефіцієнтом понад 1, тобто такої, що перевищуватиме оптимізаційну пряму у напрямі осі y :

$$Ch_w/Ch_s > 17,54 \quad (3.7)$$

Важливим висновком є той факт, що ПШ для соняшникового вусача та шипоноски визначати необхідно виключно комплексно й за цієї умови вираз 3.7 буде відповідати комплексному порогу шкідливості (КПШ).

Виявлені закономірності на рівні 7% заселених внутрішньостебловими фітофагами рослин, тобто тих, у яких вони спільно заселяють стебло. Перевіримо наскільки наші моделі вірні за умови оцінки загальної вибірки, до якої входять рослини, як заселені тільки одним видом так і обома. Отже, для загальної вибірки $Ч_{ш}/Ч_в$ буде також становити 2,63, за середньої чисельності личинок шипоноски 1,97 і вусача 0,75 екз. /росл., а $Б_в/Б_{ш}$ буде дорівнювати 16,28, за біомаси личинок вусача 197,91 і шипоноски 12,15 мг/росл.

Рівняння залежності $Ч_{ш}/Ч_в$ від $Б_в/Б_{ш}$ описується рівнянням із кутовим коефіцієнтом (3.8):

$$y = 6,19 x \quad (3.8)$$

або, якщо вирахувати значення tg цього кута:

$$y = 0,108 x \quad (3.9)$$

Звідси отримуємо:

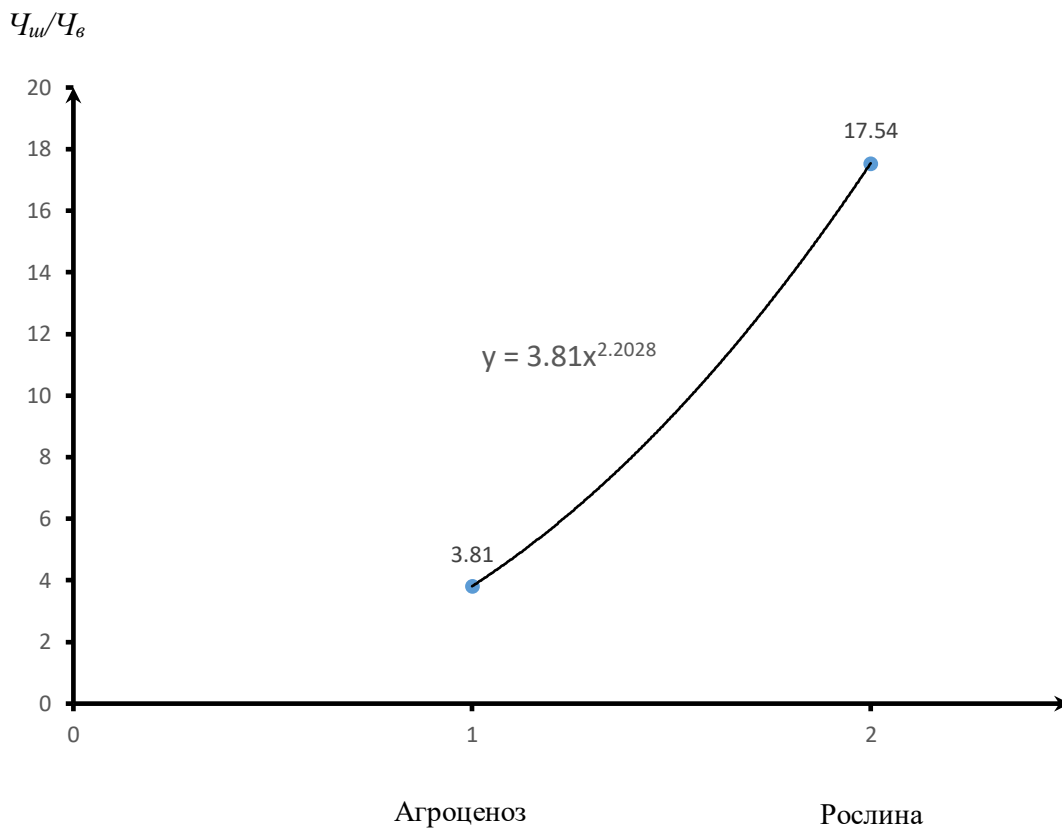
$$Ч_{ш}/Ч_в = 1,7586 \text{ за кутового коефіцієнта } 0,108 \quad (3.10)$$

та

$$Ч_{ш}/Ч_в = 16,284 \text{ за кутового коефіцієнта } 1 \quad (3.11)$$

Тобто, загальна модель майже тотожна 7% показником, а значення КПШ відрізняється лише на 7,16%, що можна прийняти як поправочний коефіцієнт для визначення КПШ для частки рослин, заселених фітофагами. Те, що останній відповідає відсотку рослин зі спільним заселенням вусачем і шипоноскою доводить правильність наших моделей і висновків щодо величини КПШ.

Об'єднуючи показники КПШ соняшникового вусача та шипоноски, отримані для рівнів агроценозу та окремих рослин, можемо побудувати узагальнену модель, як рівняння степеневі залежності співвідношення чисельностей фітофагів і рівнів, для яких їх встановлено (рис. 3.9).



Рівні встановлення КПШ

Рис. 3.9. Загальна модель, що об'єднує значення КПШ соняшникового вусача та шипоноски на рівнях агроценозу та окремої рослини

3,81 – КПШ на рівні агроценозу;

17,54 – КПШ на рівні окремої рослини.

Формалізація цієї залежності буде мати наступний вигляд:

$$\text{КПШ} > \frac{Чш}{Чв} = 3,81x^{2,2028} \quad (3.12)$$

де $\frac{Чш}{Чв}$ – відношення чисельностей фітофагів шипоноски (ш) та вусача (в);

x – рівень встановлення КПШ: 1 – на рівні агроценозу, 2 – на рівні окремої рослини за умови спільного її заселення вусачем і шипоноскою.

3.3. Рівнів шкідливості залежно від ступеня заселеності різними фітофагами

Шкідливість фітофагів не є постійною величиною, вона може флюктуувати між рівнями втрат, причому в наслідок не тільки природних абіотичних та біотичних регулюючих чинників, вплив яких очевидний і активно досліджується, але і внаслідок антропічного впливу, насамперед застосування засобів захисту рослин. Останнє неоднозначно впливає на агроecosистему і викликає низку пролонгованих у часі прихованих ефектів, до яких належить і зміна рівнів шкідливості, виявити які можливо за допомогою математичного моделювання. Одним зі шляхів є застосування деяких аспектів теорії ігор, зокрема моделей «гри двох осіб». Доцільність застосування цього методу доведена й детально описана в літературі [139; 145].

Сутність його полягає у представленні протистояння в агроecosистемі людини і комплексу фітофагів, як чинників, що роблять ходи (застосовують різноманітні засоби захисту рослин та реагують на ці заходи зміною чисельності популяції) з метою отримати найбільший вигравш: для людини – максимальний урожай, для комах – в еволюційному аспекті – максимальне збереження генетичного різноманіття популяції. Моделювання в цьому випадку відбувається побудовою так званих «платіжних матриць» впливів-відповідей на них для певного відрізка часу. Найбільш показовими в даному випадку є багаторічні матриці. Коротко опишемо процедуру побудови моделі. Кожен із показників може зіграти: «К» - для людини – відмова від інтенсивної агротехніки та застосування хімічного методу, для фітофагів – чисельність популяції низька, на підйомі або на спаді динаміки чисельності, або «В» - для людини застосування «важкої» агротехніки та хімічних продуктів, для комах – спалах чисельності, масове розмноження. Оцінка здійснюється в балах у розмірах, прийнятих у літературі [145]. Баланс визначається за сумою балів: КК – по 300 кожному з гравців (нагорода), ВВ – штраф кожного на 10 балів (покарання), КВ – перший гравець штрафується на 100 (штраф), другий отримує 500 (плата за ризик).

Модель буде мати сенс за умови, що середнє між платою за ризик та штрафом не перевищує нагороди [36; 145]. Різні сценарії цієї загальної моделі детально розглянуті в роботі А.В. Фокіна [145], однак у ній аналізувалися ситуації щодо комплексу фітофагів, без прив'язки до агроценозу конкретної культури та певних видів комах, і зокрема до взаємодії їх на популяційному рівні.

Елементарна матриця цієї моделі відносно соняшникового вусача та шипоноски за 10-ти річний період має наступний вигляд:

шипоноска	людина	вусач
К -100	В +500	К -100
К -100	В +500	К -100
В +500	К -100	В +500
К -100	В +500	К -100
К -100	В +500	К -100
В +500	К -100	В +500
К -100	В +500	К -100
К -100	В +500	К -100
В +500	К -100	В +500
К -100	В+500	К -100
800	3200	800

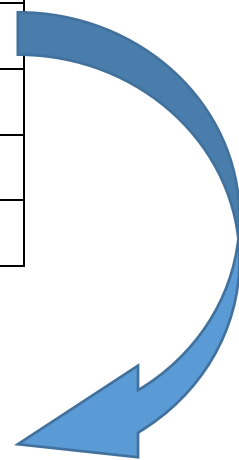
Як бачимо, за умови застосування хімічних інсектицидів протягом тривалого періоду та введення в модель показника «резистентність» (для людини при грі «В» три роки поспіль, на третій рік «В» перетворюється на «К» – ефект виникнення резистентності в популяціях фітофагів до хімічних сполук унаслідок тривалого застосування хімічних продуктів на основі однієї діючої речовини) підсумковий баланс людини втричі перевищує баланс фітофагів. Важливим

моментом є й той факт, що починаємо застосовувати інсектициди на етапі, коли чисельність фітофагів далека від максимальної. Але потрібно враховувати, що втручання в агроекосистему людини порушує міжпопуляційний баланс фітофагів і сприяє новому поштовху до розвитку їх конкурентних відносин. Відповідно й матриця моделі прийме такий вигляд:

шипоноска	вусач
К +300	К +300
К +300	К +300
В -10	В -10
К +300	К +300
К +300	К +300
В -10	В -10
К +300	К +300
К +300	К +300
В -10	В -10
К +300	К +300
2070	2070

Отже, показник фітофагів зросте у 2,5 рази, а підсумковий рівень впливу людини буде становили лише 30% від очікуваного. При застосуванні хімічних препаратів за спалаху чисельності внутрішньостеблових фітофагів отримаємо такі ж тенденції як це показано на наступних матрицях.

шипоноска	людина	вусач
В -10	В -10	К -10
К -100	В +500	К -100
В +500	К -100	В +500
К -100	В +500	К -100
К -100	В +500	К -100
В +500	К -100	В +500
К -100	В +500	К -100
К -100	В +500	К -100
В +500	К -100	В +500
К -100	В+500	К -100
890	2690	890



шипоноска	вусач
К -10	К -10
К -100	К -100
В +500	В +500
К -100	К -100
К -100	К -100
В +500	В +500
К -100	К -100
К -100	К -100
В +500	В +500
К -100	К -100
1760	1760

Очікуваний ефект буде реалізований також лише на 30%, але на фоні зменшення виграшу людини на 16% порівняно до сценарію початкового застосування хімічного методу у фази мінімуму, спаду чи підйому чисельності.

Іншими словами, відбувається перехід на новий рівень співвідношення між популяціями фітофагів. І встановлення рівноваги між ними з великою імовірністю буде відповідати чисельності \geq КПШ. В узагальненому вигляді це показано на (рис. 3.10).

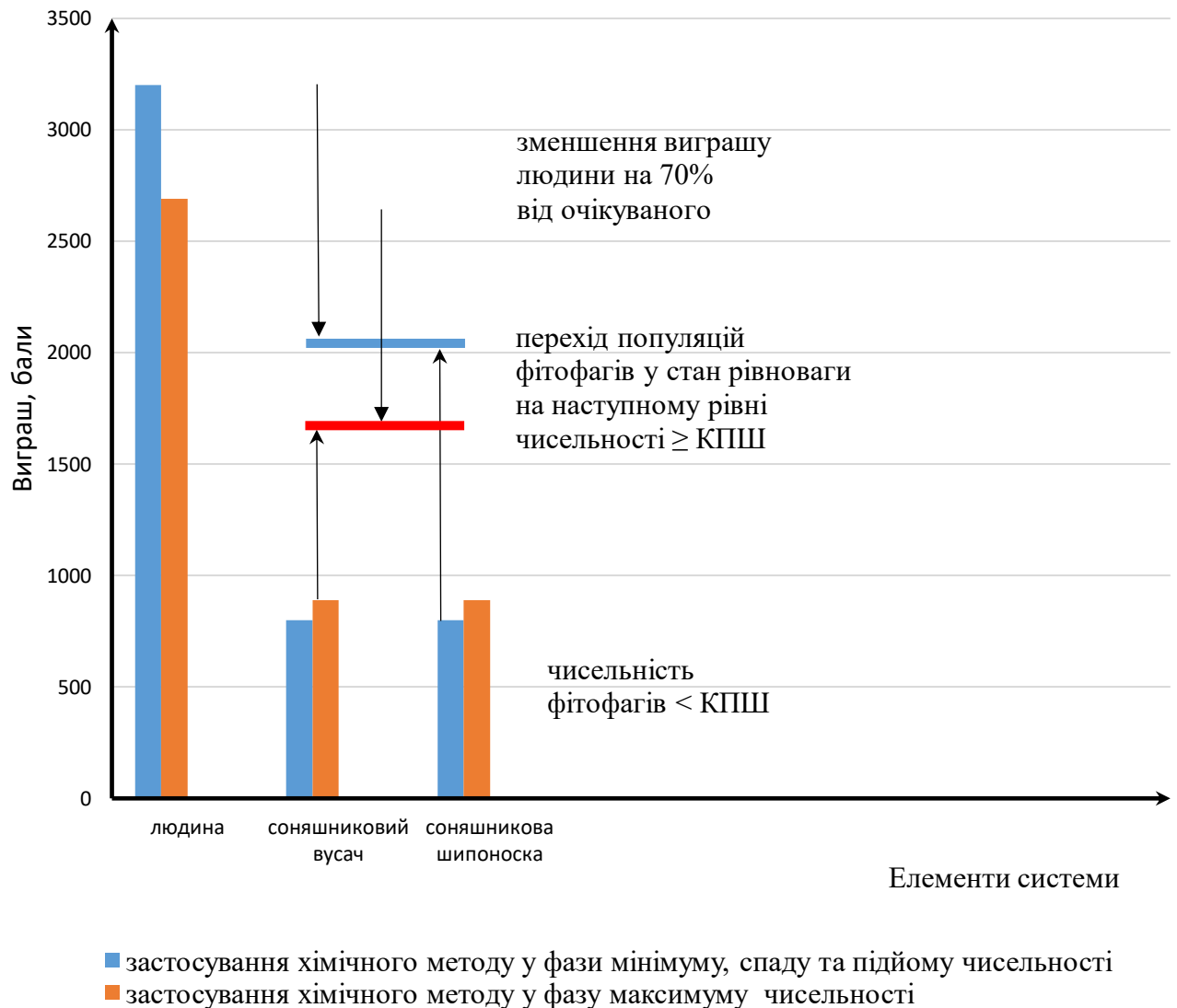


Рис. 3.10. Відновлення рівноваги у популяціях соняшникового вусача та шипоноски після застосування хімічних інсектицидів (у середньому за 2019-2020 рр.)

3.4. Екологічні принципи регулювання чисельності внутрішньостеблових фітофагів соняшника

Наявність «подвійного» комплексного порога шкідливості й безперспективність застосування хімічного методу відносно регулювання чисельності внутрішньостеблових фітофагів навіть у фазу масового розмноження дає підстави для теоретичної побудови екологічного методу використання фітофагів як засобу управління ентомокомплексу агроценозу соняшника в інтересах людини, перспективи якого було досить чітко окреслені в роботі А. Беррімана [7] на прикладі комах-фітофагів лісових насаджень та який ще й дотепер не отримав широкого використання, насамперед, унаслідок недостатньої вивченості механізмів і зв'язків між певними видами комах.

За конкуренції між соняшниковим вусачем і шипоноскою на рівні заселення рослин (рівень агроценозу) (86,55%) КПШ досягається за умови $Ч_{ш}/Ч_{в} > 3,81$, а на рівні конкуренції за трофічні ресурси на рівні рослини (2,6%) $> 17,54$.

Якщо вважати останні співвідношення пороговими, то виникає необхідність окреслити ті заходи, які зможуть контролювати популяції фітофагів у стані рівноваги, не вдаючись до хімічного методу:

- регулювання рівня заселення внутрішньостебловими фітофагами з урахуванням їх фенології строками посіву соняшника (ранній або звичайний, але не пізній);

- досягти зменшення популяції шипоноски внаслідок видалення з поля залишків стебел заввишки 20-60 см;

- для підтримання рівноваги між популяціями фітофагів (стримуючої популяцію шипоноски чисельності соняшникового вусача), необхідно уникати застосування глибокої обробки ґрунту;

- за основу можна взяти наступні елементи агротехніки: оранка на 20-25 см, ранньовесняна культивування на 8-10 см, боронування, культивування на 8-10 см, передпосівне культивування на 4-6 см. Така черговість, яка, наприклад, застосовувалася на посівах соняшника в ТОВ "Айленд", Херсонської обл., у

2019-2020 роках, дозволяє вижити популяції соняшникового вусача в «нульовій» зоні стебла й залишках коріння в чисельності, що з одного боку, не викликає суттєвих пошкоджень рослин до фази цвітіння, а з іншого стримує нарощування чисельності соняшnikової шипоноски;

- застосування панцирних сортів соняшника, які будуть індиферентні до заселення соняшниковим вусачем і зменшать імовірність втрат від шипоноски.

Висновки до розділу 3

- існують три типи пошкоджень соняшника внутрішньостебловими шкідниками, що відповідають сильному, середньому та слабкому ступеням;

- за відсутності в першій половині вегетаційного періоду пошкоджень середнього ступеня чисельність соняшникового вусача $< ПШ$ і втрати від порівняно сильних пошкоджень наприкінці вегетації, за умови їх виявлення, відносяться до соняшnikової шипоноски, чисельність якої буде $\geq ПШ$;

- наявність пошкоджень середнього ступеня є індикатором вусача, а сильного – шипоноски за чисельності, що $\geq ПШ$;

- сильні пошкодження спостерігалися на висоті 50-60 см, за чисельності личинок соняшnikової шипоноски на цьому рівні > 14 екз./10 рослин, що становить значення $ПШ$;

- концентрація й живлення личинок соняшnikового вусача в зоні до 20 см не викликають сильних пошкоджень, їх чисельність на цьому рівні становила 4,15 екз./ 10 рослин, що $< ПШ$;

- порогові значення шкідливості для соняшnikового вусача та шипоноски визначати доцільно комплексно – $КПШ$ буде відповідати умові, коли співвідношення їх чисельності за спільного заселення рослин $Ч_w/Ч_e > 17,54$, а за роздільного $> 3,81$;

- популяція соняшnikового вусача контролює 37,5% рослин – 34,9% внаслідок конкуренції із популяцією шипоноски за трофічний ресурс на рівні агроценозу та 2,6% - на «внутрішньому» - конкуренція на рівні окремих рослин;

- існує загальна модель, що об'єднує значення КПШ соняшникового вусача та шипоноски на рівнях агроценозу та окремої рослини;
- за умови застосування хімічного методу в агроценозі у внутрішньостеблових фітофагів відбувається перехід на новий рівень співвідношення між популяціями і встановлення рівноваги між ними з великою імовірністю буде відповідати чисельності \geq КПШ, у результаті чого реалізований ефект від заходів буде становити 30% від очікуваного.

РОЗДІЛ 4

БІОЛОГО-ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВНУТРІШНЬОСТЕБЛОВИХ КОМАХ-ФІТОФАГІВ СОНЯШНИКА

У межах цього розділу досліджувалися особливості фенології соняшникового вусача та шипоноски в порівнянні до синоптичної ситуації вегетаційного періоду за комплексом кліматичних предикторів, просторового розподілу популяцій цих шкідників та динаміки їх чисельності.

4.1. Особливості розвитку соняшникового вусача та шипоноски

4.1.1. Фенологія соняшnikової шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll.

У роки досліджень соняшnikова шипоноска розвивалася за однорічною генерацією. За матеріалами досліджень уточнено фенологічний календар, який складений на підставі багаторічних спостережень. Так, літ імаго тривав із другої декади травня по першу – липня (2019-2020 рр.), і з другої декади червня до кінця липня (2021 р.). Початок відкладання самицями яєць припадав на третю декаду травня (2019-2020 рр.) і затягувався до липня (2021 р.). Однак, на варіантах дослідів яйцекладка траплялася й до середини липня (2019-2020 рр.) та до кінця серпня (2021 р.). З другої декади червня (2019-2020 рр.) – третьої липня (2021 р.) відмічено відродження личинок. Останні зимували в стані діпаузи й зустрічалися до кінця квітня (2021 р.). Заляльковування починалося в першій декаді березня і тривало протягом усього весняного періоду – лялечки виявлені і в кінці травня (2019-2020 рр.), а в окремі роки (2021 р.) і в середині червня (табл. 4.1-4.2). Накладання фенологічного календаря на динаміку кліматичних показників дало змогу отримати важливу інформацію щодо прогнозу появи тієї чи іншої стадії, а відтак і прийняття рішень щодо застосування засобів регулювання чисельності фітофага.

Встановлено, що отримання більш об'єктивної інформації доцільно фенокалендар накладати на графіки узагальнених комплексних показників, зокрема таких, як сума ефективних температур (СЕТ) та значення гідротермічного коефіцієнту (ГТК) Селянінова й особливо біології фітофагів у попередні роки.

Таблиця 4.1

Фенологічний календар соняшникової шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll. (Херсонська обл., Новотроїцький р-н, 2019-2020 рр.)

		Личинка	Лялечка	Імаго	Яйце	Личинка
Березень	I	-	0			
	II	-	0			
	III	-	0			
Квітень	I	-	0			
	II		0			
	III		0			
Травень	I		0			
	II		0	+		
	III		0	+	.	
Червень	I		0	+	.	
	II			+	.	-
	III			+	.	-
Липень	I			+	.	-
	II				.	-
	III					-
Серпень	I					-
	II					-
	III					-
Вересень	I					-
	II					-
	III					-
Жовтень	I					-
	II					-
	III					-

Таблиця 4.2

Фенологічний календар соняшникової шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll. (Херсонська обл., Новотроїцький р-н, 2020-2021 рр.)

		Личинка	Лялечка	Імаго	Яйце	Личинка
Березень	I	-	0			
	II	-	0			
	III	-	0			
Квітень	I	-	0			
	II	-	0			
	III	-	0			
Травень	I		0			
	II		0			
	III		0			
Червень	I		0			
	II		0	+		
	III			+		
Липень	I			+	.	
	II			+	.	
	III			+	.	-
Серпень	I				.	-
	II				.	-
	III				.	-
Вересень	I					-
	II					-
	III					-
Жовтень	I					-
	II					-
	III					-

Посушливий період. Аналіз фенології (2019-2020 рр.) у розрізі динаміки СЕТ (рис. 4.1) дає змогу прогнозувати появу стадій за температурними показниками. Так, багаторічні дані свідчать, що літ імаго шипоноски починався за суми 169°C, відкладання яєць – 173, а вихід личинок за СЕТ 247°C.

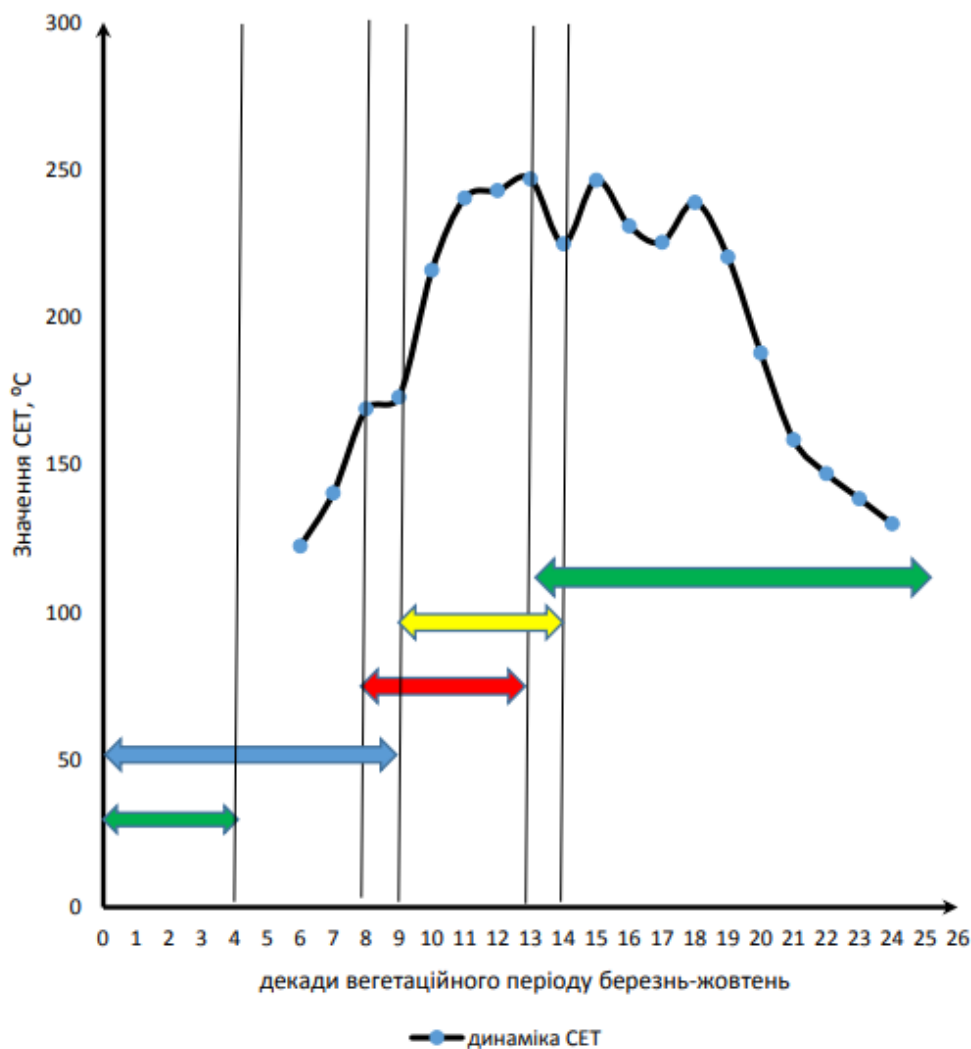


Рис. 4.1. Фенологія соняшnikової шипоноски відповідно до СЕТ в посушливі роки (Херсонська обл., Новотроїцький р-н., 2019-2020 рр.)
 зелений колір стрілки – личинки, синій – лялечки, червоний – літ імаго, жовтий – період відкладання яєць

Водночас розбиття графіку динаміки СЕТ на елементи, відповідно до стадій фітофага з наступним визначенням трендів цих елементів, дало змогу формалізувати переважну більшість фенологічних подій у популяції соняшnikової шипоноски. Так, рівняння початку льоту фітофага (щодо СЕТ) має вигляд:

$$y = 4x + 137 \quad (\text{лінійний тренд}), \quad (4.1)$$

де y - значення СЕТ, °С

x – декада вегетаційного періоду.

Загальне рівняння льоту шипоноски:

$$y = 21,55x - 7,2 \quad (\text{лінійний тренд}) \quad (4.2)$$

Рівняння відкладання та розвитку яєць:

$$y = 17,843x + 27,4 \quad (\text{лінійний тренд}) \quad (4.3)$$

Початок виходу личинок описується виразом:

$$y = 4x + 195 \quad (\text{лінійний тренд}) \quad (4.4)$$

Рівняння діапаузуючих личинок:

$$y = -10,371x + 389,71 \quad (\text{лінійний тренд}), \quad (4.5)$$

$$y = -1,0832x^2 + 28,623x + 53,933 \quad (\text{поліноміальний тренд}) \quad (4.6)$$

Накладання даних фенологічного календаря соняшникової шипоноски на динаміку ГТК (Селянінова) дозволяє обґрунтувати наступні результати (рис. 4.2). Так, літ імаго та яйцекладка самицями відбувався за ідентичних значень ГТК – 0,815, 0,78 (середня посуха) та 0,55 (сильна посуха). Личинки зустрічалися за досить значного діапазону значень: від 0,76 (середня посуха) у липні до 0,88 (слабка посуха) у грудні, за зниження ГТК у вересні до 0,305 (рівень дуже сильної посухи), що свідчило про їх входження в діапаузу наприкінці вегетації.

Формалізацію фенології шипоноски щодо ГТК можлива лише для періоду льоту імаго і відкладання самицями яєць (рис. 4.3) та появи личинкової стадії до діапаузуючого стану (рис.4.4).

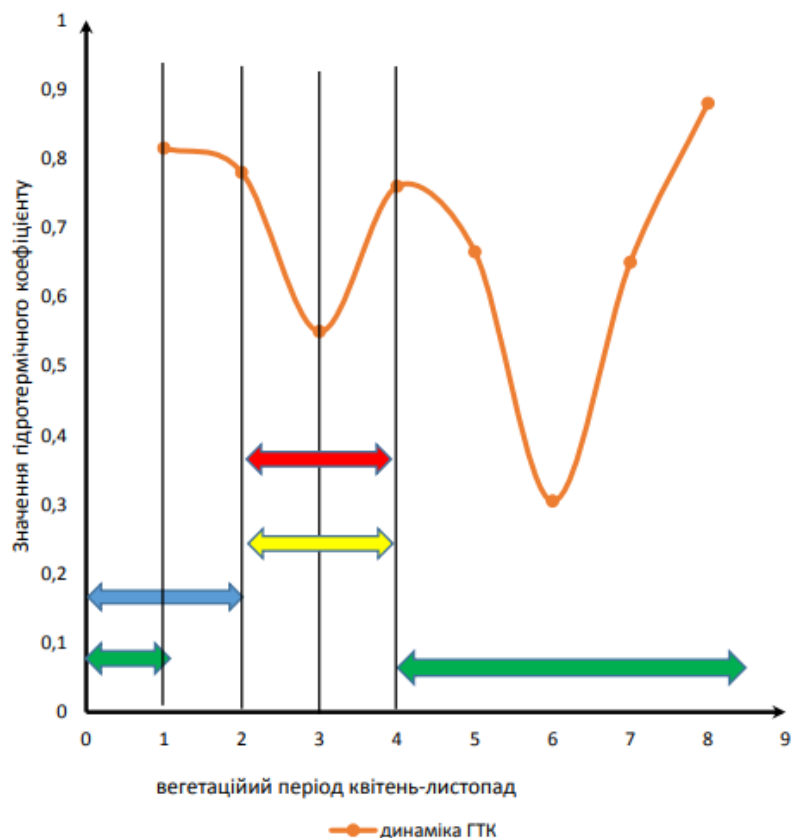


Рис. 4.2. Фенологія соняшниквої шипоноски відповідно до значень ГТК Селянінова в посушливі роки (Херсонська обл., Новотроїцький р-н., 2019-2020 рр.)

зелений колір стрілки – личинки, синій – лялечки, червоний – літ імаго, жовтий – період відкладання яєць

У першому випадку рівняння льоту-яйцекладки має наступний вид:

$$y = 0,22x^2 - 1,33x + 2,56, \text{ (поліноміальний тренд)} \quad (4.7)$$

де y - значення ГТК;

x – декада вегетаційного періоду.

Вихід личинок і тривалість личинкової стадії до впадання в діапаузу описується рівнянням:

$$y = -0,1325x^2 + 1,0975x - 1,51 \text{ (поліноміальний тренд)} \quad (4.8)$$

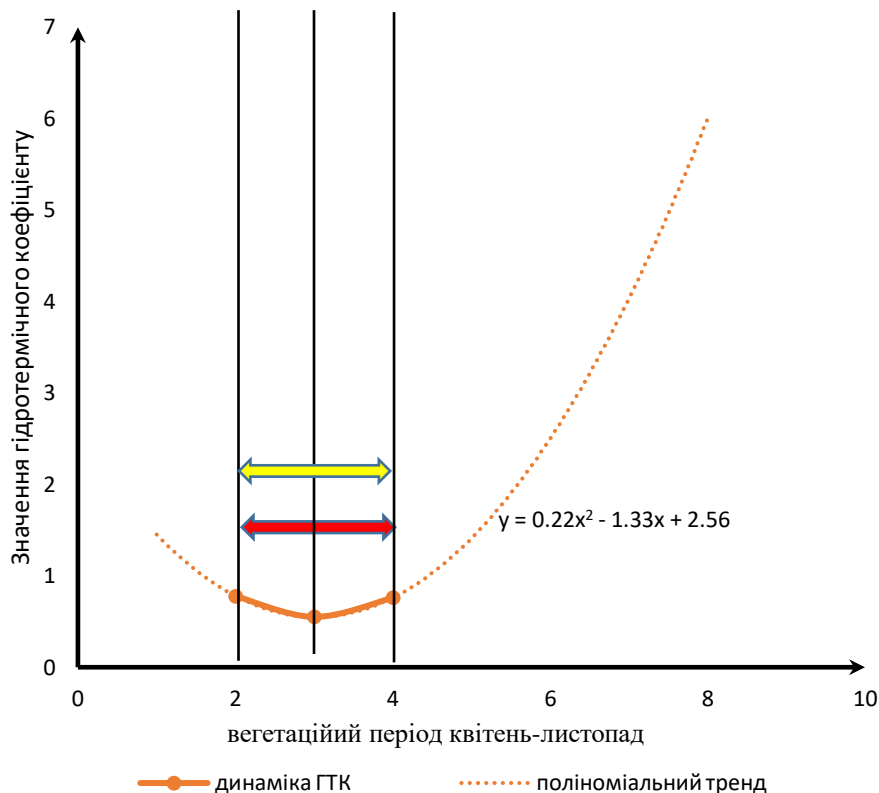


Рис. 4.3. Формалізація періоду льоту-яйцекладки соняшникової шипоноски відповідно до значень ГТК Селянінова в посушливі роки (Херсонська обл., Новотроїцький р-н., 2019-2020 рр.)
 червоний колір стрілки – літ імаго, жовтий – період відкладання яєць

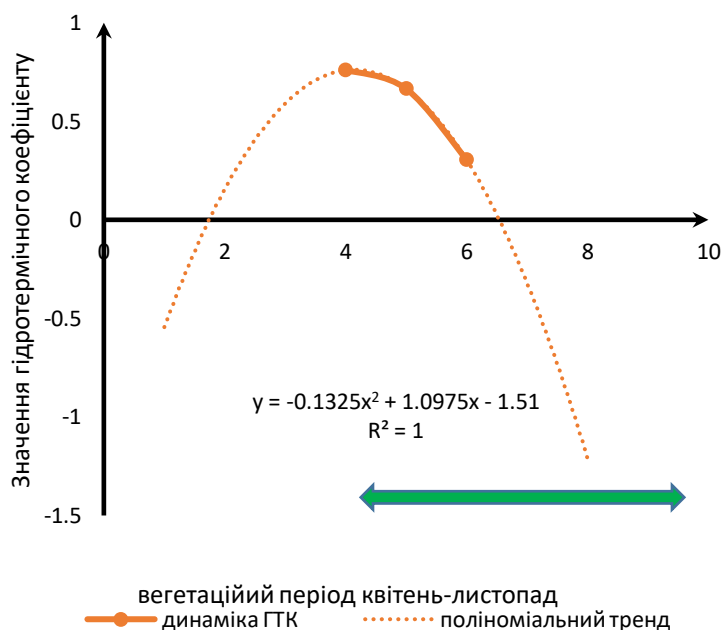


Рис. 4.4. Формалізація личинкового періоду соняшникової шипоноски (до переходу в діапаузуючий стан) відповідно до значень ГТК Селянінова в посушливі роки (Херсонська обл., Новотроїцький р-н., 2019-2020 рр.)

Період із надмірним зволоженням. Аналіз фенології відповідно СЕТ (рис. 4.5) показує початок основних етапів розвитку фітофага, пов'язаних із температурними показниками. Так, літ імаго розпочинався за СЕТ 203°C, відкладання яєць – 268, а початок виходу личинок потребує СЕТ 237°C. Отже, у вологі роки для початку льоту сума ефективних температур зростає на 16,7% більша ніж у посушливі, а для початку яйцекладки – на 64,5%. Для початку виходу личинок СЕТ для обох періодів майже тотожні (різниця менша 5%).

Розбиття фенологічної кривої на елементи відповідно стадіям розвитку формує наступні матеріали для її формалізації за СЕТ.

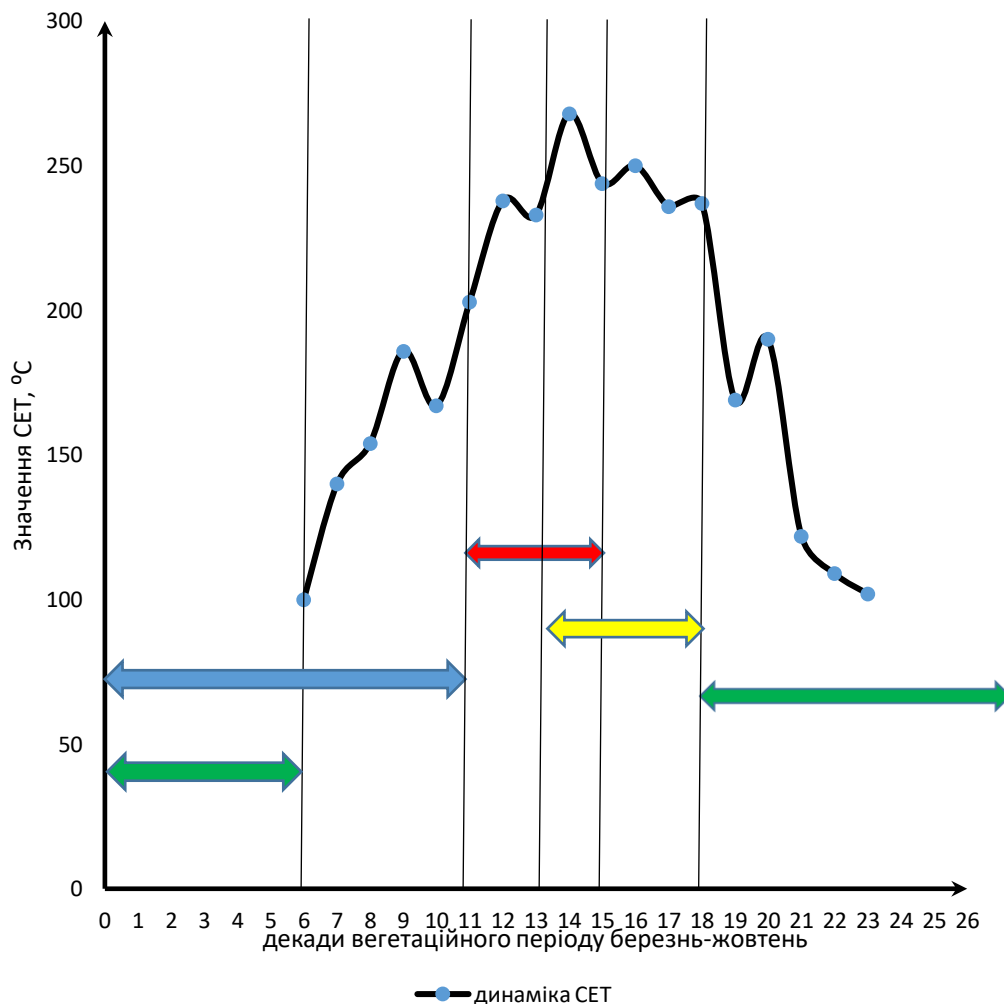


Рис. 4.5. Фенологія соняшникової шипоноски відповідно до СЕТ за умов надмірного зволоження (Херсонська обл., Новотроїцький р-н., 2020-2021 р.)
 зелений колір стрілки – личинки, синій – лялечки, червоний – літ імаго, жовтий – період відкладання яєць

Так, рівняння початку льоту шипоноски (щодо СЕТ) має вигляд:

$$y = 35x - 182 \quad (\text{лінійний тренд}), \quad (4.9)$$

де y - значення СЕТ, °С

x – декада вегетаційного періоду.

Загальне рівняння льоту шипоноски:

$$y = -5,5714x^2 + 156,06x - 838,83 \quad (\text{поліноміальний тренд}) \quad (4.10)$$

Рівняння відкладання та розвитку яєць:

$$y = -2,3214x^2 + 69,964x - 275,29 \quad (\text{поліноміальний тренд}) \quad (4.11)$$

Початок виходу личинок описується виразом:

$$y = -68x + 1461 \quad (\text{лінійний тренд}) \quad (4.12)$$

Рівняння діапаузуючих личинок:

$$y = -26,371x + 695,45 \quad (\text{лінійний тренд}), \quad (4.13)$$

$$y = 3,0179x^2 - 150,1x + 1954,9 \quad (\text{поліноміальний тренд}) \quad (4.14)$$

Результати накладання фенології соняшникової шипоноски на динаміку ГТК (Селянінова) відмічено на рис. 4.6. Так, літ імаго та яйцекладка відбувався за досить високих значень ГТК – 3,31 та 2,82 (надмірна вологість). Личинки зустрічалися за діапазону значень від 0,12 у квітні та липні до 0,26 у вересні (рівень дуже сильної посухи).

Водночас формалізацію фенології шипоноски щодо ГТК доцільно проводити як і для посушливих років – для періоду льоту імаго і відкладання яєць та появи личинкової стадії до діапаузуючого стану.

У першому випадку рівняння льоту має вид:

$$y = -0,49x + 4,78, \quad (\text{лінійний тренд}) \quad (4.15)$$

де y - значення ГТК;

x – декада вегетаційного періоду.

Рівняння яйцекладки шипоноски:

$$y = -2,7x + 13,62, \text{ (лінійний тренд)} \quad (4.16)$$

Вихід личинок і тривалість личинкової стадії до впадання в діапаузу описується рівнянням:

$$y = 1,42x^2 - 15,48x + 42,02 \text{ (поліноміальний тренд)} \quad (4.17)$$

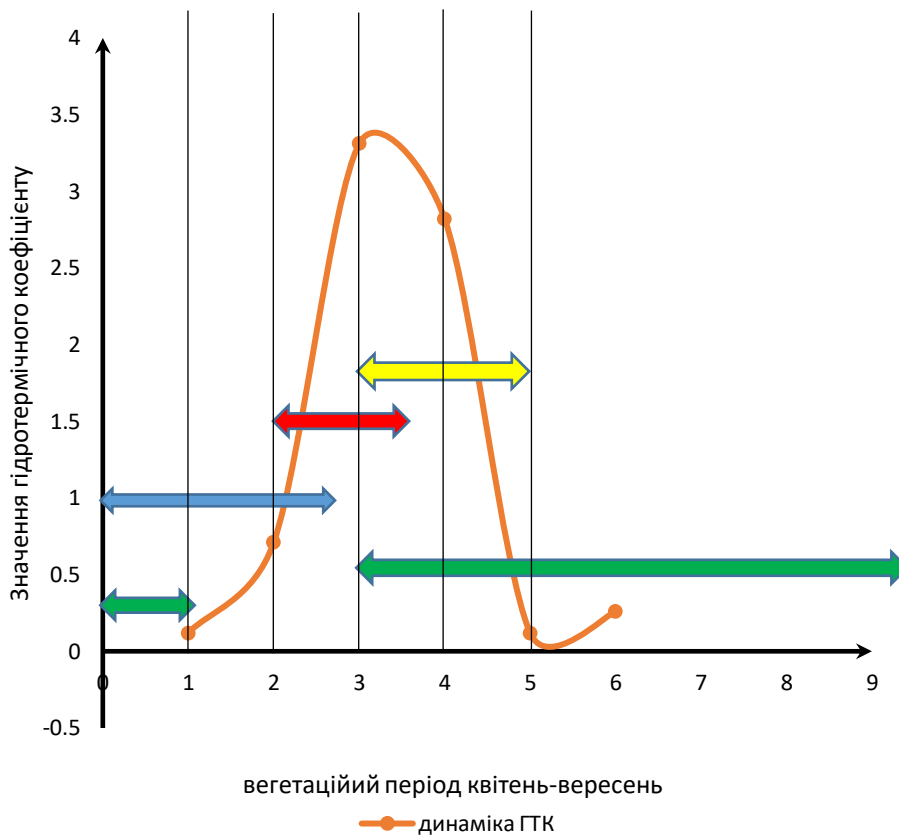


Рис. 4.6. Фенологія соняшникової шипоноски відповідно до значень ГТК

Селянінова за умов надмірного зволоження

(Херсонська обл., Новотроїцький р-н, 2020-2021 рр.)

зелений колір стрілки – личинки, синій – лялечки, червоний – літ імаго, жовтий – період відкладання яєць

За аналогією щодо аналізу фенології шипоноски у посушливий період розроблені показники для періодів льоту, яйцекладки та виходу личинок (рис. 4.7-4.9).

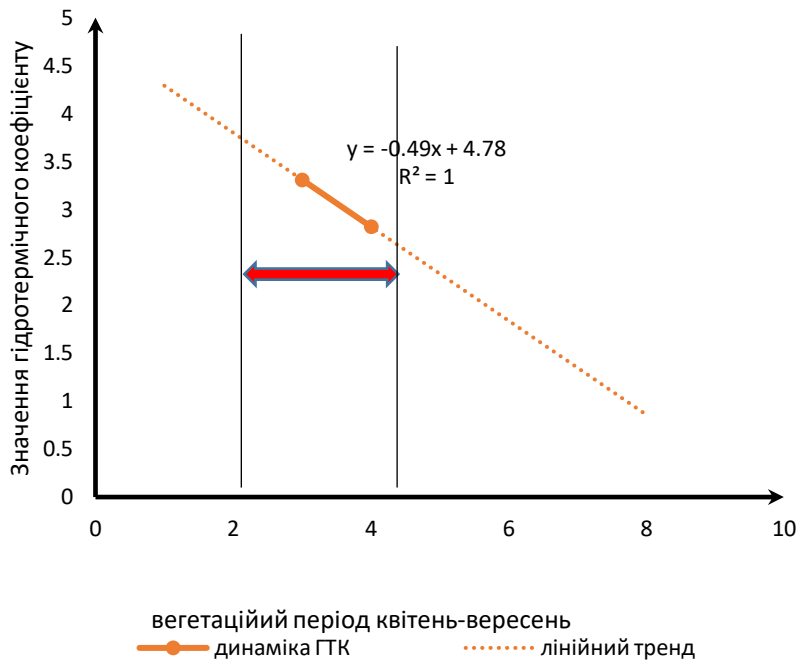


Рис. 4.7. Формалізація періоду льоту соняшникової шипоноски відповідно до значень ГТК Селянінова за умов надмірного зволоження (Херсонська обл., Новотроїцький р-н., 2020-2021 рр.)
червоний колір стрілки – літ імаго

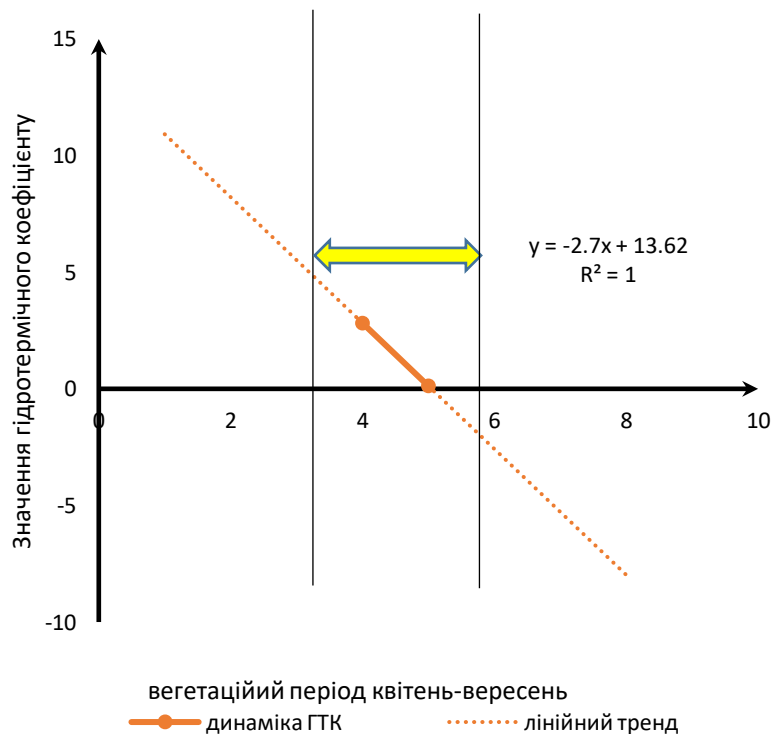


Рис. 4.8. Формалізація періоду відкладання яєць соняшниковою шипоноскою відповідно до значень ГТК Селянінова за умов надмірного зволоження (Херсонська обл., Новотроїцький р-н., 2020-2021 р.)
жовтий колір стрілки – відкладання яєць

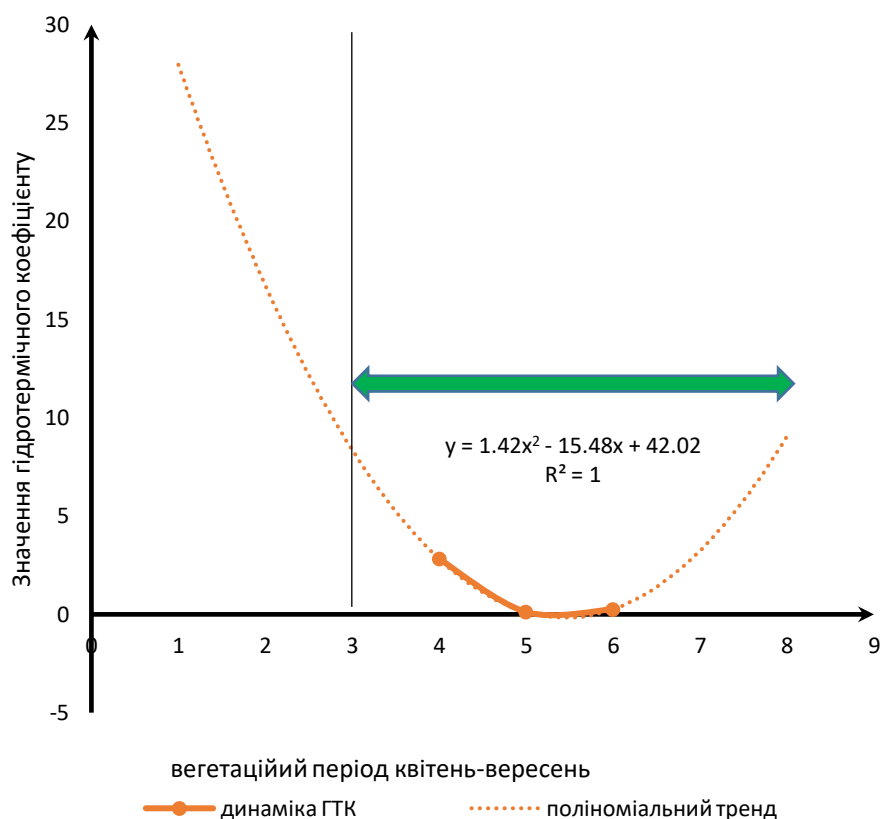


Рис. 4.9. Формалізація періоду від початку виходу личинок соняшникової шипоноски до впадання їх у діапаузу відповідно до значень ГТК Селянінова за умов надмірного зволоження (Херсонська обл., Новотроїцький р-н., 2020-2021 рр.)
зелений колір стрілки – личинкова стадія до діапаузи

4.1.2. Фенологія соняшникового вусача *Agarantia dahli* Richt.

У роки досліджень соняшниковий вусач розвивався в одному поколінні. Багаторічними спостереженнями уточнена фенологія зокрема: літ імаго, який тривав понад 40 діб – починаючись із третьої декади травня й закінчувався в першій декаді липня. Яйця зустрічалися із середини червня до середини липня. Перші личинки з'являлися на початку липня, а після зимівлі зустрічалися до другої декади травня, лялечки – протягом травня й до другої декади червня (табл. 4.3).

Таблиця 4.3

Фенологічний календар соняшникового вусача *Agarantia dahli* Richt.

(Херсонська обл., Новотроїцький р-н., 2019-2020 рр.)

		Личинка	Лялечка	Імаго	Яйце	Личинка
Березень	I	-				
	II	-				
	III	-				
Квітень	I	-				
	II	-				
	III	-				
Травень	I	-	0			
	II	-	0			
	III		0	+		
Червень	I		0	+		
	II		0	+	.	
	III			+	.	
Липень	I			+	.	-
	II				.	-
	III					-
Серпень	I					-
	II					-
	III					-
Вересень	I					-
	II					-
	III					-
Жовтень	I					-
	II					-
	III					-

Накладання фенології на дані СЕТ (рис. 4.10) свідчить, що літ вусача починався за 173°С і закінчувався за 247°С, причому останнє може бути реакцією на тимчасове зниження температури у середині липня. Яйця самиці починали відкладати за СЕТ 240,5 °С і яйцекладка закінчувалася зі зниженням температури в липні (225 °С), однак відкладені яйця зустрічалися й пізніше. Личинки починали відроджуватися за СЕТ 247 °С і із вересневим зниженням температури – СЕТ 188,5-158,5 діпаузували. Заляльковування навесні личинок, що перезимували активувалося за СЕТ 140,5 і припинялося за 240,5°С.

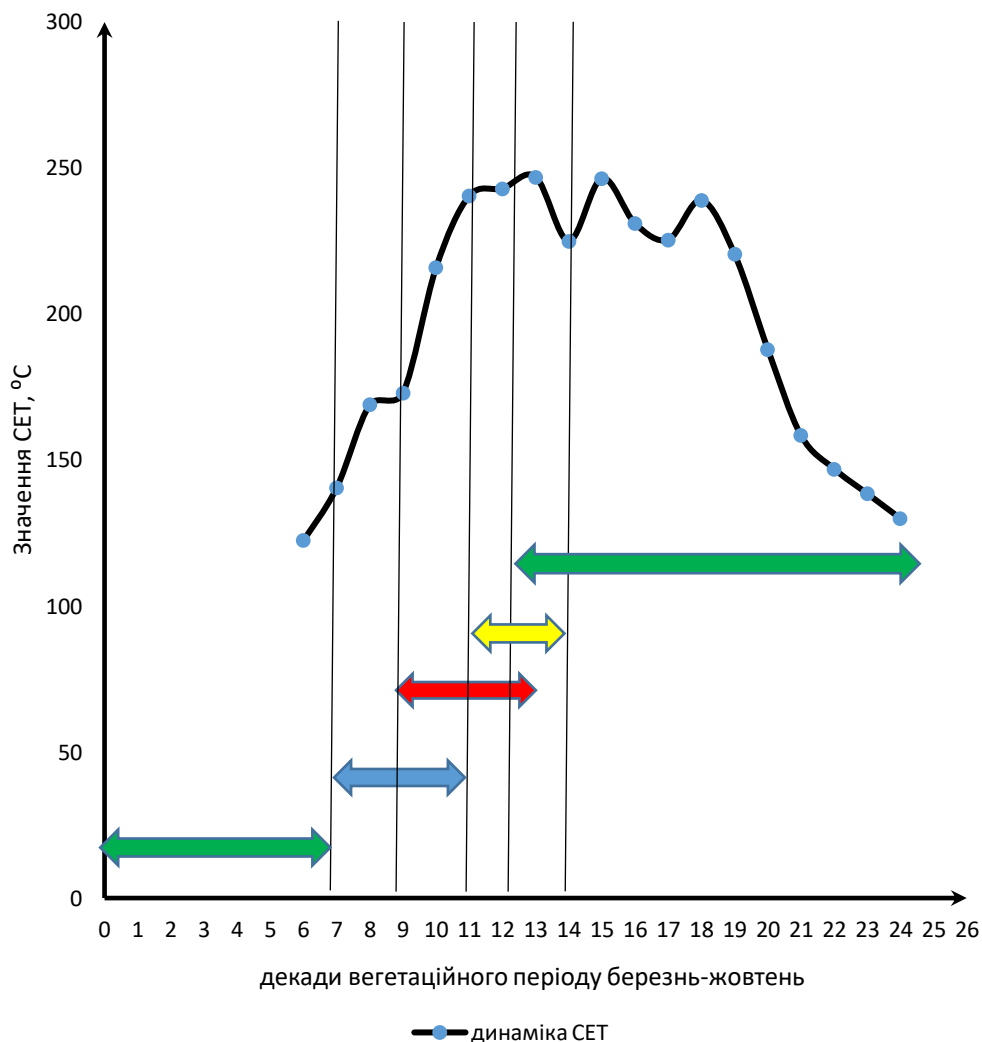


Рис. 4.10. Фенологія соняшникового вусача відповідно до СЕТ (Херсонська обл., Новотроїцький р-н., 2019-2020 рр.)
 зелений колір стрілки – личинки, синій – лялечки, червоний – літ імаго, жовтий – період відкладання яєць

Формалізація фенології соняшникового вусача з метою прогнозування проведено за стадіями заляльковування, літ імаго, відкладання та розвиток яєць, початок відродження личинок та їх розвиток до діапаузи.

Отже, формалізація заляльковування соняшникового вусача доцільно проводити за наступними рівняннями:

$$y = 2,2143x^2 - 15,157 + 140,43 \text{ (поліноміальний тренд)}, \quad (4.17)$$

де y - значення СЕТ, °С

x – декада вегетаційного періоду.

Рівняння льоту вусача є вигляд:

$$y = 17,5x - 31,4 \text{ (лінійний тренд)} \quad (4.18)$$

Рівняння відкладання та розвитку яєць:

$$y = -6,125x^2 + 148,88x - 657,38 \text{ (поліноміальний тренд)} \quad (4.19)$$

Початок відродження личинок та їх розвиток до діапаузи описується виразом, хоча й зі слабкою достовірністю апроксимації (0,271):

$$y = -0,0298x^2 + 1,6369x + 267,43 \text{ (поліноміальний тренд)}. \quad (4.20)$$

Поєднання фенології соняшникового вусача із сезонною динамікою ГТК показало наступні тенденції: за ГТК періоди заляльковування й льоту імаго відповідають інтервалу 0,78-0,55 (від середньої до сильної посухи); ГТК періоду яйцекладки також майже ідентичний попередньому 0,55-0,76 (зміна ступеня посушливості у зворотному порядку - від сильної посухи до середньої, а відтак яйцекладка розпочинається лише за певних показників вологості), лише зміщений у часі, вихід і розвиток личинок до діапаузи відповідає ГТК у діапазоні від 0,66 у серпні (середня посуха) до 0,31 у вересні порівняно сильно посушливий період.

Формалізація фенології щодо ГТК Селянінова доцільна для періодів заляльковування – льоту імаго, яйцекладки й розвитку яєць, відродження личинок і їх розвиток до діпаузи (табл. 4.11).

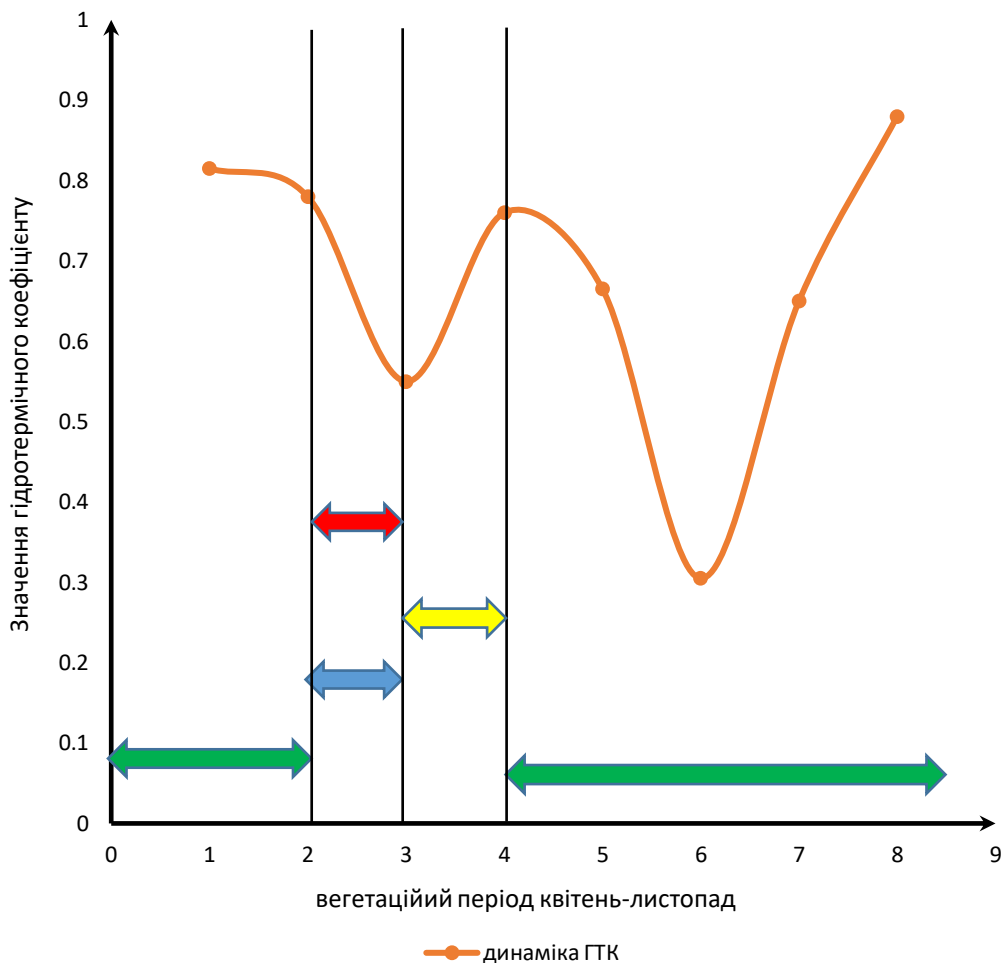


Рис. 4.11. Фенологія соняшникового вусача відповідно до значень ГТК Селянінова (Херсонська обл., Новотроїцький р-н., 2019-2020 рр.)
 зелений колір стрілки – личинки, синій – лялечки, червоний – літ імаго, жовтий – період відкладання яєць

Рівняння періоду заляльковування – льоту вусача:

$$y = -0,23x + 1,24 \text{ (лінійний тренд),} \quad (4.21)$$

де y - значення ГТК,

x – декада вегетаційного періоду.

Період відкладання й розвитку яєць прийме вигляд:

$$y = 0,21x - 0,08 \text{ (лінійний тренд),} \quad (4.22)$$

а рівняння початку відродження личинок та їх розвиток до діапаузи:

$$y = -0,2275x + 1,7142 \text{ (лінійний тренд)}. \quad (4.23)$$

4.2. Оцінка просторового розподілу внутрішньостеблових фітофагів на прикладі популяції соняшникової шипоноски

Оцінку розподілу фітофагів у агроценозі доцільно використовувати для вибору оптимальних методів (маршрутів) моніторингу та для просторової локалізації осередків (зон) скупчення шкідливих комах із метою оптимізації заходів регулювання їх чисельності.

Розподіл може бути просторовим – у межах усього агроценозу та лінійним – у межах вектору (смуги облікових ділянок). Також він може ґрунтуватися на повній (сітка даних) чи неповній (обліки за маршрутом) інформації.

Для аналізу розподілу популяції соняшникової шипоноски застосовані моделі Сведберга та Ллойда за параметрами, яких оброблялися дані отримані в результаті суцільних обстежень по квадратах поля (сітка) та W-подібних маршрутних обстежень. Останні обраховувалися як із застосуванням статистичного коригування ділянок за чисельністю шипоноски (личинок/рослину) – шляхом зміни показника чисельності на величину облікової ділянки, що різниться від середньої площі ($W-m_k$), так і за результатами безпосередніх обліків, проведених у тій чи іншій точці поля ($W-m$).

Модель Сведберга (K_c) передбачає визначення розподілу за відношенням дисперсії до середнього, за таких умов використовується така шкала значень: за $K_c < 1$ – розподіл рівномірний (P), за $K_c = 1$ – випадковий (B) і за умови, коли K_c значно > 1 ($> 1,1$) – груповий або контагіозний (K) (рис. 4.12).

Модель Ллойда (K_L) для встановлення закономірностей розподілу передбачає використання відношення ($S^2 - X + X^2$) до середнього X за умови $K_L \in]0;1[$ - рівномірний, $K_L \in [1; 2[$ - випадковий та $K_L \in [2; + \infty[$ - контагіозний [141].

По суті моделі Сведберга та Ллойда відрізняються лише за розміром зони випадковості, якщо для першого вона дорівнює 1, то для другого охоплює діапазон від 1 до 2. Модель Ллойда передбачає більш високу імовірність випадкових значень розподілу.

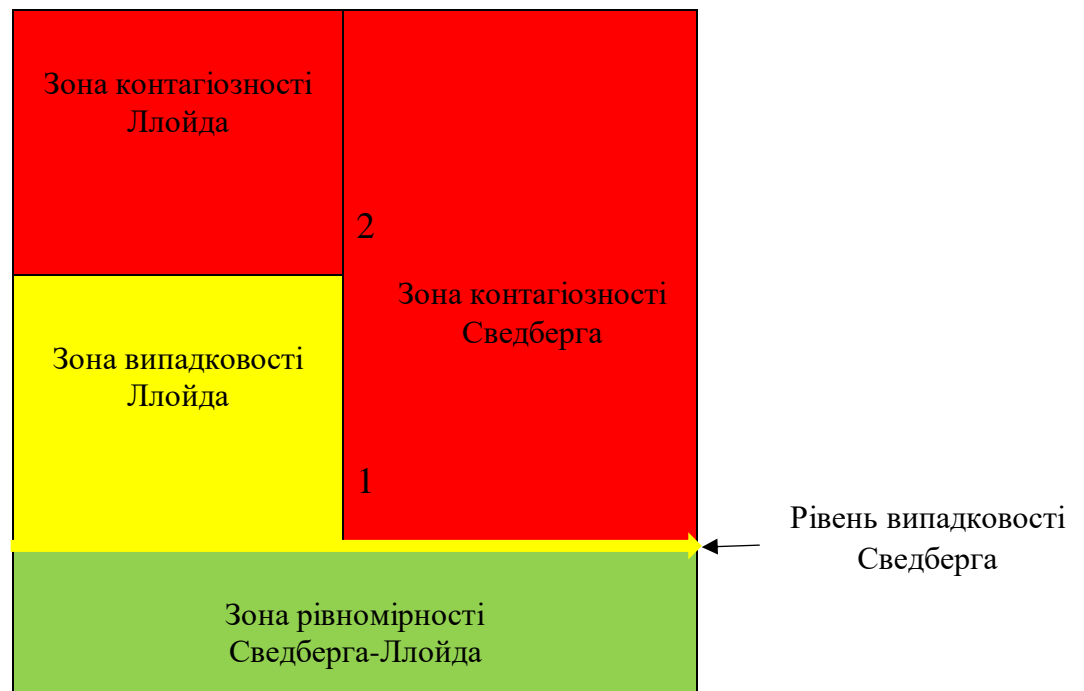


Рис. 4.12. Структура розподілів за моделями Сведберга та Ллойда

Оцінка розподілу за неповною інформацією. Як бачимо з даних таблиці 4.4 значення K_c та K_l за просторового розподілу складає 1,708 та 1,604 для W-маршруту з коригуванням чисельності за площею ділянок та 1,692 та 1,596 без коригування відповідно, що дає значення контагіозного та випадкового розподілу. Застосування лінійного варіанту оцінки розподілу дає контагіозний розподіл для моделей Сведберга та Ллойда для 1-го вектору й рівномірний для 2-го та 3-го (табл. 4.5).

Перетинання графіків (рис. 4.13) лінійного розподілу із рівнем просторового – контагіозності Сведберга оцінюють локалізацію цієї контагіозності в межах агроценозу (як проекція на вісь X): у нашому випадку між векторами – смугами 1 та 2. Крім того, вони перетинають і оптимізаційну лінію 45°.

Таблиця 4.4

Просторовий розподіл соняшникової шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll. за різними методиками проведення обліків (ТОВ "Айленд", Херсонська обл., Новотроїцький р-н., 2019-2020 рр.)

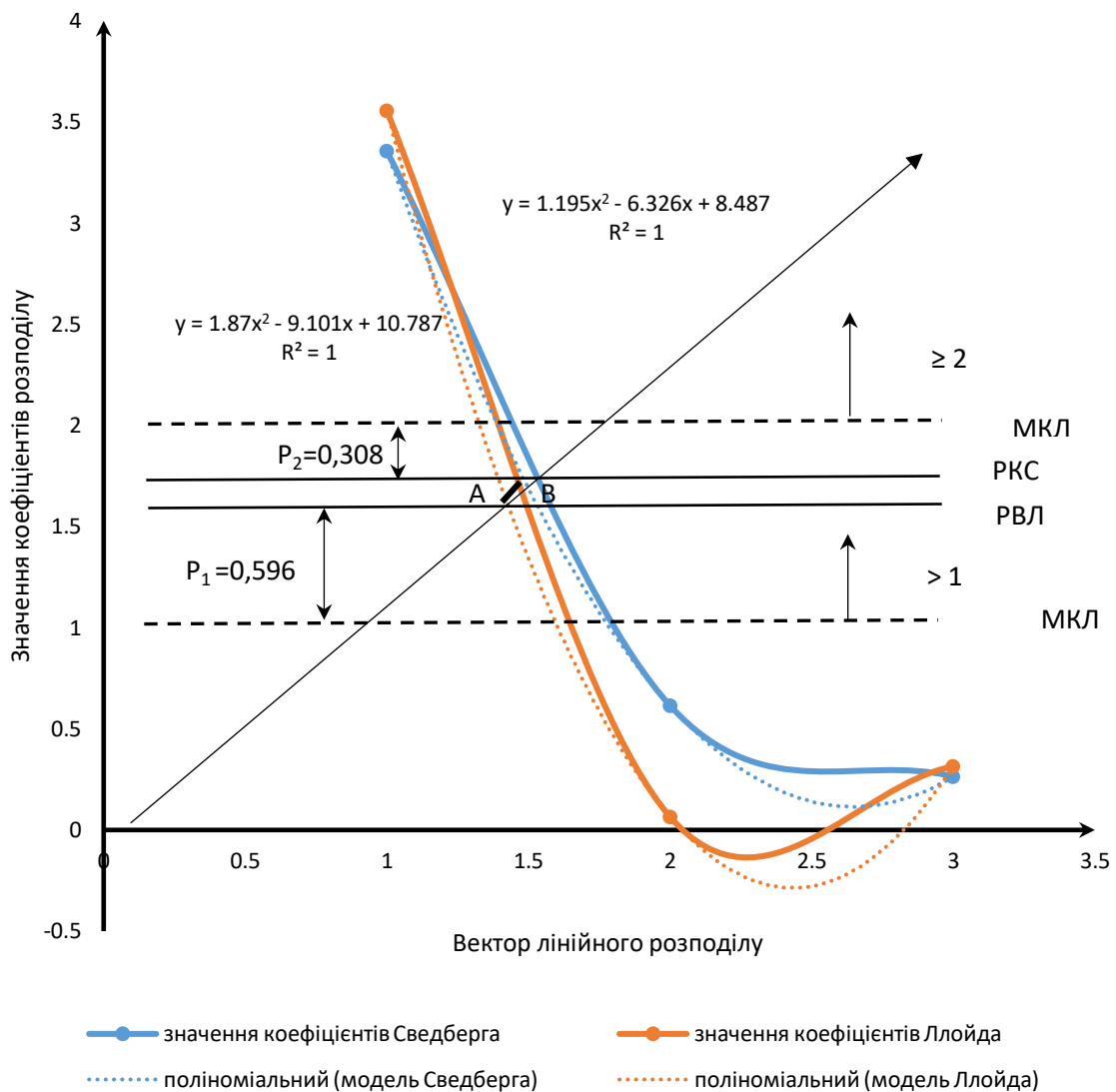
Метод обліку	Значення коефіцієнта		Розподіл, К _c /К _л	Умова відповідності розподілу
	Сведберга, К _c	Ллойда, К _л		
W-mk	1,708	1,604	К/В	К _c >1,1 К _л ∈ [1; 2[
W-m	1,692	1,596	К/В	К _c >1,1 К _л ∈ [1; 2[
Сітка, 3 x 12	0,957	0,657	Р/Р	К _c < 1 К _л ∈]0;1[

Таблиця 4.5

Лінійний розподіл соняшникової шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll. за різними методиками проведення обліків (ТОВ "Айленд", Херсонська обл., Новотроїцький р-н., 2019-2020 рр.)

Метод обліку та вектор	Значення коефіцієнта К _c / К _л	Розподіл, К _c /К _л	Умова відповідності розподілу
W-mk			К _c >1,1
1	3,356/3,556	К/К	К _л ∈ [2; + ∞[
2	0,619/0,089	Р/Р	К _c < 1
3	0,271/0,291	Р/Р	К _л ∈]0;1[
W-m			К _c >1,1
1	3,356/3,556	К/К	К _л ∈ [2; + ∞[
2	0,615/0,264	Р/Р	К _c < 1
3	0,065/0,314	Р/Р	К _л ∈]0;1[
Сітка, 3 x 12			К _c >1,1
1	1,287/1,237	К/В	К _л ∈ [1; 2[
2	0,916/0,499	Р/Р	К _c < 1
3	0,447/0,014	Р/Р	К _л ∈]0;1[

Потрібно зазначити, що рівень випадковості Ллойда дуже наближений до рівня контагіозності: різниця між ними становить для варіанту W-mk - 0,104, а без коригування чисельності шипоноски – 0,096.



4.13. Графічна модель об'єднання просторового та лінійного розподілів популяції соняшникової шипоноски за умови неповної інформації на прикладі варіанту W-m

(ТОВ "Айленд", Херсонська обл., Новотроїцький р-н., гібрид F1, НС СУМО 2017, 2019-2020 рр.)

МКЛ – межа контагіозності Ллойда; РКС – рівень контагіозності Сведберга (1,692); РВЛ – рівень випадковості Ллойда (1,596); МКС – межа контагіозності Сведберга; АВ – невизначеність розподілу

Імовірність (P_1) того, що випадковість Ллойда може виявитися рівномірністю Сведберга-Ллойда у варіанті W-m становить 0,596, а імовірність

(P_2) того, що контагіозність Сведберга може виявитися випадковістю Ллойда - 0,308. Для варіанту W-mk показники P_1 та P_2 становлять 0,604 та 0,292 відповідно. Різниця між ними для W-m становить 0,288, а для W-mk – 0,312 - це є імовірністю невизначеності розподілу, або, іншими словами, 28,8 та 31,2% помилки у визначенні контагіозності за рахунок зростання гетерогенності середовища. Це має місце або в природних екосистемах, або в агроекосистемах із підвищеним рівнем гетерогенності. Ознаками останніх є:

- мікрорельєф;
- вологість ґрунту;
- забезпеченість рослин макро- і мікроелементами;
- забур'яненість.

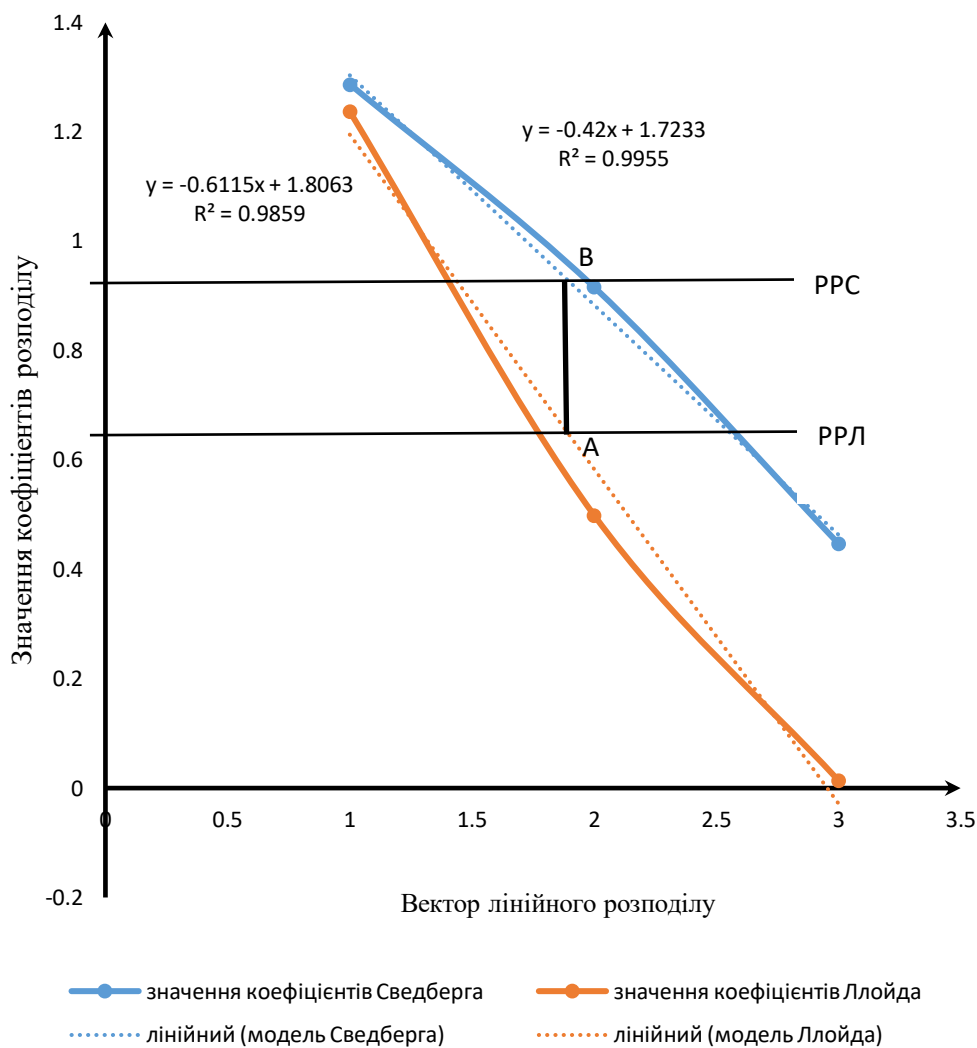
Отже, вибір критерію, за яким оцінюється розподіл фітофагів пов'язаний із рівномірністю умов вирощування культури.

Поліноміальні тренди дозволяють визначити величину невизначеності розподілу, як геометричну відстань між точками А і В, які знаходяться на перетині трендів з оптимізаційною прямою 45° та рівнями контагіозності Сведберга і випадковості Ллойда. Перетин із прямою 45° , дає змогу визначити, що $y=x$, де y відповідає значенню K_c та K_d просторового розподілу, за координатами точок А і В знаходимо відстань між ними. Чим менше значення невизначеності тим більш адекватний опис розподілу (табл. 4.5).

Оцінка розподілу за повної інформації. За варіанту «сітки» просторовий розподіл Ллойда (0,657) та Сведберга (0,957) рівномірний, але для останнього дуже наближений до випадкового. Лінійний розподіл за Сведбергом змінюється від контагіозного (1,287) до рівномірного (0,916 і 0,447), а за Ллойдом – від випадкового (1,237) до рівномірного (0,499 і 0,014) (табл. 4.5).

У випадку «сітки», тобто за умови повної інформації, лінійні тренди в точках перетинів із РРС та РРЛ не лежать на оптимізаційній прямій 45° . Відстань між рівнями рівномірності Ллойда та Сведберга більша – 0,3 (рис. 4.14) і практично співпадає зі значенням невизначеності 0,3057 (табл. 4.6).

Невизначеність тут є тому, що значення рівномірності Сведберга 0,957 дуже наближене до рівня випадковості 1,0.



4.14. Графічна модель об'єднання просторового та лінійного розподілів популяції соняшnikової шипоноски за умови повної інформації («сітка» облік) (ТОВ "Айленд", Херсонської обл., гібрид F1, НС СУМО 2017, 2019-2020 рр.)

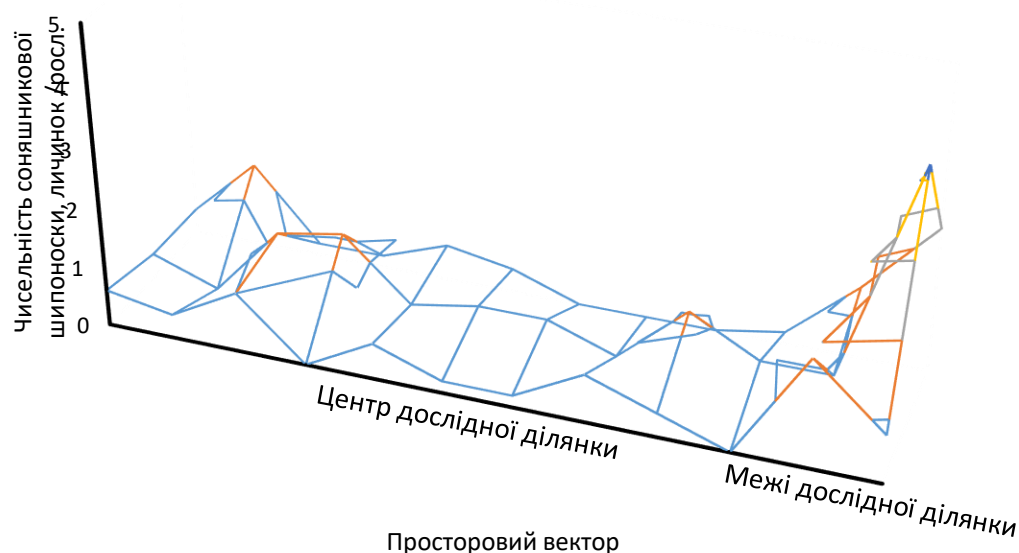
PPC – рівень рівномірності Сведберга (0,957); РРЛ - рівень рівномірності Ллойда (0,657);
 АВ – невизначеність розподілу

Як бачимо, найменше значення невизначеності відповідає методу W-m за поліноміальної моделі тренду, який і визначається найбільш адекватним для умови неповної інформації. Невизначеність за умови повної інформації («сітка») – лінійна модель тренду – дорівнює різниці між рівнями рівномірності моделей Сведберга та Ллойда.

Оцінка методів моніторингу за значенням невизначеності розподілу

Метод обліку	Рівняння тренду моделі		Значення невизначеності
	Сведберга	Ллойда	
W-m	$y=1,195x^2-6,326x+8,487$; $y=x=1,692$	$y=1,87x^2-9,101x+10,787$; $y=x=1,596$	0,14
W-mk	$y=1,195x^2-6,3205x+8,482$; $y=x=1,708$	$y=1,8345x^2-8,9705x+10,692$; $y=x=1,604$	0,15
Сітка, 3 x 12	$y= -0,42x+1,7233$; $y=0,957$; $x=1,82$	$y= -0,6115x+1,8063$; $y=0,657$; $x=1,8279$	0,31

«Сітка» даних обліків дає можливість виявити крайові ефекти в просторовому розподілі популяції фітофага (рис.4.15). Як видно на прикладі соняшникової шипоноски її чисельність максимальна в крайовій смузі, що межує із лісосмугою, а в центрі агроценозу найменша.



4.15. Крайовий ефект у розподілі соняшникової шипоноски в агроценозі за умови повної інформації («сітка» обліків) (ТОВ "Айленд", Херсонська обл., Новотроїцький р-н., гібрид F1, «НС СУМО 2017», 2019-2020 рр.)

Розподіл популяції соняшникової шипоноски за умови гетерогенності трофічних ресурсів. У попередніх підрозділах ми розглядали популяційний розподіл шипоноски за умови рівномірного розподілу трофічних ресурсів, тобто можна сказати, що аналіз розміщення фітофага в агроценозі висвітлив тенденції цього процесу за оптимальних умов.

Якщо ж розглянути популяцію шкідника через призму нерівномірного розподілу ресурсів живлення, а саме таким він є в досліді із досліджень різних елементів системи живлення та елементами захисту посівів, й це прямо пов'язане із різним проявом порожнистості стебел соняшнику по варіантах, то доцільно отримати обґрунтовані висновки щодо повноти використання шипоноскою трофічних ресурсів, тобто кожен варіант досліду можна розглядати як екологічну нішу із певним рівнем насиченості трофікою.

Для початку нам необхідно вивести числові показники насиченості трофікою різних екологічних ніш (відповідають варіантам: без підживлення та інсектицидних обробок, підживлення сечовиною 3 кг/га, сечовиною + Бітоксібацилін-БТУ-Р 3 л/га фази 2-х, 6-ти та 10-ти справжніх листків, сечовиною 3 кг/га + препарати Мікромінераліс у фази 2-х (Мікромінераліс фосфор+калій 1 л/га (вміст активних речовин у %: N – 10, P₂O₅ – 7,5, K₂O - 10), 6-ти (Мікромінераліс Олійні (амонійно-карбоксилатні комплекси Mg – 3,4, Mn – 1,3, Cu – 0,5, Zn – 2,1, B – 0,5, N – 4, K – 2,8, Fe – 1,7) 1 л/га + Мікромінераліс Бор (B – 10, N – 2) 1 л/га) та 10-ти (Мікромінераліс Олійні 1,5 л/га + Мікромінераліс Бор 1 л/га) справжніх листків + Енжіо 247 SC к.с. (тіаметоксам, 141 г/л; лямбда-цигалотрин 106 г/л) 0,18 л/га у фази 2-х, 6-ти та 10-ти справжніх листків, сечовиною + Енжіо 247 SC к.с. (тіаметоксам, 141 г/л; лямбда-цигалотрин 106 г/л) 0,18 л/га у фази 2-х, 6-ти та 10-ти справжніх листків). Показники тісно пов'язані із проявом порожнистості стебел, оскільки остання знижує трофічну цінність останніх для шипоноски.

Отже, потенційна ємність екологічної ніші буде дорівнювати сумі об'ємів трофічних ресурсів у рослинах без прояву порожнистості та з її проявом. Остання визначається як добуток об'єму стебла із порожнинами, за винятком

об'єму порожнин та кількості рослин із проявом порожистості (у частках від одиниці).

Формалізація цього виразу має наступний вид:

$$ПТР = A + (100-B) \times C, \text{ де} \quad (4.24)$$

ПТР – потенційний трофічний ресурс, %;

A - об'єм трофічних ресурсів у рослинах без прояву порожнистості, %;

B – ступінь виповненості стебел із порожнинами, %;

C – кількість рослин із порожнинами, у частках від 1.

Результати розрахунку за формулою 4.24 відсотку потенційного трофічного ресурсу (ПТР) за варіантами (екологічних нішах) наведені в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7

Насиченість трофічними ресурсами екологічних ніш агроценозу посівів соняшника щодо соняшникової шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll.

(Херсонська обл., Новотроїцький р-н., 2020-2021 рр.)

Варіант (опис у тексті)	Кількість рослин із проявом порожистості стебла, %	Виповненість рослин із порожистих стебел, %;	Потенційний трофічний ресурс у варіанті, %
1	28,89	19,0	90,11
2	22,22	16,59	94,11
3	11,11	7,6	96,49
4	2,22	1,55	99,33
5	8,89	7,22	98,33

Лінійний розподіл популяції шипоноски за умови повної інформації по варіантах за критерієм Сведберга свідчить про його контагіозний характер (рис. 4.16) – значення більші 1,1. Варто звернути увагу на одну цікаву деталь, залишаючись груповим, розподіл у одному з варіантів у притул ($K_c=1,26$) наближається до діапазону випадковості: 1-1,1, причому для решти варіантів цей показник значно більший – від 2 до 4. Це значення коефіцієнту контагіозності

відповідає варіанту із застосуванням підживлення посівів сечовиною із комплексом мікромінерального живлення та застосуваннях хімічного інсектициду Енжіо 247 SC к.с. (тіаметоксам, 141 г/л; лямбда-цигалотрин 106 г/л) 0,18 л/га, що характеризувався найменшим проявом порожнистості стебел (2,22% – поодинокі випадки наскрізного характеру), а відтак – найбільшим рівнем потенційного трофічного ресурсу (ПТР) в екологічній ніші (99,33%). Цей варіант показав і найбільшу біологічну врожайність – 4,46 т/га. Тобто, за наближення до максимального рівня ПТР контагіозність наче розмивається, стає менш щільною. Щільність контагіозності, розшарування її залежно від ступеня наближення до рівня випадкового розподілу, текстурність є оригінальними напрямками досліджень і заслуговують на окреме вивчення, як у межах загального розвитку цих понять, так і в межах аналізу розподілу популяцій певних видів.

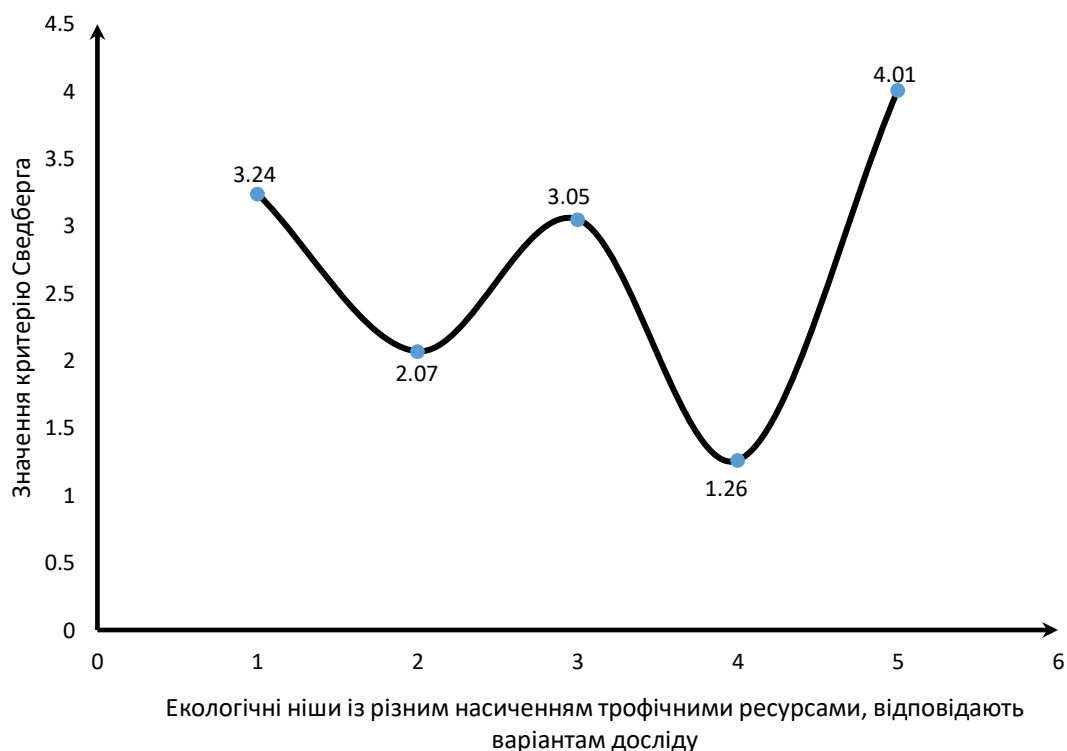


Рис. 4.16. Значення критерію Сведберга за лінійного розподілу (на основі повної інформації) популяції соняшnikової шипоноски в екологічних нішах із різним потенційним трофічним ресурсом (ТОВ "Айленд", Херсонська обл., Новотроїцький р-н., 2020-2021 рр.)

Просторовий розподіл шипоноски, за всією сіткою досліду 5 x 9 за критерієм Сведберга також показав груповий розподіл популяції – $K_c=2,75$.

Коефіцієнт Ллойда також як для всіх 5-ти варіантів для лінійного розподілу, так і просторового свідчить (значення понад 2) про контагіозний розподіл шипоноски. Так, для лінійного 1-го варіанту $K_L=36,8$, 2-го – 40,8, 3-го – 28,71, 4-го – 28,25, 5-го – 37,45, а просторового для площини всього досліду – 34,43. Щодо моделі Ллойда, викликає цікавість, тотожність значення лінійного розподілу для 4-го варіанту 28,25 із середнім значенням чисельності шипоноски в цьому варіанті – 28 екз./5 росл. Скоріш за все це не випадково, що якимось чином знову виділяється самий перспективний варіант досліду, але прокоментувати й інтерпретувати наразі такий результат ми не можемо – питання заслуговує на додаткове вивчення.

Отже, груповий розподіл соняшникової шипоноски свідчить про тенденцію використання фітофагом насамперед найбільш цінної частини трофічного ресурсу, що загалом відповідає екологічним закономірностям.

Висновки до розділу 4

- соняшникова шипоноска *Mordellistena parvula* Gyll. має однорічну генерацію: літ імаго триває з другої декади травня по першу – липня; початок відкладання яєць припадає на третю декаду травня; з другої декади червня починається відродження личинок, які зимують у стані діапаузи; заляльковування починається в першій декаді березня і триває упродовж усього весняного періоду;

- соняшниковий вусач *Agapanthia dahli* Richt. розвивається в одному поколінні: літ імаго триває більше півтора місяця – починаючись у третій декаді травня й закінчуючись у першій – липня; яйця зустрічаються з середини червня по середину липня; перші личинки починають з'являтися на початку липня, а після зимівлі трапляються до другої декади травня, лялечки – протягом усього травня й до другої декади червня;

- накладання фенологічного календаря фітофагів на динаміку кліматичних показників (СЕТ, ГТК) дає змогу отримати важливу інформацію для прогнозування появи тієї чи іншої стадії, а відтак є необхідним елементом для прийняття рішень щодо застосування засобів регулювання їх чисельності;

- літ імаго соняшникової шипоноски починався за суми 169°C , відкладання яєць – 173 , а вихід личинок за СЕТ 247°C ; літ імаго та яйцекладка відбувався за ідентичних значень ГТК – $0,815$, $0,78$ (середня посуха) та $0,55$ (сильна посуха). Личинки траплялися за досить значного діапазону значень ГТК: від $0,76$ (середня посуха) у липні до $0,88$ (слабка посуха) у грудні, за зниження ГТК у вересні до $0,305$ (рівень дуже сильної посухи), що свідчить про їх входження в діапаузу наприкінці вегетації;

- літ соняшникового вусача починався за СЕТ 173°C і закінчувався за 247°C , самиці починали відкладати яйця за СЕТ $240,5^{\circ}\text{C}$, відродження личинок спостерігалось за СЕТ 247°C та з вересневим зниженням температури – СЕТ $188,5$ - $158,5$ діапаузували, весною личинки заляльковувалися за СЕТ $140,5$, повна фаза спостерігалася на рівні $240,5^{\circ}\text{C}$; за ГТК періоди заляльковування й льоту імаго відповідають інтервалу $0,78$ - $0,55$ (від середньої до сильної посухи); ГТК періоду яйцекладки $0,55$ - $0,76$ (яйцекладка розпочиналась лише за певних показників вологості), вихід і розвиток личинок до діапаузи відповідав ГТК у діапазоні від $0,665$ у серпні (середня посуха) до $0,305$ у вересні – сильно посушливий період;

- розбиття графіку динаміки СЕТ та ГТК на елементи, відповідно до стадій фітофага з наступним визначенням трендів цих елементів, дає змогу формалізувати переважну більшість фенологічних подій у популяції шкідників як у посушливі роки, так і в роки із надлишковим зволоженням;

- розподіл популяцій комах-фітофагів можна визначати на основі повної та неповної інформації;

РОЗДІЛ 5

ПРОГНОЗУВАННЯ ПОТЕНЦІЙНОЇ ЗОНИ ПОШИРЕННЯ ІНВАЗІЙНОГО ВИДУ *CYLINDROCOPTURUS ADSPERSUS* LECONTE В УКРАЇНІ

Соняшниковий стебловий довгоносик *Cylindrocopturus adpersus* LeConte внутрішньостебловий шкідник соняшника, поширений переважно в США і є для України інвазійним видом. У 2020 році личинки соняшникового стеблового довгоносика (ССД) були вперше знайдені в Новотроїцькому районі Херсонської області. Наразі неможливо визначити, чи це випадкове завезення й розвиток у так званих «фантомних ареалах» [143; 146; 148] (періодичне, у межах короткого часу, розмноження інвазійного виду на нових територіях за умови вдалого збігу синоптичних умов, особливо в розрізі глобальних кліматичних змін), чи вид знаходиться на перших етапах інвазійного процесу. Тим не менше, факт виявлення фітофага і його висока потенційна шкідливість (характер пошкоджень соняшника тотожний до такого від соняшnikової шипоноски та вусача) викликають необхідність у межах процедури аналізу фітосанітарного ризику (АФР) побудови і аналізу прогнозного ареалу *Cylindrocopturus adpersus* LeConte на основі біокліматичного моделювання (за принципами використання GIS-технологій) за комплексом кліматичних предикторів (19 параметрів) для України, а відтак його порівняння із можливими осередками в Західній Європі, Середній Азії та існуючими в Північній Америці. Підставою розробки біокліматичної моделі ССД є вдалі спроби побудови таких моделей для України щодо західного кукурудзяного та білокаймистого жуків, кукурудзяної листкової, південної та єгипетської бавовникової совок, американського білого метелика [148].

5.1. Аналіз ймовірного поширення соняшникового стеблового довгоносика у Північній Америці

У Північній Америці (США) зони можливої акліматизації *Cylindrocopturus adpersus* Le Conte представлені п'ятьма градаціями: низької (до 2,5%), середньої (2,5-5), високої (5-10), дуже високої (10-20) та виключної (20-37%) ймовірності. Розташовані вони компактною конгломерацією на територіях Великих рівнин та в західній частині басейну Міссісіпі, обмежені із заходу Скелястими горами, а зі сходу плато Озарк та річковою системою Міссісіпі, у квадраті між 90 і 110° пн.д. та 30 і 50° пн. ш. (рис.5.1).

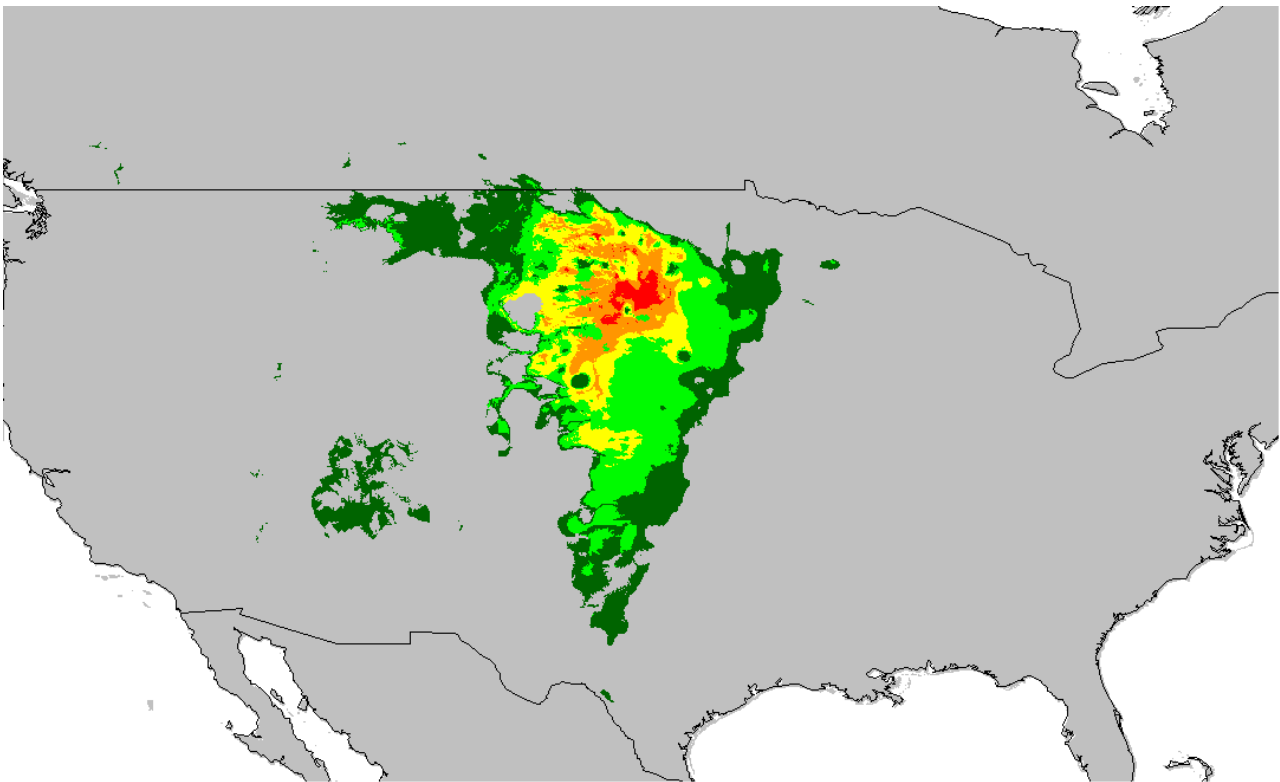


Рис. 5.1. Прогнозований ареал соняшникового стеблового довгоносика *Cylindrocopturus adpersus* LeConte в Північній Америці (США) (2020-2021 рр.)

Аналіз значень кліматичних показників (табл. 5.1) свідчить про високу ймовірність акліматизації довгоносика навіть на територіях, що характеризуються дуже низькими зимовими температурами -17°C , за середньо зимової -9°C .

**Кліматичні умови зон можливої акліматизації *Cylindrocopturus adpersus*
LeConte у Північній Америці**

Кліматичні предиктори	Осередок із ймовірністю акліматизації, %				
	до 2,5	2,5-5	5-10	10-20	20-37
Загальна середня температура, °С	8,67	8,55	7,49	6,67	6,63
Максимальна температура за теплий період, °С	30,66	30,7	30,48	30,06	29,93
Мінімальна температура за холодний період, °С	-12,85	-13,55	-14,85	-16,25	-16,97
Середня температура за холодний період, °С	-4,73	-5,24	-6,75	-8,22	-8,93
Загальна кількість опадів, мм	474,6	514,16	485,9	461,75	463,8
Кількість опадів за теплий період, мм	201,4	229,44	229,2	218,4	212,9

Доцільно відмітити, що не спостерігається певної залежності розмноження фітофага від кількості опадів, як річної - від 460 до 514 мм, так і за літній період – від 200 до 230 мм. Максимальна температура за теплий період коливається біля 30° С. Однак, чим більш суворі кліматичні умови, тим успішніше стебловий соняшниковий довгоносик *Cylindrocopturus adpersus* Le Conte може існувати на цих територіях. Отже, для виду характерна висока екологічна пластичність, який за комбінації певних умов може стати фітосанітарною проблемою аналогічною проблемі колорадського жука. Останній сценарій тим більш ймовірний, з огляду на локалізацію первинного ареалу колорадського жука в районі Скелястих гір і початок його експансії саме звідти, можна провести паралелі щодо схожих кліматичних адаптації для обох видів.

5.2. Аналіз ймовірного поширення соняшникового стеблового довгоносика в Західній Європі

У Західній Європі *Cylindrocopturus adpersus* LeConte, може поширюватися в зоні низької придатності для акліматизації (ймовірність до 2,5%) на сході Іспанії між 37 та 42° пн. ш. і між 0 меридіаном та 2° з. д. (рис.5.2). Південна частина цієї смуги представлена спорадичними осередками між узбережжям Середземного моря (на сході) та гірськими масивами Сьєра-Невада (на півдні) і Сьєра-Сегура (на заході). На півночі акліматизаційна зона довгоносика представлена осередком на широті Барселони, що знаходиться між Іберійськими горами та річковою долиною Ебро.

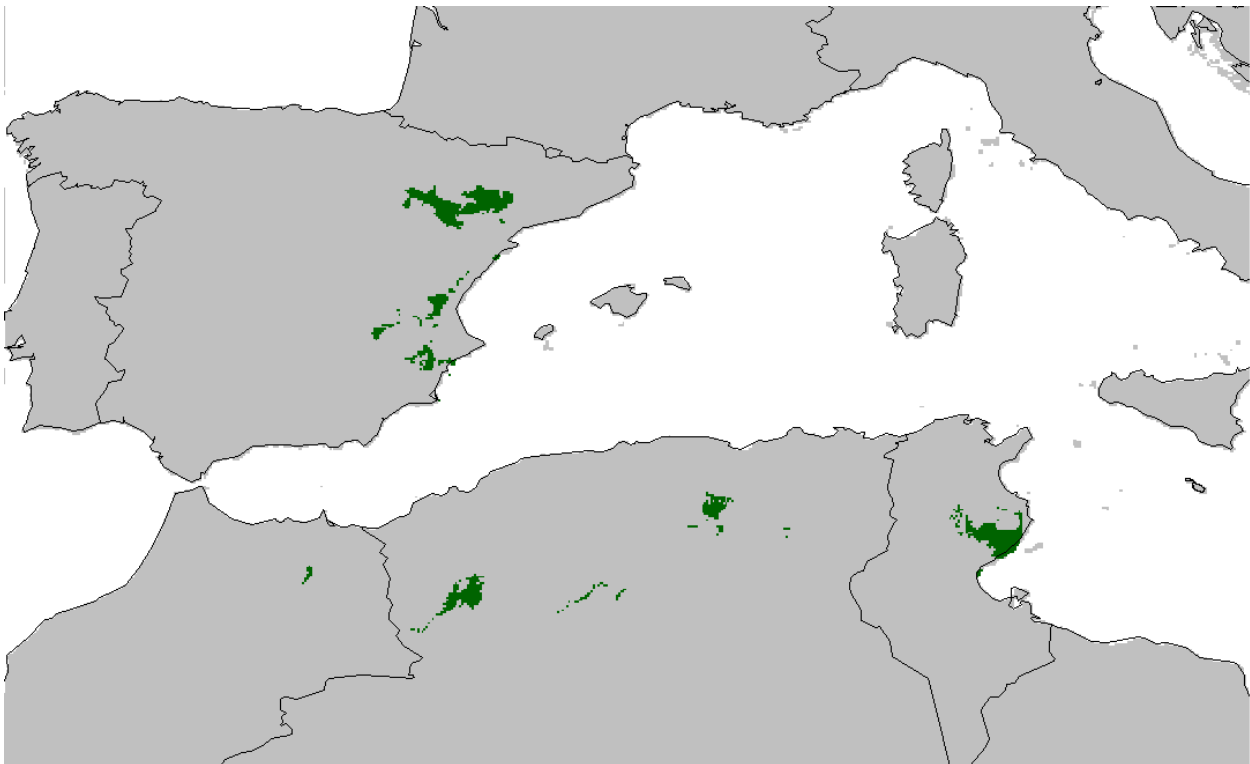


Рис. 5.2. Прогнозований ареал соняшникового стеблового довгоносика *Cylindrocopturus adpersus* LeConte у західній Європі (Іспанія)

Основні кліматичні показники цих осередків наведено в табл. 5.2. Розрізнені осередки на південному сході за всіма показниками переважають північно-східний, і що особливо важливо, характеризуються більшою середньою

температурою (14,75° С) та більшою кількістю опадів (418,7 мм) порівняно до північно-східного – 13,84° С та 403,16 мм відповідно.

Таблиця 5.2

Кліматичні умови зони можливої акліматизації *Cylindrocopturus adspersus* LeConte в Іспанії

Кліматичні предиктори	Осередки	
	південно-східні	північно-східні
Загальна середня температура, °С	14,76	13,84
Максимальна температура за теплий період, °С	29,94	30,11
Мінімальна температура за холодний період, °С	3,85	1,62
Середня температура за холодний період, °С	9,05	6,67
Загальна кількість опадів, мм	418,7	403,16
Кількість опадів за теплий період, мм	155,1	130,72

Характерно, що клімат північно-східного осередку дещо змінюється в західно-східному напрямі, від гірських пасм Іберійських гір до узбережжя Середземного моря: середня річна температура зростає з 13,8 до 15,1° С, максимальна літня температура зростає більш як на 2° С – з 29,4 до 31,6° С, водночас мінімальна зимова температура коливається не дуже сильно: від 1 до 2,4° С, а середні значення цього показника змінюються із 6° С на заході осередка до 6,5° С на сході, причому в його центрі спостерігаються вищі температури 6,8-7,4° С. Загальна кількість опадів істотно зростає в напрямі просування до моря з 363 до 472 мм, так само як і літня кількість опадів – з 125 до 153 мм., що позитивно впливає на виживання фітофага й акліматизацію в різних регіонах.

Крім того, незначні осередки акліматизаційної зони «до 2,5%» для соняшникового довгоносика знаходяться на сході Тунісу, у північних районах Алжиру та Марокко.

5.3. Аналіз ймовірного поширення соняшникового стеблового довгоносика *Cylindrocopturus adpersus* LeConte на Кавказі та в Центральній Азії

У кавказькому та центрально-азіатському регіонах *Cylindrocopturus adpersus* LeConte може існувати в чотирьох осередках із ймовірністю акліматизації «до 2,5%»: по річковій долині Араксу вздовж кордону Вірменії із Туреччиною та Нахічевані з Іраном – у квадраті між 39° та 40° пн. ш. і 44° та 46° пн. д.; на території Азербайджану по азербайджансько-грузинському кордону навколо Нагорно-Карабаського регіону по долині річки Кура й до кордону з Іраном - між 39° та 42° пн. ш. і 45° та 47° пн. д.; на території росії - на Ставропіллі та Прикаспійській низовині - між 43° та 47° пн. ш. і 42° та 47° пн. д.; на сході Казахстану на широті Алмати між озером Балхаш та гірськими системами на кордоні Казахстану та Китаю - між 43° та 44° пн. ш. і 77° та 82° пн. д. (рис. 5.3).

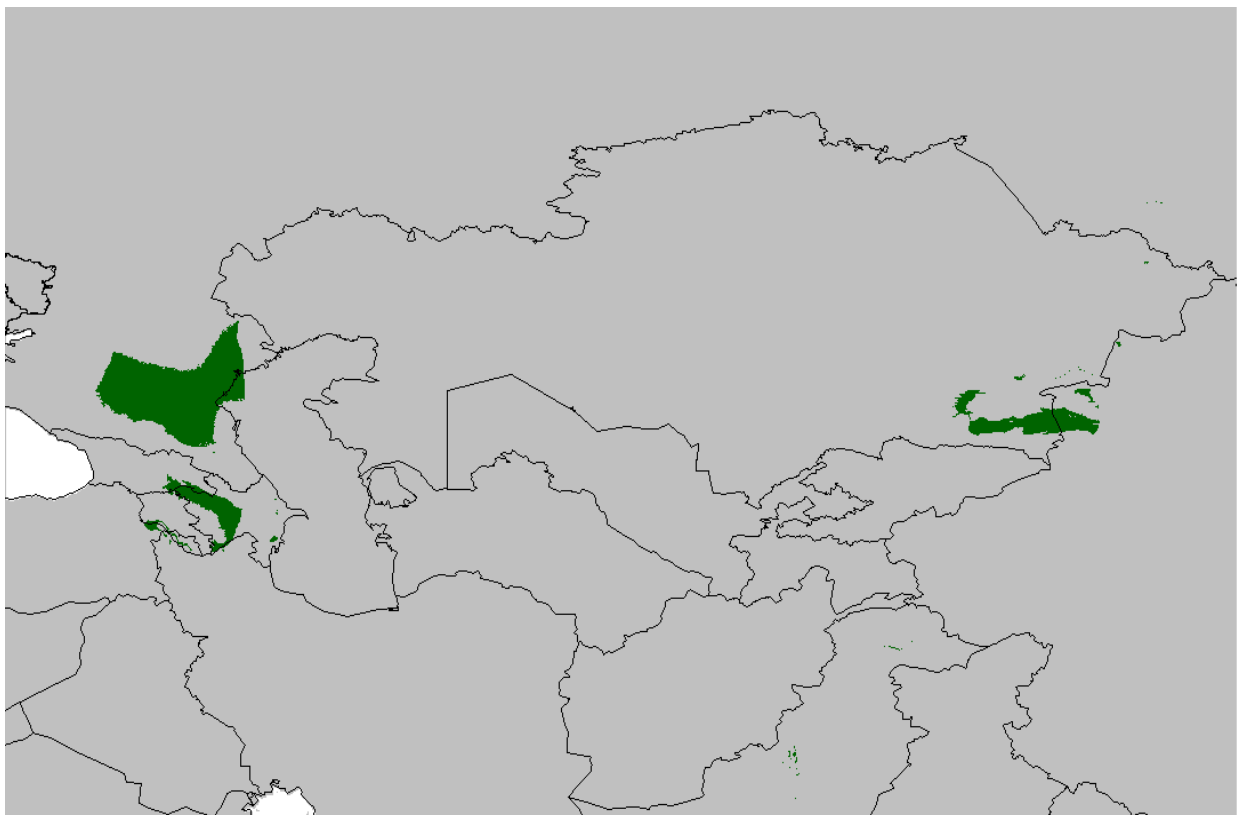


Рис. 5.3. Прогнозований ареал соняшникового стеблового довгоносика *Cylindrocopturus adpersus* LeConte на Кавказі та в Центральній Азії

**Кліматичні умови зони можливої акліматизації *Cylindrocopturus adpersus*
LeConte на Кавказі та в Центральній Азії**

Кліматичні предиктори	Осередки			
	вірменський	азербайджанський	російський	казахстанський
Загальна середня температура, °С	12,11	13,76	10,03	9,1
Максимальна температура за теплий період, °С	33,17	31,51	30,1	30,72
Мінімальна температура за холодний період, °С	-7,14	-1,86	-7,77	-14,0
Середня температура за холодний період, °С	-0,87	3,14	-2,97	-6,56
Загальна кількість опадів, мм	287,1	427,7	363,3	274,27
Кількість опадів за теплий період, мм	119,2	164,0	135,0	100,91

Кліматична характеристика ймовірних осередків (табл. 5.3) свідчить, що соняшниковий стебловий довгоносик теоретично може акліматизуватися на територіях із досить низькими зимовими температурами - казахстанський осередок (-14°С), російський (-7,7°С) із середньою зимовою температурою до -7°С. У той же час може витримувати і значні літні температури – 30-33°С у поєднанні з незначним зволоженням – 100,9 - 164 мм, але за наявності річково-озерної мережі. Загалом, аналіз значень кліматичних предикторів для територій кавказького та азійського регіонів, придатних для акліматизації фітофага свідчить про його високу екологічну пластичність і потенційну здатність просуватися не тільки на приморських, але й на територіях із континентальним кліматом. Також, вид є досить вологолюбним, а відтак усі осередки пов'язані із долинами річкових басейнів, водосховищами та озерними системами.

5.4. Поширення соняшникового стеблового довгоносика в Україні (Херсонська область)

На території України *Cylindrocopturus adpersus* LeConte, може акліматизуватися лише в Херсонській області (зона з ймовірністю «до 2,5%»). Географічно осередок обмежений 46° та 47° пн. ш. і 33° та 34° пн. д. Розташований він Причорноморській низовині й охоплює територію, яка лежить не вище 50 м над рівнем Чорного моря, температура поверхні ґрунту якої у липні перевищує 28° С. Через осередок проходить Північнокримський і Краснознам'янський канали, на півдні він обмежується Сивашом, Каркінітською та Джарилгатською затоками Чорного моря, на заході – дельтою Дніпра, а на півночі – Каховським водосховищем та Каховським каналом (рис.5.4).

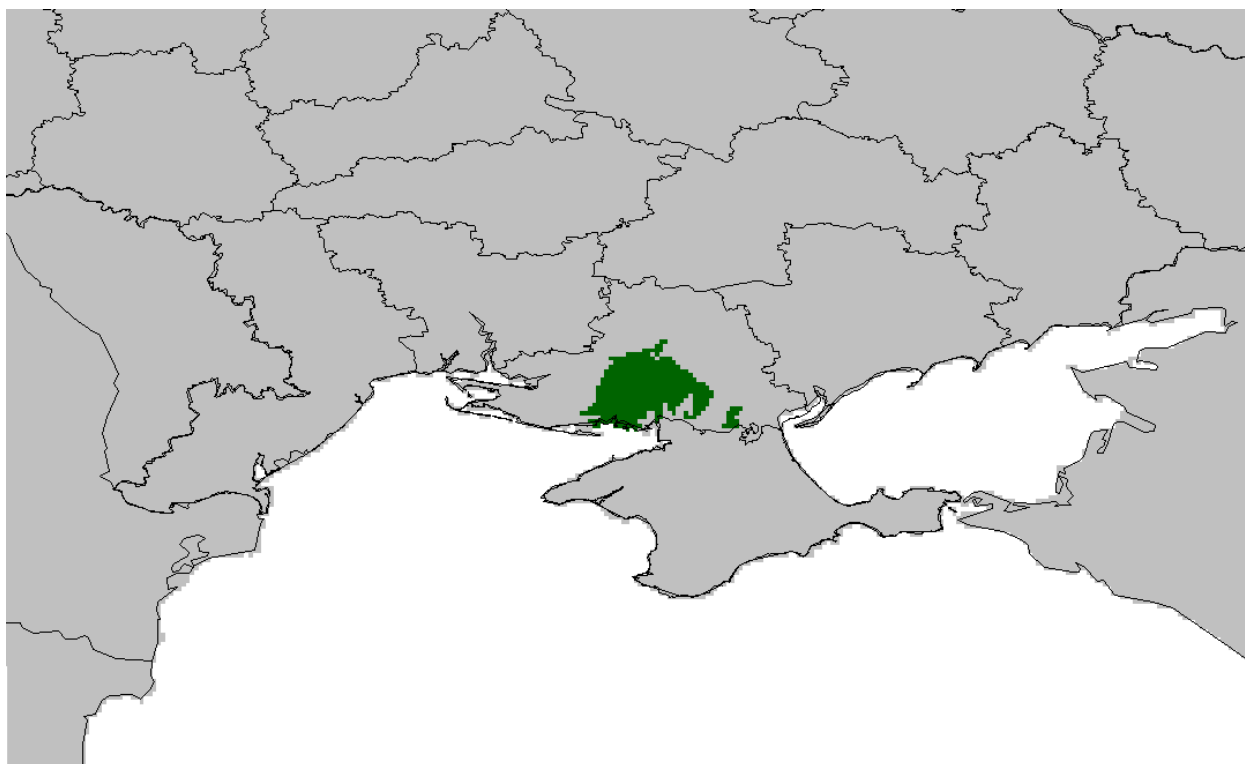


Рис. 5.4. Прогнозований ареал соняшникового стеблового довгоносика *Cylindrocopturus adpersus* LeConte в Україні (Херсонська область)

Аналіз кліматичних умов зони ймовірної акліматизації (табл. 5.4) свідчить, що загальні показники кліматичних предикторів, визначені по периферії (за

годинниковою стрілкою, починаючи з півдня) та у її центрі практично співпадають: середня температура в межах 10°С, максимальна літня температура 28,7°С, середня температура взимку в межах -1°С, а мінімальна – 5,7 (в окремих точках фіксується -6,3 та -6,4°С). Збігається також і кількість опадів – до 408 мм, у тому числі за літній період – до 129 мм.

Таблиця 5.4.

Кліматичні умови зони можливої акліматизації *Cylindrocopturus adpersus* LeConte в Україні (Херсонська обл.)

Кліматичні предиктори	Частина осередку	
	центральна	периферійна
Загальна середня температура, °С	10,07	9,67
Максимальна температура за теплий період, °С	28,74	28,7
Мінімальна температура за холодний період, °С	-5,7	-5,48
Середня температура за холодний період, °С	-1,07	-0,915
Загальна кількість опадів, мм	407,3	408,5
Кількість опадів за теплий період, мм	128,9	128,8

Порівняння середніх значень температури та опадів протягом року на різних ділянках осередку (рис.5.5-5.6) свідчить про оптимальний розподіл як за теплий період, так і за холодний, у центральних точках осередку, а також для найбільш східних, південних та західних районах регіону досліджень. Температура також розподіляється приблизно однаково: максимум влітку та короткочасні зниження у весняний та осінній періоди (порівняно до зимового «плато», причому грудневі температури вищі за січневі та лютневі) (рис.5.5). Водночас температурною особливістю найбільш південної та західної точок є зниження температури в серпні, з наступним зростанням у вересні (рис.5.5 Б,С).

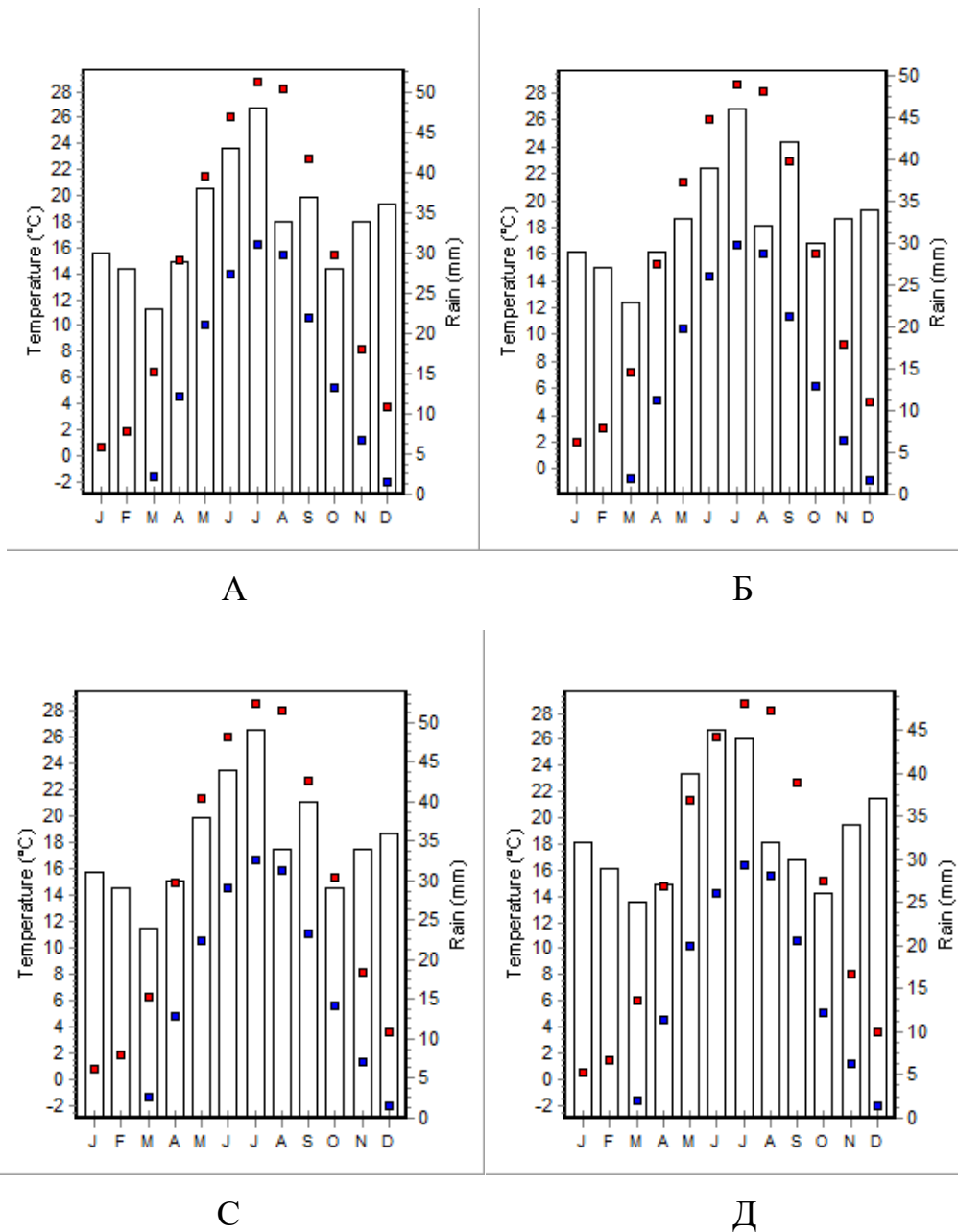


Рис.5.5. Порівняння температурного режиму та опадів упродовж року в зоні можливої акліматизації *Cylindrocopturus adpersus* LeConte на Херсонщині
 А – центр осередку, Б - найбільш південні, С – західні, Д – східні точки

Розподіл температури та опадів у відокремленому локалітеті на сході (рис. 5.6 Б) більш схожий на розподіл кліматичних показників у найбільш північній точці осередку (рис. 5.6 А): зниження температури в березні та жовтні (хоча для першого весняне похолодання не таке різне, але триває майже два місяці - до травня).

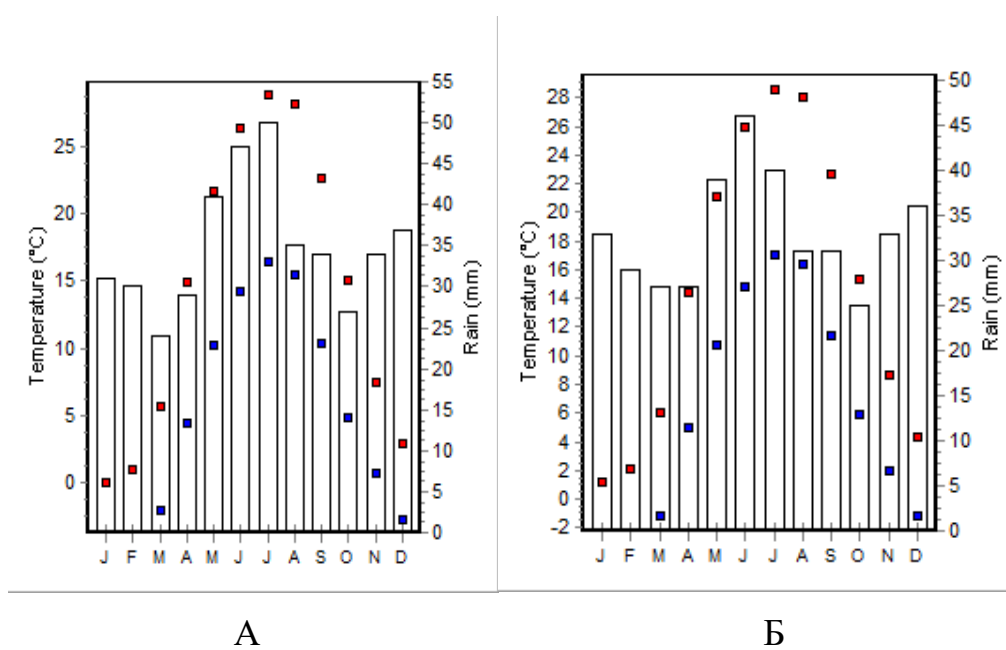


Рис. 5.6. Порівняння температурного режиму та опадів упродовж року в зоні можливої акліматизації *Cylindrocopturus adspersus* LeConte на Херсонщині
 А – найбільш північна точка, Б – відокремлений осередок на сході

5.5. Реконструкція інвазії соняшникового стеблового довгоносика на Півдні України

На території України *Cylindrocopturus adspersus* LeConte вперше виявлений у листопаді 2020 року на угіддях ТОВ "Айленд" у Новотроїцькому районі Херсонської області в кількості дві личинки в пробі з 5-ти рослин (рис 5.7). Локація місця відбору проби – край поля. Локація поля – 5 км від автотраси Р-47 Херсон – Генічеськ



Рис. 5.7. Локалізація личинок соняшникового стеблового довгоносика в серцевині стебла соняшника - гібрид F1, «Сонячний настрої» (оригінальне фото, 2020 р.)

Завезення відбулося ймовірно із рослинними рештками під час транспортування насіння соняшника. Можливі два шляхи проникнення фітофага й обидва пов'язані з автотранспортними перевезеннями. Найбільш ймовірним є завезення із Кримського півострова за маршрутом Джанкой – Новотроїцьке (найближчий до точки виявлення шкідника Генічеський порт наразі не працює) (рис. 5.8). Цей сценарій подібний до того, як потрапила до України південноамериканська томатна міль – 2010 року була зафіксована в Криму (Сакський р-н, Ореховське поселення село Червоне, теплиці ТОВ «Перша кримська аграрна компанія») та на Одещині поблизу Іллічівська. За даними 2012 року вид поширився в Херсонській області (Херсон), а 2013 – на Миколаївщині [148].

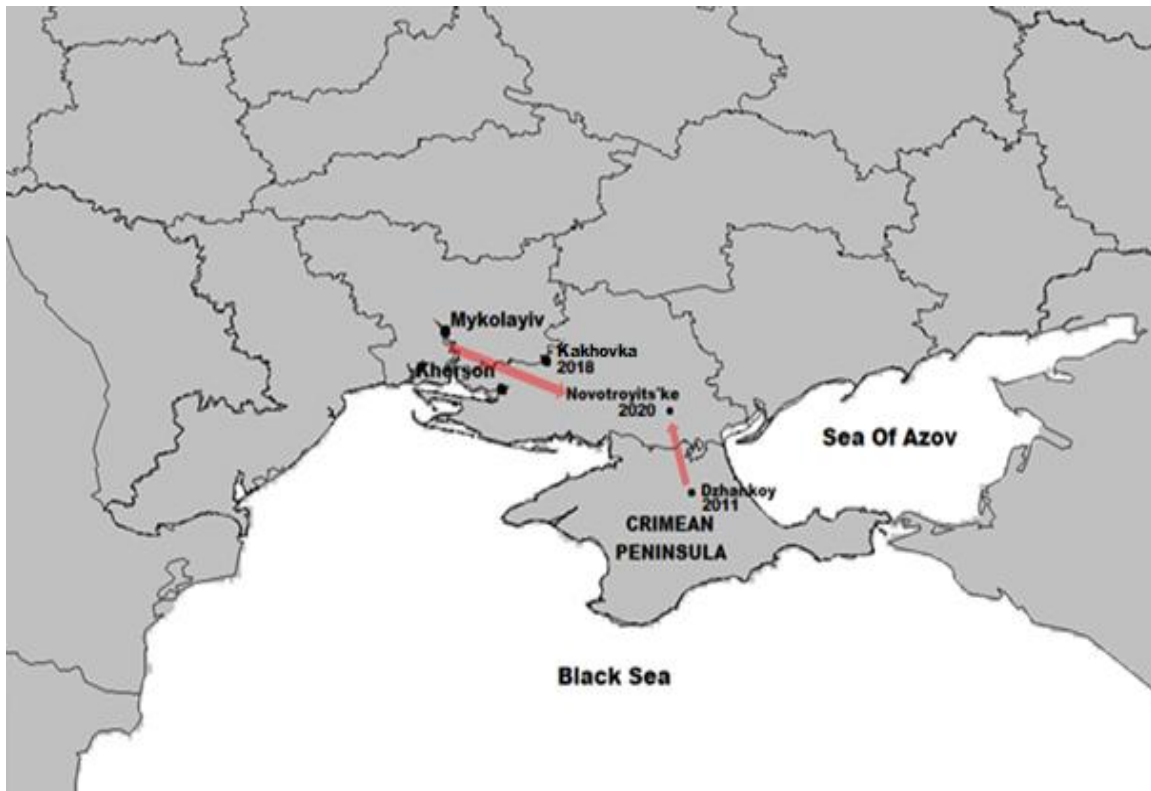


Рис. 5.8. Реконструкція можливих шляхів поширення соняшникового стеблового довгоносика на Півдні України
2020 – рік виявлення фітофага

Інший, менш ймовірний, маршрут завезення – Миколаївська область – Каховка – Новотроїцьке із рослинними рештками під час транспортування насіннєвого матеріалу. Цей шлях передбачає проміжні роки: 2018 – рік завезення з Миколаївщини до Каховки (гібрид F1 «Сонячний Настрій», оригінатор –

«Всеукраїнський науковий інститут селекції» (ВНІС) та 2019 рік – з Каховки насіння до Новотроїцького завозили 2020 року. Тим не менше, у період 2018-2019 рр. довгоносик ні на Миколаївщині, ні в Каховці виявлений не був, хоча повністю відкидати можливість його розвитку в ці роки не можна. Синоптичні умови 2020 року в районі виявлення фітофага могли сприяти його успішному розвитку – середня температура за період січень-друга декада листопада 13,48° С, СЕТ 3717° С, загальна річна кількість опадів 341,4 мм, середнє значення ГТК за період квітень-жовтень 0,57.

Висновки до розділу 5

- аналіз значень кліматичних предикторів для територій, придатних для акліматизації соняшникового стеблового довгоносика свідчить про його високу екологічну пластичність і потенційну здатність просуватися не тільки на приморських, але й на територіях із континентальним кліматом;

- вид є досить вологолюбним, а відтак усі осередки пов'язані із долинами річкових басейнів, водосховищами та озерними системами;

- в Україні прогнозується лише один осередок можливої акліматизації фітофага (ймовірність до 2,5%) на півдні Херсонської області між 46° та 47° пн. ш. і 33° та 34° пн. д.;

- через осередок проходить Північнокримський і Краснознаам'янський канали, на півдні він обмежується Сивашом, Каркінітською та Джарилгатською затоками Чорного моря, на заході – дельтою Дніпра, а на півночі – Каховським водосховищем та Каховським каналом;

- температурний режим потенційного осередку характеризується середньою температурою в межах 10° С, максимальною літньою – 28,7°С, середньою зимовою – у межах -1° С, а мінімальною – до -6,4° С;

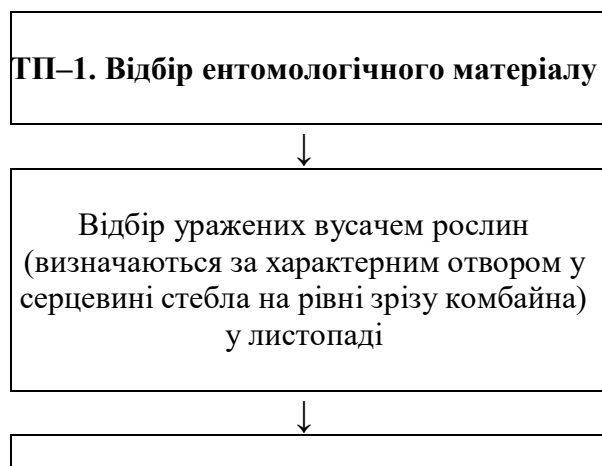
- на території України *Cylindrocopturus adpersus* LeConte вперше був зафіксований у листопаді 2020 року на Херсонщині (Новотроїцький район).

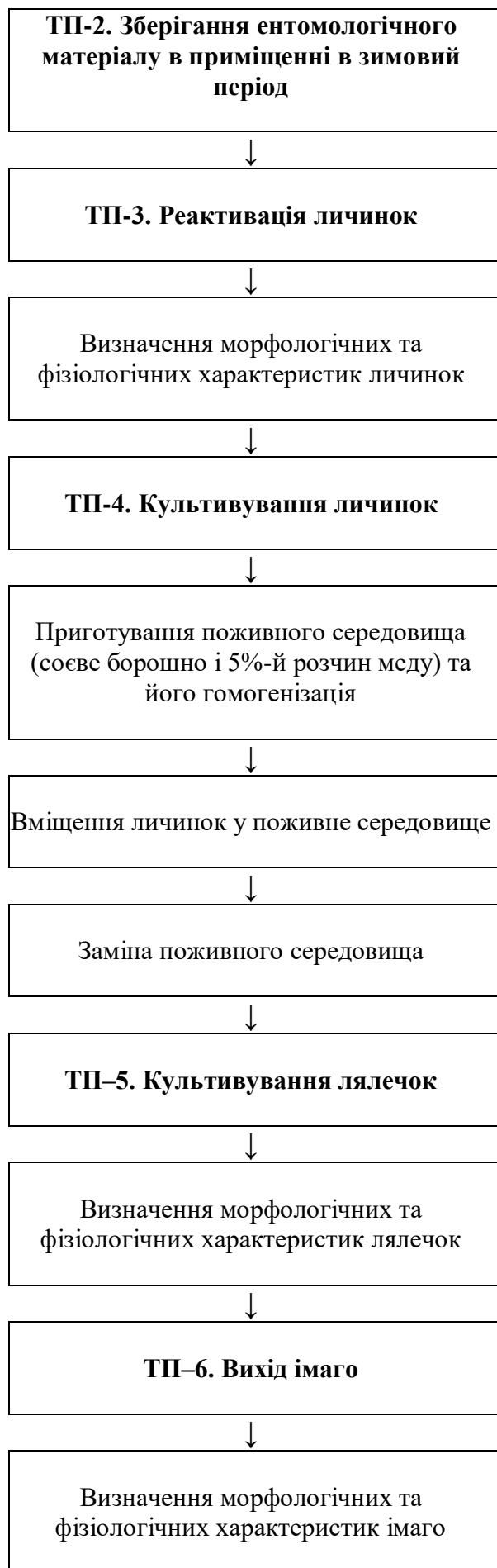
РОЗДІЛ 6

РОЗРОБКА ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ РОЗВЕДЕННЯ СОНЯШНИКОВОГО ВУСАЧА *AGARANTHIA DAHLI* РІСНТ. В ЛАБОРАТОРНИХ УМОВАХ

За визначенням Н.О. Тамаріної культура комах – штучно створена популяція, яка пройшла в лабораторії не менше одного життєвого циклу [128]. Це визначення є основою технічної ентомології [4; 21; 57; 58; 87; 177]. Тому, звичайно, вирощування личинок соняшnikового вусача в лабораторії до виходу імаго не можна повною мірою назвати культурою, але елементом майбутньої лабораторної культури – безумовно. Для чого потрібна культура соняшnikового вусача? Насамперед, для визначення ефективності інсектицидів. Взагалі, для комах, що ведуть прихований спосіб життя, наприклад, групи внутрішньостеблових фітофагів, адекватне визначення ефективності хімічних і біологічних продуктів щодо різних стадій є значною проблемою, яку можна розв'язати лише розробивши повну або часткову технологію відтворення життєвого циклу, яка в перспективі, може реалізуватися як повноцінна ентомокультура.

6.1. Технологічна схема розведення соняшnikового вусача в лабораторії





6.2. Обґрунтування елементів лабораторної культури соняшникового вусача *Agarantia dahli* Richt.

ТП-1. Відбір ентомологічного матеріалу

Первинний відбір ентомологічного матеріалу проводили в листопаді, відбираючи стебла рослин соняшника із характерним отвором личинкового ходу в серцевині на рівні зрізу комбайна. Відрізки стебел 3-40 см завдовжки зв'язують у пучки по 10-15 шт. і транспортують на зберігання.

ТП-2 Зберігання ентомологічного матеріалу в приміщенні в зимовий період

Стебла соняшника із діапаузуючими личинками в зимовий період зберігаються в приміщенні за температури 0...+5°C та відносної вологості повітря 80%.

ТП-3. Реактивація личинок

Для реактивації личинок соняшникового вусача стебла із діапаузуючими личинками наприкінці першої декади квітня переміщують до приміщення із температурою +18...+20°C. Через 2-3 доби стебла розрізають вздовж і личинок пінцетом переносять до чашок Петрі, які нумерують.

Визначення морфологічних і фізіологічних характеристик личинок проводять шляхом визначення їх маси (зважуванням на електронних вагах KERN ALT 220-5DA) та лінійних розмірів – довжини та ширини (штангельциркулем). Личинки, маса яких менша 200 мг відбраковуються.

ТП-4. Культивування личинок

Готується поживне середовище із соєвого борошна (виробник «Органік Еко Продукт», Україна) та 5%-вого розчину меду. Медовий розчин готується шляхом розчинення 5 г меду в 100 г дистильованої води, із температурою 20° С із безперервним розмішуванням скляною паличкою до повного розчинення меду. Наважки соєвого борошна (харчова цінність на 100 г: білки – 48,9 г; жири – 1,0 г; вуглеводи – 21,7 г; енергетична цінність – 291 ккал) по 5 г змочують в окремому посуді 5%-вим медовим розчином за допомогою піпетки до рівномірного зволоження. Отримане поживне середовище гомогенізують шляхом розтирання і перемішування у фарфоровій ступці до утворення

однорідної маси. Вологість поживного середовища має бути достатньою для формування грудочок.

Грудочки середовища вміщуються в чашки Петрі на фільтрувальний папір туди ж, на початку другої декади квітня, пінцетом переносять личинку. Чашки Петрі вміщують у темну шафу. Культивування відбувається за температури довкілля упродовж 43 діб.

Кожні 6 діб проводять заміну поживного середовища – залишки корму та екскременти прибирають із чашок Петрі разом із фільтрувальним папером.

ТП-5. Культивування лялечок

Після заляльковування (рис. 6.1) лялечки вміщуються в чашки Петрі на фільтрувальний папір і виставляють у темну шафу.



Рис. 6.1. Заляльковування соняшникового вусача в лабораторних умовах
(лабораторний дослід, 2019-2020 рр.)

Перед цим, з метою контролю морфологічних і фізіологічних характеристик лялечок, проводять визначення їх маси (зважуванням на електронних вагах KERN ALT 220-5DA) (рис. 6.2). Культивування відбувається

упродовж 16 діб за температури доквілля. Для підтримання оптимальної вологості в чашки Петрі на фільтрувальний папір періодично (кожні 2-3 доби) піпеткою вносять 2-3 краплі дистильованої води.



Рис. 6.2. Зважування лялечок соняшникового вусача у лабораторній культурі (лабораторний дослід, 2019-2021 рр.)

ТП-6. Вихід імаго

Після вильоту імаго (наприкінці першої – початку другої декади червня) (рис. 6.3) з метою контролю морфологічних і фізіологічних характеристик, проводять визначення їх маси (зважуванням на електронних вагах KERN ALT 220-5DA), попередньо приспавши хлороформом.



Рис. 6.3. Виліт соняшникового вусача в лабораторних умовах
(лабораторний дослід, 2019-2021 рр.)

6.3. Моделювання елементів культури соняшникового вусача

6.3.1. Аналіз регресійної моделі етапу «личинка-лялечка» життєвого циклу соняшникового вусача

Для розрахунку динаміки чисельності популяції, зокрема на основі параметрів життєвого циклу комах визначати режим виробництва під заданий рівень продукції особин різних вікових груп за Н.О. Тамаріною описується моделлю Леслі [128], доцільно представити дані про лабораторну популяцію в табличній формі, запропонованій Н.О. Тамаріною. Яка в обґрунтованому вигляді представлена в таблиці 6.1.

Подібна форма дає змогу здійснити вибір стадій комах для адекватного статистичного моделювання процесу розведення й оцінити ефективність окремих елементів культури. З даних таблиці 6.1 видно, що доцільно проаналізувати етап життєвого циклу «личинка-лялечка», як парну лінійну регресійну модель та оцінити її прогностні властивості (тренд за часом) (табл. 6.2).

**Елементи життєвого циклу соняшникового вусача в лабораторії
(лабораторний дослід, 2019-2020 рр.)**

Стадія	Личинки після реактивації	Заляльковування	Лялечки	Виліт імаго
Тривалість, діб	43	24.05	16	09.06
Життєздатність, %	100 (1,0)	-	71 (0,71)	60 (0,6)
Маса, мг	226,604		216,888	

Отримана модель парної лінійної регресії має за шкалою Чеддока дуже високий зв'язок між параметрами, оскільки значення коефіцієнту кореляції 0,988 (умова $0,9 < r_{xy} < 1$), причому зв'язок цей прямий – значення коефіцієнта регресії більше ніж 0. Коефіцієнт детермінації 0,996 свідчить, що в 99,6% випадків маса лялечки залежить від маси личинки. Коефіцієнт еластичності – визначає наскільки в середньому (y %) зміниться значення одного чиннику за зміни іншого на 1% від свого середнього значення – становить 0,993, отже менше 1 – за зміни маси личинок на 1% маса лялечок зміниться менше ніж на 1%, тобто маса личинок не істотно впливає на масу лялечок, хоча певна залежність між ними є (про це свідчить значення коефіцієнту детермінації).

**Параметри етапу стадій «личинка-лялечка» життєвого циклу
соняшникового вусача**

Параметр	Модель	
	парна лінійна регресія	прогнозна
Рівняння	$y = 0,8313 x + 0,8121$ x – маса личинок, мг; y – маса лялечок, мг.	$y = -33,019 t + 290,051$ y – маса лялечок, мг; t – час.
Коефіцієнт кореляції, r_{xy}	0,998	0,873
Коефіцієнт детермінації, R^2	0,996	0,761
Коефіцієнт еластичності, E	0,993	-1,675
Помилка апроксимації, A	2,1%	9,05%
Коефіцієнт невідповідності Тейла, K_T	-	0,12

Водночас помилка апроксимації – відхилення розрахункового значення маси від фактичного - 2,1% менша 7%, а отже рівняння можна використовувати як регресійне. Загальна інтерпретація моделі – зміна маси личинок на 1 одиницю призводить до зміни маси лялечок на 0,8313 одиниці.

Прогнозна модель (тренд) має коефіцієнт тренду -33,019 – показує середню зміну показника з часом – зі збільшенням часу параметр зменшується на 33,019 одиниць. Помилка апроксимації 9,05% більша 7%, а отже прогнозне рівняння не можна використовувати без визначення розмірів помилки (точність прогнозу) – коефіцієнта невідповідності Тейла (змінюється від 0 до 1, чим більш значення наближене до 0, тим краще результат прогнозування). У нашому випадку він становить 0,12. Значення коефіцієнту еластичності доводить, що час істотно впливає на масу лялечок. Емпіричне кореляційне співвідношення 0,873 високе (умова за шкалою Чеддока $0,7 < \eta < 0,9$) свідчить, що зміни в часі істотно впливають на масу лялечок, а значення коефіцієнту детермінації 0,761 – про високу точність підбору прогнозного рівняння.

6.3.2. Оцінка якості культури соняшникового вусача *Agarantia dahl* Richt. за стадіями «личинка-імаго»

Оцінку якості елементів культури соняшникового вусача за стадіями «личинка-імаго» можна визначивши індекс загальної життєздатності біоматеріалу на цьому етапі, запропонований О.З. Злотіним та В.О. Головка [57]. У таблиці 6.1 представлено значення життєздатності личинок після реактивації, лялечок та імаго. Отже, визначивши їх добуток визначаємо життєздатність етапу «личинка-імаго» - 0,426.

Висновки до розділу 6

- розроблені особливості моделювання стадій: «личинка-імаго» лабораторної культури соняшникового вусача;

- стадії «личинка-лялечка» життєвого циклу соняшникового вусача описується моделлю парної лінійної регресії із дуже високим прямим зв'язком між масою личинок і лялечок, інтерпретація якої - зміна маси личинок на 1 одиницю призводить до зміни маси лялечок на 0,8313 одиниці, коефіцієнт невідповідності Тейла для прогнозного рівняння становить 0,12;

- індекс загальної життєздатності стадій «личинка-імаго» за культивування соняшникового вусача в лабораторних умовах становить 0,426.

РОЗДІЛ 7

ВДОСКОНАЛЕННЯ ОКРЕМИХ СКЛАДОВИХ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ПОСІВІВ СОНЯШНИКУ ВІД ВНУТРІШНЬОСТЕБЛОВИХ КОМАХ- ФІТОФАГІВ

Традиційні й рекомендовані системи захисту соняшнику від внутрішньостеблових шкідників зазвичай передбачають істотну хімічну інсектицидну складову [30; 31; 75; 76], мало зважають на живлення рослин макро- і мікроелементами й зовсім не орієнтуються на заходи, які можуть вплинути на чисельність цієї групи фітофагів опосередковано, через впливи на інші чинники, тобто екологічний метод [7]. Останній, як тактичний захід, з огляду на прихований спосіб існування соняшникової шипоноски та вусача, а відтак, на практичну неможливість цільових впливів на їх популяції, уявляється нам чи не єдиним способом регулювання чисельності цих видів у агроценозах соняшнику.

Екологічний метод характеризується необхідною тактичною гнучкістю в поєднанні із надзвичайно широким діапазоном елементів впливу різного рівня складності, масштаби застосування, якого залежать лише від знань та винахідливості розробника й мають не обмежуватися жорсткими технологічними «макро» системами захисту на рівні агрокліматичних зон, а орієнтуватися на них як на рамкові рекомендаційні схеми із доповненням і коригуванням на рівні конкретних агроценозів. Застосування таких «мікро» технологій захисту із превалюванням екологічного методу, як важливого етапу переходу до адаптивного управління агроландшафтами, взагалі є прогресивним кроком у еволюції захисту рослин та управлінні популяціями комах-фітофагів.

7.1. Регулювання чисельності внутрішньостеблових фітофагів у агроценозі соняшнику за покращення їх трофічної бази в наслідок застосування мінеральних добрив

Встановлено, що внесення добрив впливає на популяції комах, як негативно, так і позитивно. Найчастіше чисельність комах під впливом добрив знижується внаслідок зростання стійкості рослин [7; 17], але можливі ефекти збільшення популяцій фітофагів завдяки покращення якості ресурсів живлення, зменшення перекривання трофічних ніш конкуруючими видами.

Для дослідження впливу чинників макро- та мікроживлення на чисельність внутрішньостеблових фітофагів, а також на врожайність соняшнику проведено у 5-ти варіантах дослідів (табл. 7.1). Зокрема за ефективністю елементів хімічного захисту, а саме застосування інсектициду Енжіо 247 SC к.с. (тіаметоксам, 141 г/л; лямбда-цигалотрин 106 г/л).

Досліджували такі варіанти (номер пункту відповідає номеру варіанта в табл. 7.1):

1. Без підживлення та інсектицидних обробок (контроль);
2. Підживлення сечовиною 3 кг/га (норма витрати робочого розчину 250 л/га) у фази 2-х, 6-ти та 10-ти справжніх листків (еталон);
3. Підживлення сечовиною 3 кг/га (норма витрати робочого розчину 250 л/га) + Бітоксібацілін-БТУ-Р (титр 1×10^9 КУО/см³) 3 л/га у фази 2-х, 6-ти та 10-ти справжніх листків;
4. Підживлення сечовиною 3 кг/га (норма витрати робочого розчину 250 л/га) + препарати Мікромінераліс у фази 2-х (Мікромінераліс фосфор+калій 1 л/га (вміст активних речовин у %: N – 10, P₂O₅ – 7,5, K₂O – 10), 6-ти (Мікромінераліс Олійні (амонійно-карбоксилатні комплексони Mg – 3,4, Mn – 1,3, Cu – 0,5, Zn – 2,1, B – 0,5, N – 4, K – 2,8, Fe – 1,7) 1 л/га + Мікромінераліс Бор (B – 10, N – 2) 1 л/га) та 10-ти (Мікромінераліс Олійні 1,5 л/га + Мікромінераліс Бор 1 л/га) справжніх листків; + хімічний інсектицид Енжіо 247 SC к.с.

(тіаметоксам, 141 г/л; лямбда-цигалотрин 106 г/л) 0,18 л/га у фазі 2-х, 6-ти та 10-ти справжніх листків;

5. Підживлення сечовиною 3 кг/га (норма витрати робочого розчину 250 л/га) + хімічний інсектицид Енжіо 247 SC к.с. (тіаметоксам, 141 г/л; лямбда-цигалотрин 106 г/л) 0,18 л/га у фазі 2-х, 6-ти та 10-ти справжніх листків.

Таблиця 7.1

Залежність показників урожайності та чисельності внутрішньостеблових шкідників від елементів живлення та хімічного захисту в агроценозі соняшнику

Варіант (опис у тексті)	Показники продуктивності рослин			Біологічна врожайність, т/га	Чисельність шкідників, екз./роsl.	
	кількість насінин у кошику, шт.	діаметр кошику, см	маса 1000 насінин, г		шипоноска	вусач
1. (Контроль)	1748,0±50,5	25,4±4,5	61,0±1,5	3,41	6,64	0,04
2. (Еталон)	1846,0±33,6	26,1±2,6	65,0±1,1	3,84	7,40	0
3.	1666,3±26,1	25,1±1,4	70,6±0,9	3,76	5,27	0
4.	1962,3±21,6	27,6±0,9	73,0±0,5	4,46	5,36	0
5.	1676,7±25,8	25,7±1,6	67,0±0,8	3,59	6,67	0,02
НІР ₀₅				0,24	0,32	-

За результатами дисперсійного аналізу для 4 і 8 степенів свободи, розрахунковий критерій Фішера – 21,46 більший за теоретичний – 3,86, ($F_{\text{факт}} > F_{05}$), що свідчить про наявність достовірної різниці між варіантами досліду.

Попередній аналіз результатів дослідження показав такі основні тенденції:

- Чисельність популяції соняшникового вусача *Agapanthia dahli* Richt. порівняно низька (поодинокі випадки із середньою чисельністю 0,02-0,04

екз./роsl.), тому аналізувати вплив чинників на чисельність внутрішньостеблових фітофагів доцільно лише на прикладі популяції соняшnikової шипоноски *Mordellistena parvula* Schiff.;

- за варіантами доцільно виділити мінімально критичні (для показників продуктивності рослин та урожайності), максимально критичні значення – для чисельності шипоноски (на табл. 7.1 відповідні комірки позначені червоним) та максимально позитивні значення (на табл. 7.1 відповідні комірки позначені зеленим);

- контрольний варіант показав найменшу біологічну врожайність 3,41 т/га (критичне значення) та зменшення більшості показників продуктивності: діаметру кошику – 25,4 см та маси 1000 насінин – 61 г (критичне значення), проте кількість насінин у кошику (1748 шт.) не була найменшою, а знаходилася на третьому місці поміж досліджених варіантів;

- варіант із трикратним підживленням рослин сечовиною характеризується збільшенням показників продуктивності – кількість насінин та діаметр кошику знаходяться на другому місці за своїми значеннями (1846 шт. та 26,1 см відповідно), зростає й маса 1000 насінин до 65 г – й урожайності до 3,84 т/га, але на фоні максимальної чисельності шипоноски – 7,4 екз./роsl. За таких умов популяція шипоноски зростає внаслідок покращення трофічної бази;

- підживлення сечовиною з обробкою посівів біологічним препаратом на основі Вt-токсинів (Бітоксібацілін-БТУ-Р 3 л/га) показало у варіанті найменше значення чисельності шипоноски – 5,27 екз./роsl., але й мінімально критичні значення продуктивності – значення кількості насінин у кошику та його діаметр становили 1666,3 шт та 25,1 см відповідно, маса 1000 насінин займала проміжне значення в досліді – 70,67 г, а врожайність зменшилася до 3,76 т/га;

- варіант із підживленням сечовиною та застосуванням протягом вегетації комплексу препаратів Мікромінераліс та трикратної обробки хімічним інсектицидом на основі тіаметоксаму Енжіо 247 SC к.с. (тіаметоксам, 141 г/л; лямбда-цигалотрин 106 г/л) 0,18 л/га показав максимально позитивні, найвищі значення показників продуктивності, біологічна врожайність сягнула 4,46 т/га,

але дещо поступився попередньому варіанту за чисельністю шипоноски – 5,36 екз./роsl.;

- варіант із трикратним підживленням рослин сечовиною та обробками Енжіо 247 SC к.с. (тіаметоксам, 141 г/л; лямбда-цигалотрин 106 г/л) 0,18 л/га не дав ні критичних значень, ні максимально позитивних: значення кількості насінин у кошику та його діаметру знаходилися на рівні варіанту із застосуванням біологічного препарату Бітоксібаціліну-БТУ – 1676,7 шт. та 25,73 см, маса ж 1000 насінин, як і врожайність були ще нижчими – 70,67 г та 3,76 т/га відповідно, а чисельність шипоноски була на рівні контролю – 6,67 екз./роsl.;

- значення чисельності соняшnikової шипоноски в третьому й четвертому – 5,27 та 5,36 екз./роsl. відповідно та першому і п'ятому варіантах досліду – 6,64 та 6,67 екз./роsl. відповідно, можна прийняти за тотожні;

- застосування в досліді хімічного інсектициду Енжіо 247 SC к.с. без комплексу Мікрмініераліс не призвело до зменшення чисельності соняшnikової шипоноски;

- найбільшу ефективність щодо внутрішньостеблових шкідників показали варіанти із застосуванням біопрепарату на основі Vt-токсинів та комплексу Мікрмініераліс з обробкою інсектицидом на основі тіаметоксаму та підживленням сечовиною, але лише четвертий та останній варіанти переважали за біологічною урожайністю й показниками продуктивності рослин;

- застосування сечовини покращує трофічну базу для розвитку внутрішньостеблових шкідників соняшнику, але у свою чергу для розкриття потенціалу, застосування сечовини доцільне лише в комплексі з препаратами мікрмініерального живлення та біологічним чи хімічним інсектицидом;

- можна зробити припущення, що препарати мікрмініерального живлення на основі амонійно-карбоксилатних комплексонів сприяють більш ефективному проникненню системних інсектицидів на основі тіаметоксаму.

7.2. Визначення доцільності застосування хімічного та біологічного методу захисту з метою регулювання чисельності внутрішньостеблових шкідників соняшнику

Оскільки питання застосування в технологіях захисту хімічних та біологічних засобів є досить суттєвим, прийняття рішення щодо доцільності, чи недоцільності їх використання в агроценозах повинно бути виваженим і підтверджено результатами аналізу із застосуванням статистичними критеріями прийняття рішень.

Першим етапом доцільно визначення сценарію з мінімально очікуваним ризиком, тобто найменш витратного варіанту, другим – сценарію з максимально очікуваним виграшем, найбільш вигідного варіанту. Для цього використаємо критерії «мінімаксу», Байєса, Лапласа, Вальда, Севіджа та Гурвіца. Відповідні матриці для аналізу будують на основі показників продуктивності рослин та урожайності: P_1 – кількість насінин у кошику, шт.; P_2 – діаметр кошику, см; P_3 – маса 1000 насінин, г; P_4 – врожайність, т/га; $A_1 \dots A_5$ – відповідні варіанти досліду.

Критерій «мінімаксу». Критерій «мінімаксу» орієнтує статистику на пошук найбільш сприятливого варіанту, тобто дає оптимістичну оцінку [156].

Оскільки для мінімально очікуваних ризиків необхідно мінімізувати витрати, то перетворимо матрицю «урожайності» з таблиці 7.1 множенням усіх її значень на (-1) з наступним додатком їх до максимального значення матриці 1962,3 (кількість насінин у кошику у варіанті із застосуванням сечовини, комплексу препаратів Мікрмініераліс та інсектициду на основі тіаметоксаму) (табл. 7.2). Розв'язком буде пошук максимальної функції. Обираємо зі значень $\max(a_{ij})$ максимальне (комірка матриці позначена зеленим кольором) і робимо висновок на користь сценарію A_3 , тобто варіанту із підживленням сечовиною та застосуванням біологічного препарату на основі Vt-токсинів.

**Матриця для пошуку мінімально очікуваного ризику за критерієм
«мінімаксу» на основі показників продуктивності та урожайності
соняшнику**

Варіант A_j	Показники урожайності				$\max(a_{ij})$
	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	
1	2	3	4	5	6
A_1	214,3	1936,9	1901,3	1928,2	1936,9
A_2	116,3	1936,2	1897,3	1923,9	1936,2
A_3	296,0	1937,2	1891,63	1924,63	1937,2
A_4	0	1934,7	1889,3	1917,7	1934,7
A_5	285,6	1936,57	1895,3	1926,4	1936,57

Для обґрунтування заходів захисту соняшнику із максимально очікуваним виграшем такі перетворення непотрібні й матриця «урожайності» не трансформується (табл. 7.3). Вибір максимального $\max(a_{ij})$ вказує, що четвертий варіант (застосування сечовини, комплексу Мікромінераліс та інсектициду на основі тіаметоксаму) є оптимальним.

**Матриця для пошуку максимально очікуваного виграшу за критерієм
«мінімаксу» на основі показників продуктивності та урожайності
соняшнику**

Варіант A_j	Показники урожайності				$\max(a_{ij})$
	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	
A_1	1748,0	25,4	61,0	3,41	1748
A_2	1846,0	26,1	65,0	3,84	1846
A_3	1666,3	25,1	70,67	3,76	1666,3
A_4	1962,3	27,6	73,0	4,46	1962,3
A_5	1676,7	25,73	67,0	3,59	1676,7

Критерій Байєса. За критерієм Байєса за оптимальний сценарій приймається такий варіант, за якого відбувається максимізація середнього виграшу від зростання урожаю або мінімізація середнього ризику втрат [156]. Імовірності варіантів (P_j) приймемо за рівноцінні 0,25.

Після розрахунків матриця для визначення мінімально очікуваного ризику за цим критерієм буде мати вигляд таблиці 7.4. Вибираємо максимальне значення поміж $\sum (a_{ij} P_j)$ і визначаємо найбільш оптимальний сценарій – третій варіант (сечовина + Бітоксібацилін).

Таблиця 7.4

Матриця для пошуку мінімально очікуваного ризику за критерієм Байєса на основі показників продуктивності та урожайності соняшнику

Варіант A_j	Показники урожайності				$\sum (a_{ij} P_j)$
	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	
A_1	53,57	484,22	475,32	482,05	1495,17
A_2	29,07	484,05	474,32	480,97	1468,42
A_3	74,00	484,30	472,91	481,16	1512,36
A_4	0	483,67	472,32	479,42	1435,42
A_5	71,40	484,14	473,82	481,60	1510,96
P_j	0,25	0,25	0,25	0,25	

Для обґрунтування заходів захисту соняшнику максимально очікуваного виграшу матриця набуде вигляду таблиці 7.5. Обрання максимального значення поміж $\sum (a_{ij} P_j)$ дає підстави орієнтуватися на четвертий варіант (сечовина + Мікрмініераліс + Енжіо 247 SC к.с.).

**Матриця для пошуку максимально очікуваного виграшу за критерієм
Байєса на основі показників урожайності соняшнику**

Варіант A_j	Показники урожайності				$\sum (a_{ij} P_j)$
	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	
A_1	437,00	6,35	15,25	8,52	467,12
A_2	461,50	6,52	16,25	9,60	493,87
A_3	416,57	6,27	17,67	9,42	449,93
A_4	490,57	6,90	18,25	11,15	526,87
A_5	419,17	6,43	16,75	8,97	451,33
P_j	0,25	0,25	0,25	0,25	

Критерій Лапласа. У випадку, коли імовірності варіантів однакові, як у нашому випадку, для їх оцінки і вибору оптимального рішення щодо контролю комах-фітофагів використовується принцип «недостатності підстав» [145]. Матриця для пошуку мінімально очікуваного ризику в даному випадку тотожна таблиці 7.4, а для пошуку максимально очікуваного рішення – таблиці 7.5. Вибір максимального значення поміж значень $\sum (a_{ij})$ дає змогу оптимізувати вибір у першому випадку як оптимальне третє значення, а в другому – четверте рішення.

Критерій Вальда. За критерієм Вальда приймається оптимальний варіант, який у найгірших умовах гарантує максимально контрольований варіант, тобто забезпечується прийняття обґрунтованого рішення в умовах невизначеності фітосанітарного стану посівів соняшнику. Для кожного варіанту вибирається ситуація із високою чисельністю комах-фітофагів і поміж них розраховується гарантований максимальний ефект [145]. Підсумкова матриця для розрахунку оптимальної стратегії за мінімально очікуваного ризику буде мати вигляд (табл. 7.6). Обрання максимального значення поміж $\min (a_{ij})$ орієнтує нас на третій варіант – застосування сечовини та біопрепарату на основі Bt-токсинів.

Таблиця 7.6

Матриця для пошуку мінімально очікуваного ризику за критерієм Вальда на основі показників продуктивності та урожайності соняшнику

Варіант A_j	Показники урожайності				$\min(a_{ij})$
	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	
A_1	214,3	1936,9	1901,3	1928,2	214,3
A_2	116,3	1936,2	1897,3	1923,9	116,3
A_3	296,0	1937,2	1891,63	1924,63	296,0
A_4	0	1934,7	1889,3	1917,7	0
A_5	285,6	1936,57	1895,3	1926,4	285,6

Для пошуку максимально очікуваного рішення щодо оцінки ефективності контролю внутрішньостеблових шкідників використаємо матрицю «урожайності» (табл. 7.7), вибір максимального значення поміж $\min(a_{ij})$ вказує, що четвертий варіант є найбільш вигідним.

Таблиця 7.7

Матриця для розрахунку максимально очікуваного результату контролю внутрішньостеблових фітофагів за критерієм Вальда на основі показників урожайності соняшнику

Варіант A_j	Показники урожайності				$\min(a_{ij})$
	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	
A_1	1748,0	25,4	61,0	3,41	25,4
A_2	1846,0	26,1	65,0	3,84	26,1
A_3	1666,3	25,1	70,67	3,76	25,1
A_4	1962,3	27,6	73,0	4,46	27,6
A_5	1676,7	25,73	67,0	3,59	25,73

Критерій Севіджа дозволяє обирати оптимальний варіант, за якого величина впливу внутрішньостеблових шкідників на урожай соняшнику мінімізується в найгірших умовах, тобто суть цього методу в знаходженні

мінімального ризику [156]. Для аналізу мінімально очікуваних ризиків будуємо на основі показників урожайності матрицю ризиків (табл. 7.8) за якою і знаходимо оптимальний варіант, як мінімальне значення поміж $\max(a_{ij})$. Отже, за критерієм Севіджа для цього пошуку обирається третій варіант.

Таблиця 7.8

Матриця для пошуку мінімально очікуваних ризиків за критерієм Севіджа на основі показників продуктивності та урожайності соняшнику

Варіант A_j	Показники урожайності				$\max(a_{ij})$
	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	
A_1	81,7	0,3	0	0	81,7
A_2	179,7	1,0	4,0	4,3	179,7
A_3	0	0	9,67	3,57	9,67
A_4	296,0	2,5	12,0	10,5	296,0
A_5	10,4	0,63	6,0	1,8	10,4

Матриця ризиків для максимально очікуваного технологічного рішення щодо контролю внутрішньостеблових шкідників соняшнику представлена на таблиці 7.9 і її аналіз дає змогу зробити вибір на користь комплексного застосування сечовини, препаратів Мікромінераліс та хімічного інсектициду на основі тіаметоксаму.

Таблиця 7.9

Матриця ризиків для пошуку максимально очікуваного виграшу за критерієм Севіджа на основі показників урожайності соняшнику

Варіант A_j	Показники урожайності				$\max(a_{ij})$
	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4	
A_1	214,3	2,2	12,0	10,5	214,3
A_2	116,3	1,5	8,0	6,2	116,3
A_3	296,0	2,5	2,33	6,93	296,0
A_4	0	0	0	0	0
A_5	285,6	1,87	6,0	8,7	285,6

Критерій Гурвіца урахує, як оптимістичний сценарій, так і песимістичний. Використовуючи розрахунки і взаємозв'язки впливу на розмноження фітофагів соняшнику. Причому ступінь впливу може коливатися від 0 до 1. Якщо він дорівнює 1 то це порівняно низький за критерієм Вальда, а якщо 0 – то оптимізований за рівняннями саморегуляції та критерієм – «максимумом». Це значення можна назвати «коефіцієнтом оптимізму» [145; 156]. Чим обґрунтованіші наслідки помилкових рішень в умовах невизначеності (аномальні погодні умови, спалахи чисельності комах-фітофагів, прояви резистентності шкідників до інсектицидів), тим більше зростає необхідність прийняття обґрунтованих рішень, які мінімізують втрати, тобто ступінь ефективності заходів контролю внутрішньостеблових та інших комах-фітофагів. За таких умов підсумкова матриця для пошуку мінімально очікуваного ризику за критерієм Гурвіца наведена в таблиці 7.10. Обираючи максимальне значення поміж S_i , визначаємо третій варіант із порівняно доцільним – підживлення сечовиною та використання біопрепарату для контролю комплексу комах-фітофагів.

Таблиця 7.10

Матриця для пошуку ефективного очікуваного ризику в контролі внутрішньостеблових комах-фітофагів за критерієм Гурвіца на основі показників урожайності соняшнику

Варіант A_j	Показники урожайності				min (a_{ij})	max (a_{ij})	$S_i = y \min (a_{ij}) +$ $(1-y) \max (a_{ij})$
	Π_1	Π_2	Π_3	Π_4			
A_1	214,3	1936,9	1901,3	1928,2	214,3	1936,9	1075,6
A_2	116,3	1936,2	1897,3	1923,9	116,3	1936,2	1026,25
A_3	296,0	1937,2	1891,6	1924,6	296,0	1937,2	1116,6
A_4	0	1934,7	1889,3	1917,7	0	1934,7	967,35
A_5	285,6	1936,57	1895,3	1926,4	285,6	1936,6	1111,08

Максимально очікуваний показник розраховується на основі базової матриці «урожайності» (табл. 7.11), як максимальне значення S_i . За четвертим варіантом.

Таблиця 7.11

Матриця для пошуку максимально очікуваного показнику за критерієм Гурвіца на основі урожайності соняшнику

Варіант A_j	Показники урожайності				\min (a_{ij})	\max (a_{ij})	$S_i = y \min (a_{ij}) +$ $(1-y) \max (a_{ij})$
	П ₁	П ₂	П ₃	П ₄			
A ₁	1748,0	25,4	61,0	3,41	25,4	1748	886,7
A ₂	1846,0	26,1	65,0	3,84	26,1	1846	936,05
A ₃	1666,3	25,1	70,67	3,76	25,1	1666,3	845,7
A ₄	1962,3	27,6	73,0	4,46	27,6	1962,3	994,95
A ₅	1676,7	25,73	67,0	3,59	25,73	1676,7	851,215

Так, проаналізувавши результати дослідів за допомогою низки критеріїв прийняття рішень, встановили, з огляду на мінімально очікувані ризики доцільно орієнтуватися на третій варіант – застосування сечовини та заходів захисту посівів соняшника від внутрішньостеблових шкідників біологічним препаратом, а максимально очікуваний виграш – на четвертий варіант, що передбачає, крім сечовини, використання комплексу препаратів мікроелементного живлення, а як тактичний елемент захисту – інсектицид на основі тіаметоксаму. Вочевидь, що вирішальним критерієм, за яким надається перевага тому чи іншому варіанту є сезонна чисельність внутрішньостеблових шкідників, а саме соняшникової шипоноски. У третьому варіанті чисельність шипоноски становила 5,36 екз./роsl., а в четвертому – 5,27. За аналізом таблиці 7.1 встановлено, що ці значення коливаються в межах похибки. Якщо взяти до уваги визначену варіацію, то має місце наступна матриця ефективності (табл. 7.12).

Таблиця 7.12

**Матриця ефективності різних варіантів впливу на популяцію
соняшникової шипоноски (2019-2021 рр.)**

Варіант (опис у тексті)	Різниця між максимальним урожаєм за чисельності соняшникової шипоноски, екз./роsl.		
	5-6	6,1-7	>7
1	-	10,5	-
2	-	-	6,4
3	6,93	-	-
4	0	-	-
5	-	8,7	-

Враховуючі тільки різницю урожаю між максимальним його значенням і урожайністю за варіантами, то доцільно орієнтуватися на четвертий варіант, це якщо прийняти тезу, що на зменшення врожайності впливала лише популяція шипоноски, без урахування умов живлення. Однак, для технології захисту можна рекомендувати за можливості додаткових вкладень ресурсів четвертий (врожайність 4,46 т/га), а за необхідності їх заощадження – третій варіант (врожайність 3,76 т/га) (табл. 7.13).

Таблиця 7.13

**Економічна ефективність засобів захисту та системи живлення посівів
соняшнику в Степу України (2020-2021 рр.)**

Показники	Контроль	Еталон	3 варіант	4 варіант	5 варіант
Урожай, т/га	3,41	3,84	3,76	4,46	3,59
Додатково отриманий урожай, т/га	-	0,43	0,35	1,05	0,18
Вартість 1 т насіння соняшнику	17500	17500	17500	17500	17500
Вартість додатково отриманого урожаю, грн/га	-	7525	6125	18375	3150
Витрати на обробку посівів соняшнику засобами захисту рослин грн./га	-	675	1665	1785	1395
Чистий дохід, грн./га	56427,5	62862,5	60472,5	72602,5	57767,5
Собівартість 1 т насіння соняшнику, грн.	3247,5	4337,5	5327,5	5447,5	5057,5
Рівень рентабельності, %	1737	1449	1135	1332	1142

Прийняття останнього дає змогу максимально зменшити втрати за непередбачуваного негативного розвитку подій – аномальних погодних явищ, що особливо актуально в умовах стрімких змін клімату в південних регіонах України, спалахів чисельності комах-фітофагів. Тобто, як мінімум мають бути кошти на підживлення посівів соняшнику сечовиною та захист препаратом на основі Вt-токсинів, а як оптимум – і на мікромінеральне підживлення й на хімічний інсектицид. Водночас застосування системного інсектициду без комплексу мікромінерального живлення економічно недоцільне (на це вказують результати п'ятого варіанту дослідження), що підтверджено на розрахунковій графічній моделі (рис.7.1).

Проте, якщо розглядати ефективність застосування систем захисту та живлення рослин відповідно до проявів порожнистості стебел соняшнику, де відмічено також частку саме таких рослин, що безпосередньо призводило до зменшення врожайності культури, а саме вилягання на момент збирання, то будемо мати наступні показники, які наведені в таблиці 7.14.

Таблиця 7.14

Економічна ефективність засобів захисту та системи живлення посівів за умови прояву порожнистості стебел соняшнику в Степу України (2020-2021 рр.)

Показники	Контроль	Еталон	3 варіант	4 варіант	5 варіант
Урожай, т/га	2,41	3,38	3,38	4,29	3,35
Частка рослин із проявом порожнистості стебел, %	28,89	22,22	11,11	2,22	8,89
Додатково отриманий урожай, т/га	-	0,97	0,97	1,88	0,94
Вартість 1 т насіння соняшнику	17500	17500	17500	17500	17500
Вартість додатково отриманого урожаю, грн/га	-	16975	16975	32900	16450
Витрати на обробку посівів соняшнику засобами захисту рослин грн./га	-	675	1665	1785	1395
Чистий дохід, грн./га	38927,5	54812,5	53822,5	69627,5	53567,5
Собівартість 1 т насіння соняшнику, грн.	3247,5	4337,5	5327,5	5447,5	5057,5
Рівень рентабельності, %	1198	1249	1010	1278	1059

Отже, застосування комплексу підживлення Мікрмініераліс у баковій суміші із сечовиною та інсектицидом Енжіо 247 SC к.с. у критичні фази росту та розвитку соняшнику, дає змогу зменшити прояв порожнистості стебел та забезпечує суттєвий контроль чисельності шипоноски соняшnikової порівнюючи з іншими варіантами дослідів, що дасть змогу додатково отримати 1,88 т/га насіння соняшнику порівняно до контрольного варіанту.

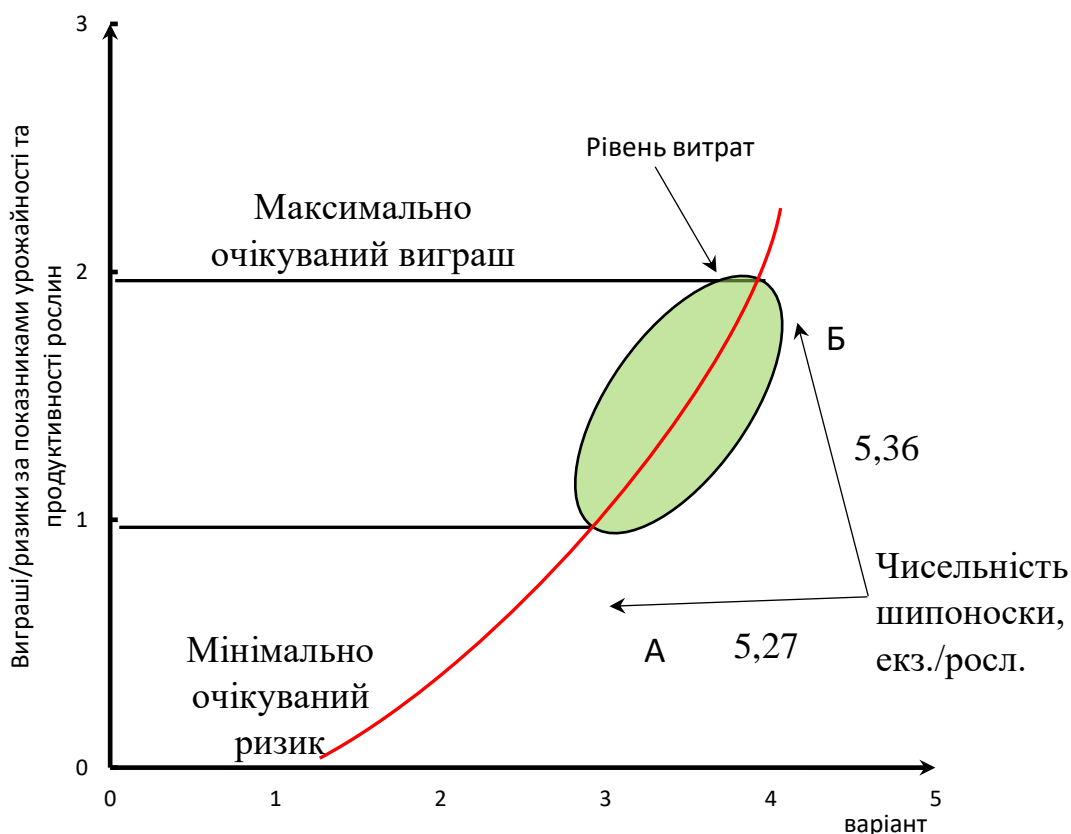


Рис. 7.1. Графічна модель поєднання комплексу за показників продуктивності рослин, урожайності, чисельності соняшnikової шипоноски та ефективності заходів захисту соняшнику від комах-фітофагів

А – мінімально доцільний рівень витрат;
 Б – оптимальний рівень витрат.

Показаний на моделі мінімально доцільний рівень витрат (А) відповідає урожайності 3,76 т/га, оптимальний рівень витрат (Б) – 4,46 т/га. Отже, якщо ресурси, які заплановано вкласти в 1 га посівів менше А – вирощування культури недоцільне, за умови, якщо вони більше Б – недоцільними є надлишкові витрати. Витрати від А до Б є діапазоном доцільності залучення додаткових інвестицій у

разі дефіциту власних ресурсів для оптимального застосування заходів захисту соняшнику від внутрішньостеблових та інших шкідливих видів комах-фітофагів.

7.3. Вплив порожистості стебел на продуктивність рослин соняшнику

У результаті обстежень посівів соняшника виявлено значну частку рослин із порожистим стеблом. За нашими спостереженнями такий ефект міг проявитися за умов як значної кількості опадів упродовж вегетаційного періоду, так і заселення посівів соняшнику внутрішньостебловими шкідниками. Так, у 2021 році у квітні випало 65,3 мм опадів, травні – 34,3, червні – 201,7 та липні 210,2 мм. Для порівняння – у 2020 році за ці ж місяці випало 7,7 , 32,8, 59,5 та 47,3 мм відповідно, а 2019 – 38, 43,4, 15,2 та 61,3 мм.

Загалом, порожистість сягала до 30% на контрольних площах – без підживлення, і понад 22% за звичайної технології підживлення сечовиною у фази 2-х, 6-ти та 10-ти справжніх листків. Втрати ж урожаю на контрольних та еталонних ділянках порівняно до рослин із виповненим стеблом сягали 1,0 та 0,46 т/га відповідно. Причинами зменшення урожайності було з одного боку зменшення продуктивності рослин, а з іншого рослини з порожистим стеблом часто вилягали (рис. 7.2), що створювало проблему при збиранні урожаю. Крім того, на цих рослинах спостерігався й розвиток внутрішньостеблових фітофагів. Потрібно зауважити, що в порожистих стеблах траплялася виключно соняшникова шипоноска, соняшниковий вусач був відсутній. Останнє було наслідком зменшення трофічної бази – у порожистих стеблах потужності зовнішнього шару («кільця») серцевини було достатньо для розвитку личинок шипоноски і замало для розвитку вусача.

Тож проблема порожистості соняшника охоплює два аспекти:

- господарський, як істотне зменшення урожайності внаслідок зниження продуктивності рослин і вилягання;
- фітосанітарний, порожисті стебла як екологічна ніша для резервації внутрішньостеблових фітофагів, а саме соняшникової шипоноски.



Рис. 7.2. Вилягання рослин соняшнику з порожнистим стеблом
ФГ «Нік Агро Плюс», Херсонська обл., Новотроїцький р-н,
(оригінальне фото, 2021 р.)

7.3.1. Вплив мінерального живлення на порожнистість стебел та місце резервації соняшникової шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll.

Перспективи зменшення прояву ефекту порожистості стебел досить показово представлені в таблиці 7.13. З даних таблиці видно, що найменший відсоток порожистих стебел (2,22) притаманний варіанту із застосуванням трикратного підживлення сечовиною та комплексу мікродобрив, а також інсектициду на основі тіаметоксаму.

Інтерпретація цього результату цілком очевидна – спрацював ефект від мікродобрив. Вплив сечовини у варіантах не відігравав значної ролі, оскільки в еталоні (трикратне підживлення сечовиною) частка порожистих рослин складала 22,22%, а на контролі – 28,89% таких стебел.

Вплив порожистості стебел соняшника на врожайність та чисельність соняшникової шипоноски (ФГ «Нік Агро Плюс», Херсонська обл.

Новотроїцький р-н 2020- 2021 р.)

Варіант (опис у тексті)	Характеристики рослин зі стеблами						Біологічна врожайність, т/га
	виповненими			порожистими			
	частка, %	урожайність, т/га	чисельність шипоноски, екз./роsl.	частка, %	урожайність, т/га	чисельність шипоноски, екз./роsl.	
1	71,11	2,41	7,47	28,89	1,00	2,25	3,41
2	77,78	3,38	7,40	22,22	0,46	1,8	3,84
3	88,89	3,38	5,65	11,11	0,39	0,35	3,76
4	97,78	4,33	5,61	2,22	0,17	0,11	4,46
5	91,11	3,35	7,22	8,89	0,24	0,29	3,59

Цікавим і не до кінця зрозумілими виявилися результати варіантів із трикратним застосуванням сечовини та біопрепаратом або контактнo-системним інсектицидом. Частка рослин із виповненим стеблом зросла до 88,89 та 91,11%, тобто на 20%, якщо 10% зростання забезпечило підживлення сечовиною, то пояснення зменшення прояву порожистості ще на 10% залишається не зовсім зрозумілим і вимагає додаткових досліджень, попередньо, на рівні гіпотези, можна висловити припущення, що тіаметоксам та Bt-токсин працюють як вектори, змінюючи проникність рослинних клітин, а відтак проявляється вищий ефект від сечовини й кількість рослин із порожистим стеблом зменшується.

7.3.2. Дослідження порожистих рослин, як резервації соняшникової шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll.

Масштаби прояву порожистості стебел на посівах соняшника досить істотні – найбільш значною вони відмічені в контролі – 28,89% рослин. Водночас значний відсоток – 28,5% становили рослини із наскрізною порожниною (табл. 7.14), у 50-ти відсотках порожнини локалізувалися в нижній частині стебла (до 50 см), а порожнини завдовжки 40 см становили найбільшу частку – 28,57% (табл. 7.14).

Доцільно відмітити, що у варіанті з трикратним підживленням сечовиною. Виявлено в середньому 22,22% рослин із порожнинами. Повністю порожистими станом 30% рослин. У нижній частині стебла зафіксовано 50% порожнин, на верхню припадало 20%. Максимальну частку становили порожнини, що знаходилися на рівні до 51 см – 30% (табл. 7.14).

Варіант із застосуванням упродовж вегетації сечовини та біопрепарату показав ефективні результати щодо контролю негативної тенденції утворення порожнин – загалом їх було 11,11%, водночас повністю порожистих стебел – 40%, а в решти 60% рослин порожнини розташовувалися в нижній та середній частині стебел і охоплювали 50-60 см його довжини (табл. 7.14).

Порівняно висока ефективність відмічена у варіанті із застосуванням підживлення посівів сечовиною із комплексом мікромінерального живлення та застосування хімічного інсектициду на основі тіаметоксаму. За таких технологій порожистість складала 2,22% із поодинокими випадками наскрізного характеру (табл. 7.14).

Застосування сечовини та препарату на основі тіаметоксаму за ефективністю обґрунтовано на рівні третього варіанту (із біопрепаратом) – 8,89%, однак повністю порожніх стебел у цьому варіанті не виявлено. Усі порожнини утворювалися до висоти 61 см, найбільша частка 50% зафіксована для порожнин 50 см завдовжки (табл. 7.14).

Таблиця 7.14.

**Прояв ефекту «порожистості» стебел соняшнику (ФГ «Нік Агро Плюс»,
Херсонська обл. Новотроїцький р-н, 2020 - 2021 рр.)**

Варіант	Локалізація порожистості за профілем стебла, см	Рослини з порожистим стеблом,%
1	2	3
1. Рослини без підживлення та хімічного й біологічного захисту (контроль)	0-30	14,29
	0-40	28,57
	0-50	7,14
	50-100	7,14
	60-100	7,14
	70-100	7,14
	0-100	28,57
2. Підживлення сечовиною 3 кг/га у фази 2-х, 6 та 10 справжніх листів (еталон)	0-40	20,0
	0-51	30,0
	20-60	10,0
	50-70	10,0
	0-100	30,0
3. Сечовина 3 кг/га + Бітоксібацилін-БТУ 3 л/га у фази 2-х, 6 та 10 справжніх листів	0-50	40,0
	0-60	20,0
	0-100	40,0
4. Сечовина 3 кг/га + Мікромінераліс РК 1 л/га у фазу 2-х справжніх листків, Мікромінераліс олійні 1 л/га + Мікромінераліс Бор 1 л/га у фазу 6 справжніх листків + Мікромінераліс олійний 1,5 л/га + Мікромінераліс Бор 1 л/га у фазу 10 справжніх листків + Енжіо 247 SC к.с. 0,18 л/га у фази 2-х, 6 та 10 справжніх листів	0-100	100,0
5. Сечовина 3 кг/га + Енжіо 247 SC к.с. 0,18 л/га у фази 2-х, 6 та 10 справжніх листів	0-30	25,0
	0-50	50,0
	0-61	25,0

Розподіл личинок шипоноски в стеблах соняшнику із виповненою серцевиною показаний на табл. 7.15. В усіх варіантах дослідів фітофаг переважно локалізувався на висоті 20-80 см. За таких умов його чисельність відчутно коливалася від варіанту до варіанту, але незначно в межах самого варіанту за більш дрібними градаціями профілю. Так, у контролі (1) чисельність становила 6,97-9,42 екз./роsl. із максимумом на рівні 41-60 см, у варіанті із підживленням сечовиною (2) (еталон) – чисельність шкідника виявилася значно нижча – від 2,17 до 2,91 екз./роsl., однак і мало різнилася між рівнями 21-40, 41-60 та 61-80 см.

Таблиця 7.15

Розподіл популяції соняшникової шипоноски у виповнених стеблах соняшнику (ФГ «Нік Агро Плюс», Херсонська обл., Новотроїцький р-н, 2020-2021 рр.)

Висота за профілем стебла, см	Чисельність соняшникової шипоноски за варіантами екз./роsl.				
	1*	2	3	4	5
0-20	1,13	0,46	0,18	0,48	0,51
21-40	8,0	2,17	1,8	1,93	2,56
41-60	9,42	2,91	1,75	1,52	2,58
61-80	6,97	2,23	1,6	1,32	1,71
81-90	0,77	0,63	0,3	0,36	0,1
* пояснення в тексті					

Встановлено, що на варіантах із застосуванням сечовини та бітоксібаціліну-бту (3) проявляються порівняно менші значення чисельності в діапазоні 21-80 см: 1,6-1,8 екз./роsl. Найменша чисельність шипоноски спостерігалась у рослинах на варіанті із застосуванням крім сечовини комплексу мікромінерального живлення та тіаметоксаму (4) – 1,32-1,93 екз./роsl. (максимальне значення відмічене для рівня 21-40 см). Варіант із застосуванням

сечовини й інсектициду на основі тіаметоксаму (5) показав результати за чисельністю шипоноски в межах 1,71-2,58 екз./роsl. із тяжінням максимальних значень до рівня 21-60 см (2,56-2,58 екз./роsl.), що мало відрізняється від еталону. В усіх варіантах рівні 0-20 та 81-90 см, тобто нижня частина та верхівка стебла, були заселені шипоноскою незначно, із чисельністю менше однієї особини на рослину, виключенням став лише контрольний варіант, де на рівні 0-20 см виявили личинок шкідника у чисельності 1,13 екз./роsl.

У рослинах із порожистим стеблом личинки шипоноски розподіляються дещо інакше (табл. 7.16). Зауважимо, що у всіх варіантах максимальна чисельність шипоноски спостерігалася за локалізації порожнин у нижній частині стебла до 50 см. Так, у контролі максимальна чисельність шкідника – 1,54 екз./роsl. спостерігалася за локалізації порожнини на рівні 0-40 см, при чому личинки переважно розміщувалися вище порожнин – 57,1-100% (чим і пояснюються характерні злами (рис. 7.3), значно менше на їх рівні – 10-42,9% і зрідка нижче – 5%, у випадках ж локалізації порожнин у верхній частині стебла – завжди нижче їх рівня.



Рис. 7.3. Характерні злами порожистих стебел соняшника на рівні локалізації личинок шипоноски (ФГ «Нік Агро Плюс», Херсонська обл., Новотроїцький р-н., 2020 - 2021 р., оригінальне фото 2021 р.)

**Розподіл популяції соняшникової шипоноски в порожистих стеблах
соняшнику (ФГ «Нік Агро Плюс», Херсонська обл., Новотроїцький р-н
2020-2021 рр.)**

Варіант	Локалізація порожнин за профілем стебла, см	Чисельність шипоноски, екз./роsl.	Локалізація личинок шипоноски щодо порожнин, %		
			нижче	на рівні	вище
1	2	3	4	5	6
1. Контроль	0-30	1,39	-	-	100
	0-40	1,54	5,0	-	95,0
	0-43	0,54	-	42,9	57,1
	0-50	0,77	-	10,0	90,0
	50-100	0,23	100	-	-
	60-100	0,23	100	-	-
	0-40... 70-100	0,31	-	-	100
	0-100	0,54	-	100	-
2. Підживлення сечовиною 3 кг/га у фазі 2-х, 6 та 10 справжніх листів (Еталон)	0-40	1,8	-	5,5	94,5
	0-50	1,4	-	21,4	78,6
	0-51	0,8	-	12,5	87,5
	20-60	0,4	-	100	-
	50-70	0,4	100	-	-
	0-100	1,5	-	100	-
3. Сечовина 3 кг/га + Бітоксібацилін-БТУ 3 л/га у фазі 2-х, 6 та 10 справжніх листів	0-50	1,4	-	-	100
	0-60	0,6	-	66,7	33,3
	0-100	0,6	-	100	-

1	2	3	4	5	6
4. Сечовина 3 кг/га + комплекс мікрмініерального живлення + Енжіо 247 SC к.с. 0,18 л/га	0-100	5,0	-	100	-
5. Сечовина 3 кг/га + Енжіо 247 SC к.с. (тіаметоксам, 141 г/л; лямбда-цигалотрин 106 г/л) 0,18 л/га, у фази 2-х, 6 та 10 справжніх листів	0-30	1,25	-	-	100
	0-50	1,75	-	57,1	42,9
	0-61	0,25	-	-	100

В еталоні переважно спостерігалася така ж тенденція – максимальна чисельність фітофага 1,8 екз./росл. за локалізації порожнини на рівні 0-40 см, фіксація значної частки від загальної кількості личинок 78,6-94,5% у верхній частині стебла, якщо порожнини охоплювали нижню. На рівні порожнин спостерігалася 5,5-21,4% личинок. У випадках, коли порожнини утворювалися в центральній та верхній частині стебла личинки могли знаходитися, як на їх рівні, так і нижче.

У третьому варіанті порожнини спостерігалися переважно в нижній частині рослин, за їх локалізації на рівні 0-50 см – максимум чисельності 1,4 екз./росл. Концентрація личинок була вище порожнини. У цьому ж варіанті за порожнин, що охоплювали 60 см нижньої частини стебла спостерігалася значна частка популяції шипоноски на їх рівні – 66,7%. Приблизно така ж картина розподілу личинок шипоноски і в п'ятому варіанті – максимальна їх щільність 1,75 екз./росл. відмічалася вище (42,9%) та на рівні (57,1%) порожнини 0-50 см у нижній частині стебла. Якщо порожнини охоплювали до 30 або до 60 см стебла личинки завжди виявлялися лише вище них.

У варіанті із застосуванням карбаміду, мікромінерального комплексу та тіаметоксаму дискретна порожистість стебел не відмічена, лише поодинокі випадки наскрізної.

У такий спосіб – локалізація личинок соняшникової шипоноски в переважній більшості випадків виявилася не сумісна із порожистістю стебла соняшника, що пов'язане зі зменшення ресурсів для живлення, а якщо це проявлялося, то головним чином, коли діаметр порожнини формувався істотно менший за діаметр стебла. Ці залежності вказані на рисунках 7.4 та 7.5.

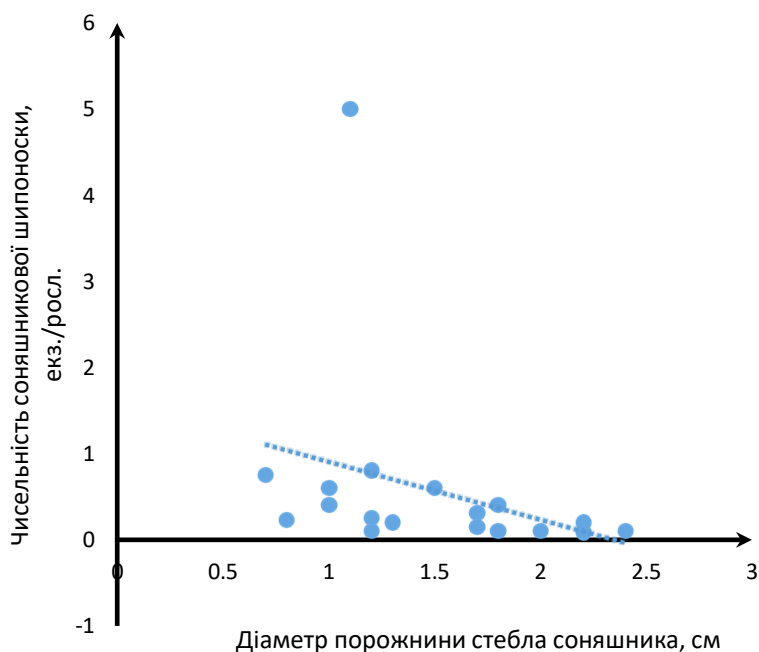


Рис. 7.4. Залежність чисельності соняшникової шипоноски від розміру порожнини стебла соняшника

Загалом тенденція така, що зі збільшенням діаметру порожнини чисельність фітофага зменшується й сягає мінімуму 0,1 екз./роsl. у діапазоні розміру порожнини 1,2-2,4 см (рис. 7.4). На користь цього свідчить і від'ємне значення коефіцієнта кореляції $-0,3$. Водночас спостерігається істотний позитивний кореляційний зв'язок між діаметром стебла та порожнини $0,731$. Кореляція ж між чисельністю шипоноски та діаметром стебла $-0,21$. Отже, узагальнити можна таким виразом – мінімальна щільність шипоноски

притаманна рослинам, що мають значний розвиток стебла та значні порожнини в ньому.

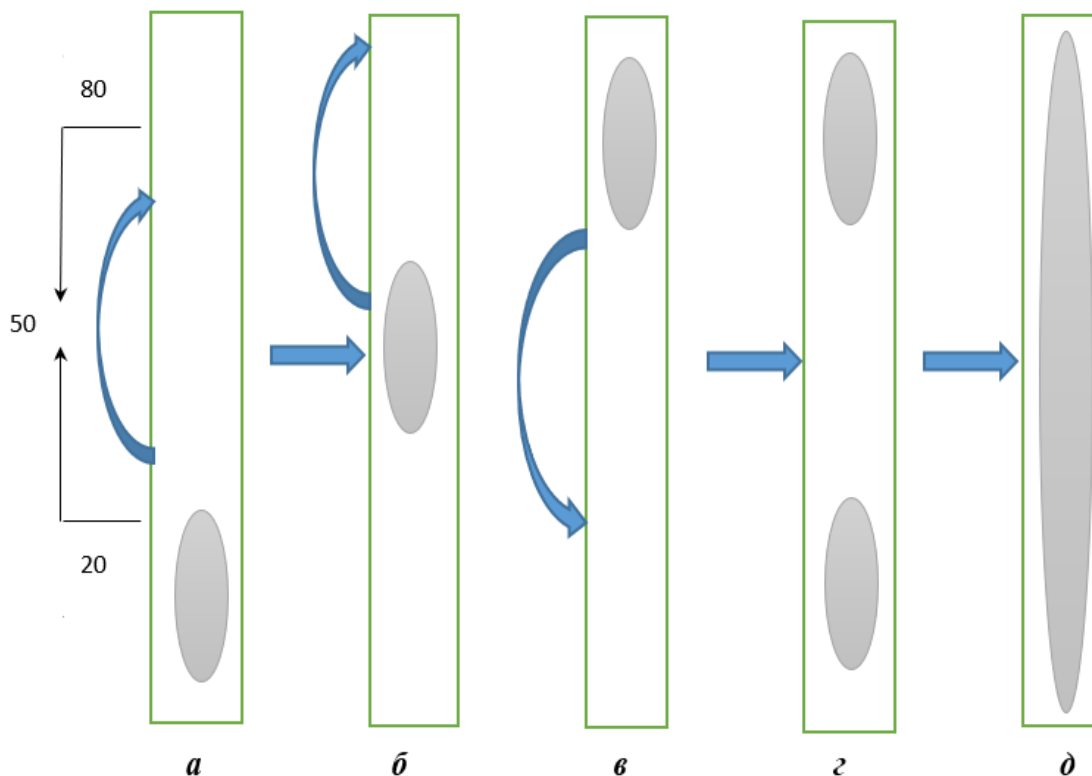


Рис. 7.5. Схема локалізації личинок шипоноски *Mordellistena parvula* Gyll. у стеблах соняшника за різного ступеня їх порожнистостей (2020-2021 рр.)

На рис. 7.5 наведена загальна схема тенденцій локалізації личинок соняшникової шипоноски залежно від розміщення порожнин в стеблі соняшника у контрольному варіанті. Оптимальним рівнем локалізації личинок є 50 см від рівня ґрунту (рис. 7.5 а). За утворення порожнини в нижній частині стебла личинки розміщуються вище її. Якщо порожнина займає «рівень оптимуму» для личинок (рис. 7.5 б), то вони можуть локалізуватися як вище її так і на рівні – живлячись у тонкому прошарку між порожниною й зовнішньою оболонкою стебла. Якщо порожнина знаходиться у верхній частині стебла личинки фітофага розміщуються нижче її (рис. 7.5 в), а якщо утворилися дві порожнини – у верхній і нижній частині стебла, то на оптимальному рівні – у центральній частині стебла (рис. 7.5 г). У випадку суцільної порожнистості стебла личинки шипоноски також концентруються в його центральній частині (рис. 7.5. г). Отже, можна зробити

висновок – личинки шипоноски максимально прагнуть знаходитися знаходяться в центральній частині стебла соняшника, якщо трофічна база це дозволяє, скорочення останньої в результаті прояву порожистості істотно впливає на їх чисельність.

7.4. Загальна модель взаємозв'язків між елементами системи захисту посівів соняшнику від внутрішньостеблових комах-фітофагів

Загалом елементарну вербальну модель взаємозв'язків елементів системи захисту можна представити у вигляді блок-схеми (рис. 7.6).

Початково агротехніка має вирішальне значення щодо чисельності соняшникової шипоноски та вусача: за дискування популяції фітофагів переважно зберігаються, за оранки, навпаки, переважно знищуються. Якщо популяції внутрішньостеблових фітофагів знаходяться в максимумі або фазі зростання чисельності, то доцільно застосовувати оранку, у протилежному випадку – за мінімальної чисельності або фазі її зменшення – дискування. В останньому випадку відбувається регулювання вусачем популяції шипоноски за рахунок конкуренції за трофічні ресурси.

Встановлено, що зрошення разом із великою кількістю опадів у період активної вегетації соняшнику спричиняє формуванню порожистості стебел до 30%. Водночас чисельність шипоноски 5,27 екз. /росл. фактично не впливає на врожайність соняшнику з виповненим стеблом 4,46 т/га. Застосування сечовини на 10% зменшує прояв порожистості, а сечовини в комплексі з мікрмініеральним живленням та системним інсектицидом – на 28%. За оранки останній можна не застосовувати, а за дискування рекомендується як страхування спеціального методу контролю (вплив популяції вусача – пригнічення – на популяцію шипоноски). Порожисті рослини (2,2%) характеризуються зменшенням маси 1000 насінин і часто вилягають, що є причиною надзвичайно низької урожайності (0,17 т/га, тобто прагне 0 порівняно до 4,46 т/га), водночас вони є

Отже, зменшення відсотку порожистих рослин з одного боку сприяє збільшенню урожаю, з іншого – зменшення резервації шипоноски. Досягти бажаного ефекту можна:

- регуляцією режиму зрошення;
- застосування комплексу мікромінерального живлення.

Висновки до розділу 7

- підживлення сечовиною та застосуванням протягом вегетації комплексу препаратів Мікромінераліс та трикратної обробки інсектицидом Енжіо 247 SC к.с. (тіаметоксам, 141 г/л; лямбда-цигалотрин 106 г/л) сприяє формуванню максимальної біологічної урожайності – 4,46 т/га;

- для технології захисту можна рекомендувати як мінімум підживлення посівів соняшнику сечовиною та захист препаратом на основі Вт-токсинів, а як оптимум – мікромінеральне підживлення й застосування системного хімічного інсектициду. За таких умов застосування останнього без комплексу мікромінерального живлення економічно недоцільне;

- мінімальна щільність шипоноски притаманна рослинам, що мають значний розвиток стебла та значні порожнини в ньому, її личинки прагнуть знаходитися в центральній частині стебла соняшника, якщо трофічна база це дозволяє, скорочення останньої у результаті прояву порожистості істотно впливає на їх чисельність;

- якщо популяції внутрішньостеблових фітофагів знаходяться в максимумі або фазі зростання чисельності, то доцільно застосовувати оранку, у протилежному випадку – за мінімальної чисельності або фазі її зменшення – дискування. В останньому випадку відбувається регулювання вусачем популяції шипоноски внаслідок конкуренції за трофічні ресурси;

- застосування сечовини в комплексі з мікромінеральним живленням та системним інсектицидом – на 28% зменшує прояв порожистості. За оранки останній можна не застосовувати, а за дискування рекомендується як страхування екологічного методу регулювання чисельності соняшникової шипоноски.

ВИСНОВКИ

1. Визначені основні елементи біології та екології внутрішньостеблових комах-фітофагів (соняшникового вусача, соняшnikової шипоноски), важливі для оцінювання порогів шкідливості, розробки елементів системи контролю чисельності на посівах культури соняшнику.

2. Встановлено, що за відсутності в першій половині вегетаційного періоду пошкоджень середнього рівня, що відповідає рівню чисельності соняшникового вусача $< ПШ$ і втрати від сильних пошкоджень наприкінці вегетації належало шипоносці $\geq ПШ$. Отже, пошкодження середнього ступеня є індикатором вусача, а сильного – шипоноски $\geq ПШ$.

3. Визначено, що сильні пошкодження спостерігалися на висоті 50-60 см, за чисельності личинок соняшnikової шипоноски > 14 екз./10 рослин (пороговий рівень), концентрація ж і живлення личинок соняшnikового вусача в зоні до 20 см не викликали сильних пошкоджень, їх чисельність становила 4,15 екз./ 10 рослин, що $< ПШ$.

4. Отримані результати досліджень свідчать, що для соняшnikового вусача та шипоноски доцільно визначати КПШ – за умови співвідношення їх чисельностей за спільного заселення рослин $> 17,54$, а за роздільного $> 3,81$.

5. Уточнено, що літ імаго соняшnikової шипоноски починається за СЕТ 169°C , відкладання яєць – 173, а вихід личинок за 247°C ; літ імаго та яйцекладка відбуваються за ГТК – 0,815, 0,78 та 0,55. Личинки траплялися за діапазону значень ГТК: від 0,76 у липні до 0,88 у грудні, за зниження ГТК у вересні до 0,305.

6. Літ соняшnikового вусача починається за СЕТ 173°C і закінчується за 247°C , яйця починає відкладати за $240,5^{\circ}\text{C}$, личинки відроджуються за 247°C і із вересневим зниженням температури до $188,5-158,5$ діапаузують, заляльковування навесні личинок, що перезимували активується $140,5$ і припиняється за $240,5^{\circ}\text{C}$; за ГТК періоди заляльковування й льоту імаго знаходяться в межах 0,78-0,55; ГТК періоду яйцекладки 0,55-0,76, вихід і

розвиток личинок до діапаузи відповідає ГТК у діапазоні від 0,665 у серпні до 0,305 у вересні.

7. Встановлено, що просторовий розподіл популяції шипоноски на основі неповного об'єму інформації за моделлю Сведберга є контагіозним, а Ллойда – випадковим, лінійний – для обох моделей змінюється від контагіозного до рівномірного, водночас за умов аналізу повного об'єму інформації - за моделями Сведберга-Ллойда просторовий розподіл шипоноски є рівномірним, лінійний – для моделі Сведберга змінюється від контагіозного до рівномірного, Ллойда – від випадкового до рівномірного.

8. В Україні *Cylindrocopturus adspersus* LeConte вперше був зафіксований у листопаді 2020 р. на Херсонщині. Встановлено, що аналіз значень кліматичних предикторів для територій, придатних для акліматизації стеблового соняшникового довгоносика свідчить про його високу екологічну пластичність і потенційну здатність до акліматизації на територіях із континентальним кліматом.

9. Розроблено елементи лабораторної культури соняшникового вусача: етап «личинка-лялечка» описується моделлю парної лінійної регресії, інтерпретація якої - зміна маси личинок на 1 одиницю призводить до зміни маси лялечок на 0,83 одиниці, індекс загальної життєздатності етапу «личинка-імаго» становить 0,426.

10. Досліджено, що підживлення сечовиною та застосуванням упродовж вегетації комплексу препаратів Мікромінераліс (N, P₂O₅, K₂O, амонійно-карбонатні комплекси Mg, Mn, Cu, Zn, B, N, K, Fe) та трикратної обробки хімічним інсектицидом на основі тіаметоксаму на 28% зменшило прояв порожистості стебел і дало біологічну врожайність – 4,46 т/га.

РЕКОМЕНДАЦІ ВИРОБНИЦТВУ

Для технології захисту посівів соняшнику можна рекомендувати наступну технологію, яка передбачає:

1) підживлення у фазу 2-х справжніх листків соняшнику сечовиною 3 кг/га (норма витрати робочого розчину 250 л/га) + Мікромінераліс фосфор + калій 1 л/га;

2) У фазу 6-ти пар справжніх листків застосування препаратів Мікромінераліс Олійні 1 л/га + Мікромінераліс Бор 1 л/га + хімічний інсектицид Енжіо 247 SC к.с. (тіаметоксаму + лямбда-цигалотрин) – 0,18 л/га;

3) підживлення рослин за фази 10-ти пар справжніх листків баковою сумішшю Мікромінераліс Олійні 1,5 л/га + Мікромінераліс Бор 1 л/га + хімічний інсектицид Енжіо 247 SC к.с. (тіаметоксаму + лямбда-цигалотрин) 0,18 л/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Амонс С.Е. Біологічний захист рослин в системі органічного землеробства. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 2 (25). С. 167-183.
2. Андрійчук Т.О., Скорейко А.М., Кувшинов О.Я. Оцінка фітосанітарного стану посівів соняшнику в Західному Лісостепу України. *Захист і карантин рослин*. 2021. Вип. 67. С. 73-84
3. Анісімова Л.М. Роль мікроелементів у живленні сільськогосподарських культур. *Актуальні проблеми та наукові звершення молоді на початку Третього тисячоліття: зб. матеріалів IV науково-практичної конференції студентів, магістрантів та аспірантів*. Докучаєвське, Старобільськ, 14 листопада 2019 р. Харків: ФОП Бровін О.В., 2019. С. 16–19.
4. Бегека А.Д., Злотін О.З., Бойчук Ю.Д., Чепурна Н.П., Кириленко В.О. Лабораторні культури комах. Харків: ХДПУ, 1996. 384 с.
5. Белецкий Е.Н., Станкевич С.В., Немерицкая Л.В. Современные представления о динамике популяций насекомых: прошлое, настоящее, будущее. Синергетический подход. *Вести ХНАУ им. В.В. Докучаева. Сер. «Фитопатология и энтомология»*. 2017. Вып. 1–2. С. 22–33.
6. Берест З.Л., Титар В.М. Робінієва крайова галиця (*Obolodiplosis robiniae* (Diptera, Cecidomyiidae)). Можливість подальшого розширення ареалу в Україні. *Карантин і захист рослин*. 2007. №7. С.24–26.
7. Берриман А. Защита леса от насекомых-вредителей. Москва: Агропромиздат, 1990. 288 с.
8. Білоножко В.Я., Дерій С.І., Полторецький С.П., Полторецька Н.М. Оцінка підходів до управління агроєкосистемами і фітосанітарним станом посівів з метою збереження біорізноманіття в агроландшафтах. *Вісник Черкаського університету*. 2015. №19. С. 19-27
9. Болтянська, Н. І. Проблеми і перспективи розвитку інформаційних технологій в сільському господарстві. *Праці Таврійського державного*

агротехнологічного університету: *Технічні науки*. 2020. Вип. 20. Т – 4. С. 175-185

10. Борзих О.І. Наукове обґрунтування попередження фітосанітарних ризиків у трансформованих біоценозах. *Карантин і захист рослин*. 2020. № 4-6. С. 3–7. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2020.4-6>

11. Борзих О.І., Ретьман С.В. Пріоритетні напрями наукових досліджень у захисті рослин. *Вісник аграрної науки*. 2012. №12 (718). С. 22-25

12. Борзих О.І., Федоренко В.П. Сучасні проблеми фітосанітарного стану агробіоценозів в Україні. *Захист і карантин рослин*. 2016. Вип. 62. С. 3-17

13. Борисенко В.В. Вплив умов вирощування на формування листкової поверхні і фотосинтетичний потенціал посіву гібридів соняшника. *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 117. С. 16–21. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.3>

14. Борисенко В.В., Новак А.В., Калієвський М.В. Вплив густоти посіву та ширини міжрядь на урожайність ранньостиглих гібридів соняшника. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 103. С. 3–9.

15. Васильев А.Г. Концепция морфониш и эволюционная экология. Москва : Издательство «КМК», 2021. 315 с.

16. Васильев В.В., Зацерковский В.А. Расчетный метод определения эффективности химических мер борьбы с вредителями. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. В 3-х т. – Київ.: Урожай, 1989. Т.3 С. 400-402

17. Влияние минеральных удобрений на насекомых / В. Ф. Самерсов, С. Л. Горювая; под ред. Н. Г. Берима. - Минск: Наука и техника, 1976. - 135 с.

18. Вожегова Р.А., Коковіхін С.В., Нестерчук В.В. Динаміка показників продукційного процесу рослин соняшнику залежно від гібридного складу, густоти стояння рослин та мікродобрив. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 98. С. 35–41.

19. Гамаюнова В.В., Касаткина Т.О., Бакланова Т.В. Оцінка ефективності використання біопрепаратів у вирощуванні ячменю ярого в умовах

- Південного Степу України. *Agrology*. 2021. Т.4. №2. С. 65–70.
DOI: <https://doi.org/10.32819/021008>
20. Гамаюнова В.В., Кудріна В.С. Формування продуктивності соняшнику під впливом позакореневих підживлень сучасними біопрепаратами в умовах Південного Степу України. *Agrology*. 2020. Том 3. № 4. С. 225–231.
DOI: <https://doi.org/10.32819/020027>
21. Головки В.А., Чепурная Н.П., Злотин А.З. Селекция и контроль качества культур насекомых. Харьков: РИП «Оригинал», 1995. 176 с.
22. Голубенко І.А., Савельєва О.М., Попович О.Б. Особливості вирощування соняшнику в умовах Півдня України. *Охорона ґрунтів*. 2020. Вип. 10. С. 184–191.
23. Горах О.С., Сендецький В.М. Оптимізація продукційного процесу агроценозу соняшника за використання регуляторів росту. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. №5 (75). DOI:<http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.05.010>
24. Горбатюк Е.М. Біометричні показники гібридів соняшнику за різних строків сівби та ширини міжрядь. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 104. С. 35–40.
25. Горновська С.В. Основні шкідники соняшнику в умовах Степу України. *Карантин і захист рослин*. 2015. №9. С. 14-16.
26. Горновська С.В., Федоренко В.П. Шкідники посівів соняшнику в Північному Степу України. *Захист і карантин рослин*. 2014. Вип. 60. С. 81-85.
27. Гук Т.І. Соняшникова шипоноска. *Карантин і захист рослин*. 2007. № 11. С. 23-24.
28. Гуска С.В. Урожайність соняшнику залежно від використання біопрепаратів та мікродобрив. *Ефективне функціонування екологічно-стабільних територій у контексті стратегії стійкого розвитку: агроекологічний, соціальний та економічний аспекти : матеріали ІV міжнародної науково-практичної інтернет-конференції*. Полтава, 18 грудня 2020 р. Полтава, 2020. С. 110–113.

29. Данилко В.К., Тарасович Л.В. Агрохімічний сервіс: реалії та перспективи: монографія. Житомир: ЖДТУ, 2012. 251 с.
30. Дем'янюк М. Захист соняшнику від шкідників інсектицидами компанії «Сингента». 2019. Режим доступу:<https://www.syngenta.ua/news/sonyashnik/zahist-sonyashniku-vid-shkidnikov-insekticidami-kompaniyi-singenta>
31. Дем'янюк М.М., Яковлев Р. В., Хирлюк М.Р. Ефективність інсектицидів проти південної соняшникової шипоноски. *Карантин і захист рослин*. 2009. № 7. С. 4 -7.
32. Деркач, О., Шестаков, Т. і Крутоус, Д. Технічне та технологічне забезпечення цифрових технологій у рослинництві. *Науковий журнал: Інженерія природокористування*. 2021 2(16), с. 120-127. doi: 10.37700/enm.2020.2(16).120-127.
33. Добровольский Б.В. Вредные жуки. Ростов-на-Дону: Ростовское областное книгоиздательство, 1951. 456 с.
34. Добровольский Б.В. Фенология насекомых. Москва: Высшая школа, 1969. 232 с.
35. Довгань С.В. Біологізація землеробства – головна альтернатива глобальній екологічній кризі. *Карантин і захист рослин*. 2017. № 4-6. С. 22–23.
36. Докинз Р. Эгоистичный ген. – М.: Мир, 1993. – 320 с.
37. Доля М.М., Сахненко В.В., Мороз С.Ю. Біологічні особливості формування ґрунтових шкідників соняшнику в Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 106. С. 33-42.
38. Домарацький Є.О., Добровольський А.В., Базалій В.В., Пічура В.І., Домарацький О.О. Соняшник: екологічні шляхи оптимізації його живлення: монографія. Херсон : Олді-плюс, 2020. 160 с.
39. Домарацький Є.О., Козлова О.П. Економічне обґрунтування використання екологічнобезпечних препаратів у технологічних схемах вирощування соняшника. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 111. С. 60–68. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.8>

40. Домарацький Є.О., Козлова О.П. Економічне обґрунтування використання екологічнобезпечних препаратів у технологічних схемах вирощування соняшника. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 111. С. 60-68
41. Домарацький Є.О., Козлова О.П., Домарацький О.О. Вплив рістрегулюючих речовин біологічного походження на формування надземної біомаси рослин соняшника. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 106. С. 43–51.
42. Домарацький О.О., Сидякіна О.В., Іванов М.О., Добровольський А.В. Біопрепарат нового покоління Хелафіт у технології вирощування гібридів соняшнику на Півдні України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 98. С. 51–56.
43. Єременко О. А. Продуктивність гібридів соняшнику (*Helianthus annuus* L.) в умовах Південного Степу України. *Збірник наукових праць Національного наукового центру «Інститут землеробства НААН»*. 2017а. Вип. 1. С. 127–139.
44. Єременко О. А. Продуктивність соняшнику залежно від мінерального живлення та передпосівної обробки насіння за умов недостатнього зволоження. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017б. № 3. С. 25–30.
45. Єременко О. А., Каленська С. М., Калитка В. В. Вплив регулятора росту рослин АКМ на врожайність та якість насіння гібридів соняшнику на ділянках гібридизації в умовах південного Степу України. *Світові рослинні ресурси: стан та перспективи розвитку: III Міжнародна науково-практична конференція, присвячена 15-річчю створення Українського інституту експертизи сортів рослин*, м. Київ, 07 червня 2017 року: тези доповіді. Вінниця, 2017. С. 189–190.
46. Єременко О. А., Калитка В. В. Вплив РРР на ріст, розвиток та формування врожаю соняшнику в умовах Південного Степу України: [електронний ресурс]. *Наукові доповіді Національного університету біоресурсів*

і природокористування України. 2016. № 1 (58). Режим доступу до журналу: http://nd.nubip.edu.ua/2016_1/13.pdf

47. Єременко О. А., Калитка В. В. Урожайність соняшнику залежно від агрометеорологічних умов Запорізької області. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2017в. № 24. С. 156–165.

48. Єременко О. А., Калитка В. В., Каленська С. М. Вплив регулятора росту на ріст, розвиток рослин і формування врожаю гібридів соняшнику (F1) в умовах Південного Степу України. *Plant Varieties Studying and protection*. 2017. Vol. 13 № 2. P. 141–149. Doi: 10.21498/2518-1017.13.2.2017.105395

49. Єременко О. А., Покопцева Л. А. Застосування методу багатокритеріальної оптимізації для вибору оптимального гібриду соняшнику за умов вирощування у зоні Степу України. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: агрономія і біологія*. 2017. № 9 (34). С. 121–125.

50. Єременко О.А. Особливості фотосинтетичної діяльності гібридів соняшника (*Helianthus annuus* L.) (F1) залежно від дії регулятора росту рослин в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 98. С. 57–64.

51. Єременко О.А., Каленська С.М., Калитка В. В., Малкіна В. М. Урожайність соняшнику залежно від агрометеорологічних умов південного Степу України. *Агробіологія*. 2017. № 2 (135). С. 123–130.

52. Єременко О.А., Тодорова Л.В., Покопцева Л.А. Вплив погодних умов на проходження та тривалість фенологічних фаз росту та розвитку олійних культур. *Таврійський науковий вісник*. 2017. Вип. 99. С. 59–64.

53. Жуков О.В. Форморфи в системі екоморф ґрунтових тварин. *Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна. Серія «Біологія»*. 2015. Т.25. С. 254-266.

54. Жуков О.В., Писаренко П.В., Кунах О.М., Дяченко О.Ю. Роль ландшафтного різноманіття у динаміці чисельності популяцій шкідників цукрового буряку у Полтавській області. *Вісник Дніпропетровського університету. Серія : Біологія. Екологія*. 2015. Вип. 23(1). С. 21–27.

55. Загайкевич И.К. Семейство усачи – Cerambycidae. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. Т.2. Киев : Урожай, 1988. С. 5–27.
56. Запорожченко В.Ю., Шепель А.В., Ткачук А.В. Створення нейронних мереж продуктивності люцерни в степовій зоні України. *Agrology*, 2019. Том 2. №1. С. 47-50. DOI: <https://doi.org/10.32819/2617-6106.2018.14017>
57. Злотин А.З. Техническая энтомология. Справочное пособие. Киев: Наукова думка, 1989. 184 с.
58. Злотин А.З., Головкин В.А. Экология популяций и культур насекомых. Харьков: РИП «Оригинал», 1998. 232 с.
59. Каленська С.М., Гарбар Л.А., Горбатюк Е.М. Роль регламентів сівби у формуванні фітометричних показників соняшнику. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 113. С. 49–54. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.113.7>
60. Каленська С.М., Горбатюк Е.М., Грабар Л.А. Особливості розвитку кореневої системи соняшнику за різних регламентів сівби. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 100. Т.1. С. 78–80.
61. Классификация климата Кёппена. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Классификация_климатов_Кёппена.
62. Клечковський Ю.Е., Глушкова С.О. Бавовникова совка – небезпечний шкідник сільськогосподарських культур. *Карантин і захист рослин*. 2017. № 10-12. С. 1–3.
63. Клечковський Ю.Е., Немцу Є.Ф. Застосування меброкарбонових сумішей проти південноамериканської томатної молі. *Карантин і захист рослин*. 2018. № 11-12. С. 8–11.
64. Клечковський Ю.Е., Юдицька І.В. Біофенологія фруктової смугастої молі (*Anarsia lineatella* Zell.) на півдні України. *Карантин і захист рослин*. 2021. № 1. С. 10–14. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2021.1>

65. Коваленко О.А., Чернова А.В. Вплив норм висіву насіння, біопрепаратів і мікродобрих на формування висоти рослин сортів і гібридів сорго цукрового в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 101. С. 59–67.
66. Коваль Г.В., Калієвський М.В., Єщенко В.О., Накльока Ю.І. Вплив інтенсивності основного обробітку ґрунту на поширення шкідників у посівах ярих культур п'ятипільної сівозміни. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 103. С. 62–69.
67. Козлова О.П. Формування врожайності гібридів соняшнику залежно від фунгіцидів біологічного походження та стимуляторів росту. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 102. С. 52–57.
68. Коренчук Є. В., Фокін А. В., Дрозда В. Ф. Конструювання системи регулювання чисельності комплексу пластинчастовусих (Scarabaeidae, Melolonthinae) фітофагів. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 111. С. 88-95.
69. Коренчук Є. В., Фокін А. В., Дрозда В. Ф. Порогове рівняння шкідливості личинок пластинчастовусих (Scarabaeidae, Melolonthinae) фітофагів. *Збірник наук. праць Уманського НУС. Агрономія*. 2019. Вип. 95. Ч.1. С. 226-236.
70. Коренчук Є., Дрозда В. Ф. Розподіл порогових значень шкідливості личинок пластинчастовусих фітофагів у часі. *Карантин і захист рослин*. 2019. № 5-6. С. 16-19.
71. Корнійчук М.С. Моніторинг фітосанітарного стану польових культур в технологічних дослідах. *Землеробство*. Вип. 1. 2017. С. 93-108
72. Крутякова В.І., Бельченко В.М., Беспалова І.М., Молчанова О.Д., Барабаш А.Д., Шейкін Б.М., Маркіна Т.Ю., Чернова І.С., Білоусов Ю.В., Сапожнікова М.М., Лімарь І.В., Баркар В.П., Лешишак О.В., Бархатова Н.О. Масове розведення ентомокультур у програмах біологічного захисту рослин : монографія. Київ : Аграрна наука, 2020. 276 с.
73. Крутякова В.І., Беспалов І.М., Молчанова О.Д., Лобан Л.Л. Інженерно-технологічні інновації у виробництві ентомологічних та

мікробіологічних засобів захисту рослин : монографія. Одеса : Фенікс, 2017. 196 с.

74. Кунах О.М., Прокопенко О.В., Жуков О.В. Перевірка теорії екологічних ніш та теорії нейтральності на прикладі населення павуків. *Вісник Донецького національного університету. Серія А : «Природничі науки»*. 2009. Вип. 2. С.22-27.

75. Литвин О. П., Федоренко А.В., Федоренко В.П. Небезпечний шкідник – південна соняшникова шипоноска. *Агроном*. 2012. № 4. С. 72-75.

76. Литвин О. П., Федоренко А.В., Федоренко В.П. Новий – старий шкідник соняшника. *Карантин і захист рослин*. 2012. № 7. С. 11–13.

77. Любищев А. А. К методике количественного учета и районирования насекомых. Фрунзе: Тип. АН Киргизской ССР, 1958. 168 с.

78. Макогоненко С.Ю., Баранов В.І. Модифікація дії регулятора росту Стимпо на рослини соняшнику за їх росту на техноземах з додаванням бору і молібдену. *Сьогодення біологічної науки: матеріали II Міжнародної наукової конференції*. Суми, 9–11 листопада 2018 р. Суми : ФОП Цьома С.П., 2018. С. 144–145.

79. Макуха О.В. Особливості життєвого циклу клопа шкідливої черепашки в умовах Півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 117. С. 101–108. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.117.14>

80. Макуха О.В. Система фітосанітарного моніторингу шкідників ріпаку озимого в умовах півдня України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 114. С. 69–77. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.10>

81. Маркина Т.Ю. Гомеостатические свойства искусственных популяций насекомых и способы управления их состоянием : монографія. Харьков: Планена-Прінт, 2019. 380 с.

82. Маслійов С.В., Степанов В.В., Зіновий О.Б. Вплив основного обробітку ґрунту на продуктивність соняшнику в умовах Луганської області. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 112. С. 111–115. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.15>

83. Медвідь В.С. Ентомофауна пшениці озимої у правобережному Лісостепу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2020. Вип. 3. С. 96-104. DOI: 10.31521/2313-092X/2020-3(107)
84. Мельник В.І., Романащенко О.А., Циганенко М.О., Фесенко Г.В., Калюжний О.А., Качанов В.В., Романащенко І.О. Використання органічних добрив: економічно-екологічні аспекти. *Науковий журнал «Інженерія природокористування»*. 2020. № 3 (17). С. 29–34.
85. Мельник Ю.С. Климат и произрастание подсолнечника. Ленинград: Гидрометеиздат, 1972. 143 с.
86. Мельничук Ф.С., Алексеева С.А., Гордієнко О.В., Шатковська К.Б. Вплив зрошення на розвиток совки озимої в посівах пшениці озимої та кукурудзи. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2020. №1 (83). DOI: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2020.01.003>
87. Мороз М.С. Основи технічної ентомології. Київ: Компрінт, 2019. 462 с.
88. Мостов'як І.І. Екологічна парадигма інтегрованого захисту рослин. *Карантин і захист рослин*. 2019. № 4-6. С. 12–16.
89. Односум В.К. Семейство горбатки или шипоноски – Mordellidae. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. Т.1. Киев : Урожай, 1987. С. 416–418.
90. Олійник К.М., Блажевич Л.Ю., Буслаєва Н.Г. Вплив технологій вирощування на урожайність пшениці озимої в північному Лісостепу. *Збірник наукових праць Інституту землеробства УААН*. К.: ЕКМО, 2018. Вип. 4. С. 15–23.
91. Омелюта В.П., Григорович І.В., Чабан В.С., Підоплічко В.Н. та ін. Облік шкідників і хвороб сільськогосподарських культур. Київ: Урожай, 1986. 296 с.
92. Пахомов А.Е., Кунах О.Н., Жуков А.В., Балюк Ю.А. Пространственная организация экологической ниши почвенной мезофауны

урбозема. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія*. 2013. V. 21. № 3. С. 51-57.

93. Піньковський Г.В., Мащенко Ю.В. Вплив елементів живлення на родючість ґрунту та продуктивність соняшнику в Правобережному Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 107. С. 145–150. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.19>

94. Покопцева Л. А., Єременко О. А. Побудування ранжируваного ряду для різних гібридів соняшнику, вирощених в умовах Степу України. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2017. № 4(96). С. 98–107.

95. Покопцева Л.А., Богославський Є.В. Продуктивність соняшнику гібриду Андромеда за дії мікроелементів в умовах Степу України. *Розвиток аграрної галузі та впровадження наукових досліджень у виробництво: матеріали доповідей Міжнародної науково-практичної конференції*. Миколаїв, 16–18 жовтня 2019 р. Миколаїв, 2019. С. 66–67.

96. Попова Л.В., Гуляєва І.І., Немерицька Л.В., Журавська І.А. Поява небезпечного шкідника цикадки білої (*Metcalfa pruinosa* Say) на Півдні України. *Карантин і захист рослин*. 2018. № 4-5. С. 8–10.

97. Рожкован В. Найпоширеніші шкідники соняшнику. *Пропозиція*. 2012. № 6. С. 70-76.

98. Розборська Л.В. Агроекологічне обґрунтування впливу різних норм гербіциду Дербі на фітосанітарний стан пшениці озимої. *Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства : матер. ІХ Всеукраїнської науково-практичної інтернет-конференції*, 15 жовтня 2020 р. Умань : Уманський НУС, 2020. С. 4–8.

99. Розборська Л.В., Заболотний О.І., Леонтюк І.Б., Парубок М.І., Даценко А.А. Особливості хімічного захисту посівів пшениці озимої з метою підвищення її продуктивності в умовах екологізації. *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 118. С. 359–368. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.46>

100. Руденко М.В. Реалізація цифрових технологій на стадіях виробництва сільськогосподарської продукції. Збірник наукових праць Черкаського державного технологічного університету. Серія: Економічні науки. 2020. Вип. 56. С. 121-131.

101. Сахаров Н.Л. Вредные насекомые Нижнего Поволжья. Саратов: Саратовское областное книгоиздательство, 1947. 424 с.

102. Сахненко В.В. Моніторинг комплексу шкідливих організмів при вирощуванні пшениці озимої із застосуванням ресурсощадних технологій в Степу і Лісостепу України. Збірник статей науково-практичної конференції, м. Житомир, 20-21 січня 2016 року. – Житомир Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. 2016. С. 204-208

103. Сахненко В.В. Оптимізація захисту пшениці озимої від злакових мух (*Chloropidae*) в Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП України*. 2018. №6(76).<http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Dopovidi/article/view/dopovidi2018.06.019/10785>

104. Сахненко В.В., Сахненко Д.В. Вплив ресурсощадних технологій обробітку ґрунту на заселення і пошкодження пшениці озимої шкідливими видами комах-фітофагів у Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019а. Вип. 108. С. 86–91. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.12>

105. Сахненко В.В., Сахненко Д.В. Динаміка розвитку і розмноження комах-фітофагів у посівах пшениці озимої. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 112. С. 144–149. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.112.20>

106. Сахненко В.В., Сахненко Д.В. Комплексні пороги шкодочинності ґрунтових фітофагів і особливості захисту зернових культур в Лісостепу України. *Науковий журнал «Рослинництво та ґрунтознавство»* 2018. № 286. С.339-347

107. Сахненко В.В., Сахненко Д.В. Контроль та управління ентомокомплексом шкідливих комах-фітофагів, їх розвиток та розмноження на посівах пшениці озимої в Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019б. Вип. 110. Т.1. С. 137–141. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-1.18>

108. Сахненко В.В., Сахненко Д.В. Обґрунтування біологічних і хімічних заходів щодо контролю комплексу фітофагів на пшениці озимій у Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 111. С. 131–136. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.18>
109. Сахненко В.В., Сахненко Д.В. Особливості виживання та розвитку злакових (Chloropidae) та квіткових мух (Anthomyidae) на пшениці озимій у Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 105. С. 141–146.
110. Сендецький В.М. Продуктивність соняшнику при застосуванні регуляторів росту в адаптивній технології його вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2018а. Вип. 101. С. 98–104.
111. Сидякіна О.В., Павленко С.Г. Ефективність застосування мікроелементів у системі живлення рослин соняшнику (огляд літератури). *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 118. С. 152–158. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.19>
112. Скрипник Н.В. *Drosophila suzukii* – небезпечний інвазійний вид для плодових і ягідних культур. *Карантин і захист рослин*. 2018а. № 8. С. 16–18.
113. Скрипник Н.В. Коричнево-мармуровий клоп (*Halyomorpha halys* Stal). *Карантин і захист рослин*. 2019. № 7-8. С. 1–4.
114. Скрипник Н.В. Чи існує загроза поширення в Європі ясеневі смарагдової вузькотілої та бронзової березової златок? *Карантин і захист рослин*. 2018б. № 11-12. С. 5–7.
115. Скрипник Н.В., Макарус О.М. Фітосанітарна безпека України. *Карантин і захист рослин*. 2018в. № 9-10. С. 1–4.
116. Скрипник Н.В., Марь'єва О.М. Східна каштанова горіхотворка – небезпечний шкідник каштанів. *Карантин і захист рослин*. 2019. № 4-6. С. 5–8.
117. Станкевич С.В. Аналіз ринку пестицидів України. *Вісник Харківського Національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. Серія «Ентомологія та фітопатологія»*. Харків. 2019. №. 1–2. С. 155–191.

118. Станкевич С.В. Захист ріпаку ярого від хрестоцвітих блішок. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 110. Т.1. С. 157–180. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-1.21>
119. Станкевич С.В. Зміна парадигми у захисті олійних капустианих культур від ріпакового квіткоїда за останні 140 років. *Вісник Харківського Національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. Серія «Ентомологія та фітопатологія»*. Харків. 2018. №1–2. С. 127–145.
120. Станкевич С.В., Белецкий Е.Н. Алгоритмы прогнозирования и пределы предсказуемости массовых размножений вредных насекомых согласно методологии нелинейной динамики. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 111. С. 273–284. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.37>
121. Станкевич С.В., Белецкий Е.Н. Блуждание массовых размножений вредных видов насекомых в пределах ареала. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 110. Т.1. С. 147–156. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-1.20>
122. Станкевич С.В., Белецкий Е.Н., Забродина И.В. Циклически-нелинейная динамика природных систем и проблемы прогнозирования : монография. Ванкувер : Accent Graphics Communications & Publishing, 2019. 232 с.
123. Станкевич С.В., Вільна В.В. Ефективність хімічного захисту ріпаку ярого й гірчиці від хрестоцвітих клопів. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 114. С. 90–118. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.13>
124. Станкевич С.В., Забродина І.В. Аналіз ємності ринку і основних операторів засобів захисту рослин в Україні у 2017–2018 рр. Частина 1: Імпорт. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Вип. 114. С. 118–134. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.114.14>
125. Станкевич С.В., Забродина І.В. Економічні пороги шкідливості основних шкідників сільськогосподарських культур. Харків : ХНАУ, 2016. 24 с.
126. Станкевич С.В., Забродина І.В., Бондаренко С.В. Ефективність хімічного захисту ріпаку ярого й гірчиці від ріпакового квіткоїда. *Таврійський*

науковий вісник. 2021. Вип. 118. С. 159–176. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.20>

127. Судденко Ю.М., Мурашко Л.А., Муха Т.І., Гуменюк О.В., Новицька Н.В. Моніторинг ентомокомплексу сортів пшениці озимої за ступенем заселення та пошкодженням шкідниками. *Аграрні інновації*. 2022. №14. С. 167-172. <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2022.14.24>.

128. Тамарина Н.А. Основы технической энтомологии. Москва: Издательство МГУ, 1990. 208 с.

129. Танский В. И. Биологические основы вредоносности насекомых. Москва : ВО «Агропромиздат», 1988. 184 с.

130. Тимчук В.М., Петренкова В.П. Генезис і перспектива фітосанітарного моніторингу в системі трансферу цілісних технологій. *Вісник аграрної науки*. 2017. Т. 95, №12. С. 22-29

131. Тітова Л.Г., Клечковський Ю.Е., Палагіна О.В. *Eutetranychus orientalis* Klein (східний павутинний кліщ) – аналіз фітосанітарного ризику для України. *Карантин і захист рослин*. 2020. № 1. С. 1–4. DOI: <https://doi.org/10.36495/2312-0614.2020.01.1-4>

132. Тітова Л.Г., Клечковський Ю.Е., Палагіна О.В. *Oeomona hirta* Fabricius. Аналіз фітосанітарного ризику для України. *Карантин і захист рослин*. 2017а. № 7-9. С. 12–14.

133. Тітова Л.Г., Клечковський Ю.Е., Палагіна О.В. Аналіз фітосанітарного ризику для України *Cydia inopinata* Heinrich. *Карантин і захист рослин*. 2019. № 4-6. С. 1–4.

134. Тітова Л.Г., Клечковський Ю.Е., Палагіна О.В. Небезпека поширення східної вишневої мухи *Rhagoletis cingulate* Loew в Україні. *Карантин і захист рослин*. 2017. № 1-3. С. 2–4.

135. Ткаленко Г.М., Борзих О.І., Ігнат В.В. Сучасний стан застосування біологічних засобів захисту рослин в агроценозах України. *Вісник аграрної науки*. 2020. №12(813). С. 18-25.

136. Трибель С. О., Сігарьова Д. Д., Секун М. П., Іващенко О. О. Методики випробування і застосування пестицидів. Київ: Світ, 2001. 448 с.
137. Фокін А. В. Визначення комплексних порогів шкідливості ґрунтових фітофагів. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. 2006. Вип.102. С. 143–146.
138. Фокін А. В. Визначення ступеня фітофагії у ґрунтових комах. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. Київ. 2007. Вип.105. С. 156-161.
139. Фокін А. В. Ґрунтові фітофаги: енергетична концепція визначення рівнів та порогів шкідливості. Київ : Видавництво «Колобiг», 2008. 152 с.
140. Фокін А. В. Оптимальний рівень втрат урожаю для визначення порогів шкідливості ґрунтових фітофагів. *Науковий вісник Національного аграрного університету*. Київ. 2007. Вип.109. С. 139-146.
141. Фокін А. В. Основні принципи групування шкідників для визначення комплексних порогів шкідливості. *VII з'їзд Укр. ентомол. тов. : тези доп. з'їзду* (м. Ніжин, 14–18 серпня 2007 р.). Ніжин, 2007б. С. 146.
142. Фокін А. В. Оцінювання рівнів шкідливості ґрунтових фітофагів за допомогою теореми мінімакса. *Вісник Харківського Національного аграрного університету ім. В.В. Докучаєва. Серія «Ентомологія та фітопатологія»*. Харків. 2013. №10. С. 174-178.
143. Фокін А. В. Принципи фрактальної фітосанітарної діагностики агроценозу. *Карантин і захист рослин*. 2015. №4. С.16-18.
144. Фокін А.В. Їздець *Latibulus argiolus* Rossi. Поведінка та екологія. Київ: Вид-во «Колобiг», 2005. 80 с.
145. Фокін А.В. Оптимізація структури захисту рослин від шкідників. Київ: Вид-во «Колобiг», 2011. 144 с.
146. Фокін А.В. Прогнозування фантомних ареалів карантинних фітофагів в умовах зміни клімату. *Карантин і захист рослин*. 2016. №1. С.15–16.

147. Фокін А.В. Процедура коригування прогнозних моделей поширення карантинних фітофагів в умовах змін клімату. *Карантин і захист рослин*. 2015. №10. С.15–17.
148. Фокін А.В., Доля М.М., Веріжнікова І.В. Прогноз та реконструкція інвазій комах-фітофагів. Київ: Фенікс, 2017. 184 с., іл.
149. Фокін А.В., Доля М.М., Дрозда В.Ф. Прогнозування популяційної динаміки фітофагів в агроекосистемах за допомогою ланцюгів Маркова. *Agrology*. 2019. Том 2. №2. С. 100–105. DOI: <https://doi.org/10.32819/019014>
150. Фокін, А. Оцінка ризику акліматизації кукурудзяної листкової совки у Європі. *Науковий вісник Ужгородського університету : Серія: Біологія*. 2010. Вип. 29. С. 37-40
151. Центило Л.В. Біологічна активність ґрунту за різних систем удобрення соняшнику та обробітку ґрунту. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 108. С. 117–122. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.16>
152. Чабан В.С. Вредители подсолнечника. В кн. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. Том 3. Киев: Урожай, 1989. С.215-217.
153. Шарковська С.В. Теоретичні засади розвитку ринку соняшнику в Україні. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Економіка, аграрний менеджмент, бізнес*. 2017. Вип. 260. С. 367–374.
154. Шахова Н.М., Шаповалов А.І. Лучний метелик в умовах Південного Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 118. С. 206–212. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.25>
155. Шахова Н.М., Шаповалов А.І. Особливості біології, шкодочинності клопа шкідлива черепашка та заходи захисту озимої пшениці в південному Степу. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 100. Т. 2. С. 137–142.

156. Шибаніна О.В., Клочан В.П., Клочан І.В., Тищенко С.І., Могильницька А.М., Крайній В.О., Хилько І.І. Оптимізаційні методи та моделі. Миколаїв : МНАУ, 2020. 135 с.
157. Шелудько О.Д., Марковська О.Є. Економічна оцінка елементів систем захисту зрошуваної кукурудзи від шкідливих організмів. *Таврійський науковий вісник*. 2012. №80 ч. 2. С. 280-284.
158. Щеголев В.Н., Струкова М.П. Насекомые, вредящие масличным культурам. Москва-Ленинград: Государственное издательство сельскохозяйственной и колхозно-кооперативной литературы, 1931. 224 с.
159. Averchev O.V., Nikitenko M.H., Yosypenko I.V. The biological methods of disease combating and pests on millet crops. *Таврійський науковий вісник*. 2021. Вип. 118. С. 3–9. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.1>
160. Barzman M.S., Bertschinger L., Dachbrodt-Saaydeh S., Graf B. and other. IPM policy, research and plementation: European initiatives. *Integrated pest management, experiences with implementation, global overview*. V. 4. London: Springer. 2014. P. 415–428.
161. Basappa, H. Biodiversity of Biocontrol Agents in Sunflower Ecosystem. *Journal of Biological Control*. 2011. №25(3), 182–187. <https://doi.org/10.18311/jbc/2011/3719>
162. Bockerhoff E. G., Liebhold A. M. Ecology of forest insect invasions. *Biol. Inv.* 2017. 19. P. 3141–3159. DOI: 10.1007/s10530-017-1514-1
163. Busi R., Girotto M., Povles S. B. Response to low-dose herbicide selection in self-pollinated *Avena fatua*. *Pest Management Science*. 2016. Vol. 72, Iss. 3. P. 603–608. DOI: 10.1002/ps.4032.
164. Eschen R., Roques A., Santini A. Taxonomic dissimilarity in patterns of interception and establishment of alien arthropods, nematodes and pathogens affecting woody plants in Europe. *Div. Distrib.* 2015. 21. P. 36–45. DOI: 10.1111/ddi.12267
165. Fedorenko V., Medvid Y. The features of biology of *Harmonia axyridis* Pall. and the most common species of coccinellids in Ukraine agrocenosis. 2020,

«EUREKA: Life Sciences», Number 5, P. 21-28. doi: 10.21303/2504-5695.2020.001431

166. Fourouzan M., Farrokh-Eslamlou M. A. Bio-control of *Eurygaster integriceps* (Hemiptera: Scutelleridae) using its egg parasitoid, *Trissolcus grandis* (Hymenoptera: Scelionidae) in wheat fields of West Azarbaijan, Iran. *Open Access Journal Science*. 2018. Vol. 2 (3). P. 200–202. DOI: 10.15406/oajs.2018.02.00071.

167. Gamajunova V.V., Kuvshinova A.O., Kudrina V.S., Sydiakina O.V. Influence of biologics on water consumption of winter barley and sunflower in conditions of Ukrainian Southern Steppe. *Innovative Solutions In Modern Science*. New York. TK Meganom LLC. 2020. № 6 (42). P. 149–176.

168. Haack R.A., Baranchikov Y., Bauer L.S., Poland T.M. Emerald Ash Borer Biology and Invasion History. In: Biology and control of emerald ash borer. 2015. The entire publication is available online at: https://www.fs.fed.us/nrs/pubs/jrnl/2015/nrs_2015_haack_001.pdf

169. Łagowska B., Golan K., Kot I., Kmieć K., Górski-Drabik E., Goliszek K. Alien and invasive scale insect species in Poland and their threat to native plants. *Bulletin of Insectology*. 2015. 68 (1). P. 13-22.

170. Lu J.B., Li S.P., Wu Y.J., Jiang L. Are Hong Kong and Taiwan stepping-stones for invasive species for the mainland of China? *Ecol. Evol.* 2018. 8. P. 1966–1973. DOI: 10.1002/ece3.3818

171. Lu M., Sun J. H. “Biological Invasions in forest ecosystems in China”, in *Biological Invasions and its Management in China*, eds. F. H. Wan and M. X. Jiang. 2017: Dordrecht: Springer Business Media B.V. P. 53–66.

172. Lutyska N.V., Stankevych S.V., Zabrodina I.V. et al. Soybean insect pests: a review of Ukrainian and world data. *Ukrainian journal of ecology*. 2019. № 9 (3). P. 262–274.

173. Moskalets’ T.Z., Kalinichenko A.V., Moskalets’ V.V. Sinecological fundamentals of manifestation of tolerance of new genotypes of tribus Triticeae on influence of *Eurygaster integriceps* Put. *Bulletin of Agricultural Science*. 2016. P. 52–56. DOI: 10.31073/agrovisnyk201604-12.

174. Naconechna Yu.O., Stankevych S.V., Zabrodina I.V. et al. Distribution area of *Hyphantria cunea* Drury: the analysis of Ukrainian and world data. *Ukrainian journal of ecology*. 2019. № 9 (3). P. 262–274.
175. Qi G.J., Lu L.H. Species characteristics and invasion status of major harmful alien insects in the tropic area of China since 2000. *J. Env. Entomol.* 2018. 40. P. 749–757.
176. Roques A. Drivers and pathways of forest insect invasions in Europe, can we predict the next arrivals? *Atti Accad. Naz. Ital. Entomol.* 2015. 53. P. 145–150.
177. Schowalter, T. D. 2006. Insect ecology: An ecosystem approach. 2nd Edition. Academic Press, Burlington, MA
178. Schühli G.S.E., Penteadó S.C., Barbosa L.R., Reis Filho W., Iede, E.T. A review of the introduced forest pests in Brazil. *Pesqui. Agropec. Bras.* 2016. 51. P. 397–406. DOI: 10.1590/S0100-204X2016000500001
179. Stankevych S.V., Baidyk H.V., Lezhenina I.P. et al. Wandering of mass reproduction of harmful insects within the natural habitat. *Ukrainian journal of ecology*. 2019. № 9 (4). P. 578–583.
180. Stankevych S.V., Vasylieva Yu.V., Golovan L.V. et al. Chronicle of insect pests massive reproduction. *Ukrainian journal of ecology*. 2019. № 9 (1). P. 262–274.
181. Stankevych S.V., Yevtushenko M.D., Vilna V.V. Dominant pests of spring rape and mustard in the eastern Forest-Steppe of Ukraine and ecologic protection from them : monograph. Kharkiv : Publishing House I. Ivanchenko, 2020. 140 p.
182. Stankevych S.V., Yevtushenko M.D., Vilna V.V., et al. Efficiency of chemical protection of spring rape and mustard from rape blossom beetle. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2019. 9(4). P. 584–598.
183. Stankevych S.V., Yevtushenko M.D., Zabrodina I.V. et al. Pests of oil producing cabbage crops in the eastern forest-steppe of Ukraine. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2020. 10(5). P. 223–232.

184. Wan F.H., Yang N.W. Invasion and management of agricultural alien insects in China. *Annu. Rev. Entomol.* 2016. 61. P. 77–98 DOI: 10.1146/annurev-ento-010715-023916

185. Yamanaka T., Morimoto N., Nishida G.M., Kiritani K., Moriya S., Liebhold, A.M. Comparison of insect invasions in North America, Japan and their islands. *Biol. Inv.* 2015. 17. P. 3049–3061. DOI: 10.1007/s10530-015-0935-y

186. Yeremenko O. A., Kalenska S. M., Kalitka V. V. Productivity *Helianthus annuus* L. in the conditions of southern steppe of Ukraine. *Селекція – надбання, сучасність і майбутнє (освіта, наука, виробництво): Міжнародна науковопрактична конференція, присвячена 105-річчю з дня народження видатного вченого, селекціонера, Заслуженого працівника вищої школи, доктора сільськогосподарських наук, професора Зеленського Михайла Олексійовича, м. Київ, 22–24 травня 2017 року: тези доповіді. К., 2017а. С. 154–156.*

187. Yeremenko O. A., Kalensky S. M., Kalytka V.V. Sunflower productivity under the effect of AKM plant growth regulator in the conditions of the southern steppe of Ukraine. *Agricultural Science and Practice.* 2017. Vol. 4. No. 1. P. 11–19.

188. Yeremenko O. A., Kalytka V. V., Kalenska S. M., Malkina V. M. Assessment of ecological plasticity and stability of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) in Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology* [електронний ресурс]. 2018. №. 8 (1). P. 289–296. doi: 10.15421/2018_214. Режим доступу: http://ojs.mdpu.org.ua/index.php/biol/article/view/_214

189. Yeremenko O., Kalitka V. Productivity of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) under the effect if AKM plant growth regulator in the conditions low moisture of southern Steppe of Ukraine. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science.* 2016. V. 9. Issue 9. Ver. 1. P. 59–64. DOI: 10.9790/2380-0909015964

190. Zhukov A.V., Kunah O.N., Novikova V.O. The ecomorphic organization of mesopedobionts community of oak forest with the fresh grass on arena of the Dnieper river. *The Kharkov Entomol. Soc. Gaz.* 2015. 23 (2). P. 39-53.

191. Zhukov O., Kunah O.M., Dubinina Y., Novikova V. The role of edaphic and vegetation factors in structuring beta diversity of the soil macrofauna community

of the Dnipro river arena terrage. *Ekológia* (Bratislava). 2018. V. 37 (3 (48)), P. 301-327.

192. Zhukov O.V., Kovalenko D.V., Kramarenko S.S., Kramarenko A.S. Analysis of the spatial distribution of the ecological niche of the land snail *Brephulopsis cylindrica* (Stylommatophora, Enidae) in technosols. *Biosystems Diversity*. 2019. V.27 (1). P. 62-68. DOI: <https://doi.org/10.15421/011910>

193. Zhukov O.V., Kunah O.M., Dubinina Y.Y., Novikova V.O. The role of edaphic, vegetation and spatial factors in structuring soil animal communities in a floodplain forest of the Dnipro river. *Folia Oecologica*. 2018a. V. 45 (1). P. 8-23.

194. Zimaroeva A.A., Zhukov A.V., Ponomarenko A.L., Matsyura A. Ecological niche modelling of *Fringilla coelebs* Linnaeus, 1758 (Common chaffinch) using GIS tools. *Romanian journal of biology. Zool.* (Bucharest). 2015. V. 60. № 2. P. 135-146.

195. Zymaroieva A., Zhukov O., Fedoniuk T., Pinkina T., Vlasiuk V. Edaphoclimatic factors determining sunflower yield spatiotemporal dynamics in northern Ukraine. *OCL*. 2021. V. 28. №26. DOI: <https://doi.org/10.1051/ocl/2021013>

ДОДАТКИ

ПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних

1. Доля М.М., **Мороз С.Ю.**, Марковська О.Є. Методологічні аспекти обґрунтування заходів захисту сільськогосподарських культур від шкідників при No-till в Україні. Таврійський науковий вісник №108. 2019. С.19-25. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.108.3>. (Здобувачем опрацьована література та написано частину статті).
2. Доля М.М., Мамчур Р.М., **Мороз С.Ю.** Особливості дистанційного моніторингу шкідників соняшнику. Біологічні системи: Теорія та інновації. Vol. 10, №3, 2019. С. 102-111. <http://dx.doi.org/10.31548/biologiya2019.03.102>. (Здобувачем узагальнено методи дистанційного ентомологічного моніторингу та написано частину статті).
3. **Мороз С.Ю.**, Фокін А.В. Оцінка просторового розподілу популяції соняшникової шипоноски. Біологічні системи: Теорія та інновації. Т. 12. №1. 2021 р. <http://dx.doi.org/10.31548/biologiya2021.01.009>. (Здобувачем проведено обстеження посівів соняшнику, побудовано моделі та написано статтю).
4. Фокін А.В., **Мороз С.Ю.** Оцінка шкідливості комплексу внутрішньостеблових шкідників соняшнику. Таврійський науковий вісник № 118. 2021. С. 189-199. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.23>. (Здобувачем проведено обстеження посівів, узагальнено експериментальний матеріал та написано статтю).
5. **Мороз С.Ю.**, Фокін А.В. Прогнозування фенофаз внутрішньостеблових комах-фітофагів соняшника. Таврійський науковий вісник № 119. 2021. С.73-82. <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.119.11>. (Здобувачем проведено моніторинг фітофагів у посівах соняшнику, узагальнено дані, підготовлено до друку).

6. Доля М.М., **Мороз С.Ю.**, Варченко Т.П. Особливості формування видового складу коваликів (Elateridae) у посівах соняшнику і кукурудзи в Лісостепу України. *Науковий вісник НУБіП України: Агронія*. №294. 2018 С. 226-234 <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.06.009> (Здобувачем узагальнені експериментальні дані і написано статтю).
7. Доля М.М., Фокін А.В., Варченко Т.П., **Мороз С.Ю.** Трофічні зв'язки бавовникової совки за сучасних технологій вирощування соняшнику та кукурудзи в Лісостепу України №5(75) 2018. <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2018.05.018> (Здобувачем узагальнені експериментальні дані і написано статтю).
8. **Мороз С.Ю.**, Доля М.М., Варченко Т.П. Особливості формування і регулювання видового складу чорнотілок (Tenebrionidae) у посівах соняшнику і кукурудзи в Лісостепу України. *Біологічні системи: теорія та інновації*. №1. 2019. С. 57-73. <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/editor/submission/12605> (Здобувачем узагальнені експериментальні дані і написано статтю).
9. Доля М.М., Сахненко В.В. **Мороз С.Ю.** Біологічні особливості формування популяції основних ґрунтових шкідників соняшнику в Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник* №106. 2019. С. 33-42 <http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/issue-106-2019> (Здобувачем узагальнені експериментальні дані і написано статтю).
10. Доля М.М., **Мороз С.Ю.**, Ковальська А.Т. Особливості впливу сучасних біологічних ритмів на розвиток, розмноження і контроль чисельності шкідливих видів комах. *Наукові доповіді НУБіП України*. №6 (82), 2019. <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.06.010> (Здобувачем узагальнені експериментальні дані і написано статтю).
11. Доля М.М., Сахненко В.В., **Мороз С.Ю.**, Мамчур Р.М. Особливості формувань популяції совки озимої *Agrotis segetum* Schiff. у польових сівоzmінах Лісостепу України. *Наукові доповіді НУБіП України*. №3(79), 2019. <https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.03.007> (Здобувачем узагальнені експериментальні дані і написано статтю)

12. Доля М.М., **Мороз С.Ю.**, Стороженко Н.М. Екологічне обґрунтування моніторингу та контролю чисельності озимої совки *Agrotis segetum* Schiff. у сучасних агроценозах Лісостепу України. Таврійський науковий вісник №104. 2018. С.46-52 <http://www.tnv-agro.ksauniv.ks.ua/issue-104-2018> (Здобувачем узагальнені експериментальні дані і написано статтю)

13. Доля М.М., **Мороз С.Ю.**, Ковальська А.Т. Зоогеографічні особливості розмноження шкідників польових культур в Степу і Лісостепу України. Таврійський науковий вісник № 110. Частина 1. 63-70 С <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.110-1.9> (Здобувачем узагальнені експериментальні дані і написано статтю)

Статті у зарубіжних наукових виданнях, включених до міжнародної наукометричної бази даних Scopus

14. **Moroz S.**, Fokin A. Forecasting the potential area of an invasive species *Cylindrocopturus adpersus* LeConte (Coleoptera: Curculionidae) in Ukraine. Journal of Plant Protection Research. 2022. 62(1). С. 71-77. <https://doi.org/10.24425/jppr.2022.140298>. (Здобувачем проведено обстеження посівів соняшнику, виявлено шкідника, проведена його ідентифікація, побудовано біокліматичні моделі та написано статтю).

Патенти України на корисну модель

15. Патент України № 147404 A01N63/00 A01G13/00. Спосіб біологічного захисту посівів соняшника від соняшnikової вогнівки (*Homoesoma Nebulelum* Den. Et. Schiff.) / Дрозда В.Ф., **Мороз С.Ю.**, Лісовий М.М., Доля М.М., Патица М.В., Коломієць Ю.В.// Національний університет біоресурсів і природокористування України / Подано: 27.11.2020. Опубл: 05.05.2021 (Здобувачем проведено польові дослідження посівів соняшника, здійснено статистичну обробку результатів, підготовка матеріалу до друку).

16. Патент України № 147402 A01K63/00 A01G13/00. Спосіб захисту посівів соняшника (*Heliantus annuus* L.) від заселення та пошкодження

лускокрилими фітофагами / Дрозда В.Ф., **Мороз С.Ю.**, Лісовий М.М., Патица Т.І., Коломієць Ю.В. Доля М.М.// Національний університет біоресурсів і природокористування України / Подано: 27.11.2020. Опубл: 05.05.2021 (Здобувачем забезпечено експериментальний супровід досліджень щодо способів захисту посівів соняшнику від заселення та пошкодження лускокрилими фітофагами).

Матеріали науково-практичних конференцій

17. **Мороз С.Ю.**, Сахненко Д.В., Варченко Т.П. Біологія та поширення совки озимої *Agrotis segetum* Shiff. в Лісостепу України. «біотехнологі: звершення та надії». VII міжнародна наук.-практ. конф. Студентів, аспірантів та молодих вчених (м. Київ, 29-30 листопада 2018). Київ, 2018. С. 155 https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u169/zbirnik_tez_2018_3.pdf (Здобувачем опрацьовано літературу та написано тези).

18. **Мороз С.Ю.**, Доля М.М. Обґрунтування особливостей органічної технології вирощування соняшнику в Лісостепу України. Органічне агровиробництво: освіта і наука. Всеукраїнська наук.-практ. конф. Київ. 2018. (Здобувачем опрацьовано літературу та написано тези).

19. **Мороз С.Ю.** Особливості сучасних інноваційних методів моніторингу шкідників соняшнику. Перспективні напрями та інноваційні досягнення аграрної науки, матеріали Всеукраїнської науково-практичної інтернет конференції, присвяченої 145-річчю від заснування кафедри ботаніки та захисту рослин 24 трав. 2019 р. м. Херсон. С.29-31.

<http://www.ksau.kherson.ua/files/konferencii/%D0%97%D0%B1%D1%96%D1%80%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%84.%202020.pdf>. (Здобувачем проведено обстеження посівів, узагальнені експериментальні дані).

20. Стерлікова О.М., Гуменюк Л.В., **Мороз С.Ю.**, Ковальська А.Т. Оптимізація біологічних систем захисту насіння і сходів у сучасних технологіях вирощування польових культур у Лісостепу України. Біологічно активні

препарати в рослинництві. Матеріали XV Міжнародної науково-практичної конференції, Київ, 25-29 червня 2019 року С. 82.

[https://www.researchgate.net/profile/V-](https://www.researchgate.net/profile/V-Tsygankova/publication/334194266_Application_of_microbial_biostimulants_to_increase_wheat_Triticum_Aestivum_I_resistance_against_cereal_cyst_nematode_heterodera_avenae/links/5d1c781392851cf440604e64/Application-of-microbial-biostimulants-to-increase-wheat-Triticum-Aestivum-I-resistance-against-cereal-cyst-nematode-heterodera-avenae.pdf)

[Tsygankova/publication/334194266_Application_of_microbial_biostimulants_to_increase_wheat_Triticum_Aestivum_I_resistance_against_cereal_cyst_nematode_heterodera_avenae/links/5d1c781392851cf440604e64/Application-of-microbial-biostimulants-to-increase-wheat-Triticum-Aestivum-I-resistance-against-cereal-cyst-nematode-heterodera-avenae.pdf](https://www.researchgate.net/profile/V-Tsygankova/publication/334194266_Application_of_microbial_biostimulants_to_increase_wheat_Triticum_Aestivum_I_resistance_against_cereal_cyst_nematode_heterodera_avenae/links/5d1c781392851cf440604e64/Application-of-microbial-biostimulants-to-increase-wheat-Triticum-Aestivum-I-resistance-against-cereal-cyst-nematode-heterodera-avenae.pdf). (Здобувачем отримано частину експериментального матеріалу, на основі якого підготовані тези).

21. Доля М.М., **Мороз С.Ю.**, Сахненко Д.В., Варченко Т.П. Агробіологічне обґрунтування заходів контролю чисельності ентомокомплексів у сучасних польових сівозмінах Лісостепу України. Біологічно активні препарати в рослинництві. Матеріали XV Міжнародної науково-практичної конференції, Київ, 25-29 червня 2019 року С.77.

https://www.researchgate.net/profile/V-Tsygankova/publication/334194266_Application_of_microbial_biostimulants_to_increase_wheat_Triticum_Aestivum_I_resistance_against_cereal_cyst_nematode_heterodera_avenae/links/5d1c781392851cf440604e64/Application-of-microbial-biostimulants-to-increase-wheat-Triticum-Aestivum-I-resistance-against-cereal-cyst-nematode-heterodera-avenae.pdf. (Здобувач прийняв участь у зборі експериментального матеріалу).

22. Доля М.М., **Мороз С.Ю.** Сучасні аспекти механізмів розвитку, розмноження і самоуправління комах в агроценозах Лісостепу України. Проблеми екології та екологічно орієнтованого захисту рослин. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції факультету захисту рослин Харківського національного аграрного університету ім. В. В. Докучаєва, Харків, 17-18 жовтня 2019 року, С. 37-39.

<https://knau.kharkov.ua/2826-p-oblemi-ekologiyi-ta-ekologchno-o-yentovanogo-zahistu-oslin.html>. (Здобувач отримав експериментальні дані, опрацював їх та підготував тези

АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ У ВИРОБНИЦТВО


Погоджено
 Проректор з наукової роботи та інноваційної діяльності
Вадим КОНДРАТЮК
 (підпис) «ВК» 20 березня 2022 р.
 М.П.


Затверджую
 Директор ТОВ «Агросвіт» ТД
Олег КРИВОШЕЯ
 (підпис) «ОК» шобітня 2022 р.
 М.П.

А К Т

**про впровадження/використання результатів
 докторської (кандидатської) дисертаційної роботи
 у виробництво**

Даним актом стверджується, що результати дисертаційної роботи на тему

«Внутрішньостеблові фітофаги соняшнику, особливості біології, екології та контроль їх чисельності в Степу України»

(назва теми)

що представлена на здобуття наукового ступеня доктора філософії зі спеціальності 202– Захист і карантин рослин «Ентомологія»

виконаної Морозом Сергієм Юрійовичем

(ПІБ здобувача)

впроваджені у ТОВ «Агросвіт» ТД

назва підприємства, де здійснювалось впровадження

1. Вид впроваджуваних результатів Моніторинг із моделями прогнозу шкідників соняшнику за ресурсоощадних технологій
(методика, рекомендації, пропозиції, модель, експериментальні дані тощо)

2. Новизна отриманих результатів Обґрунтовано моніторинг і контроль комплексу внутрішньостеблових шкідників соняшнику в Одеській області базове господарство, село Петропавлівка
(патенти, авторські свідоцтва тощо)

3. Практичне впровадження/використання результатів У технології захисту соняшнику від внутрішньостеблових шкідників за ресурсоощадних систем ведення рослинництва
(місце впровадження/застосування)

4. Значущість отриманих результатів Підвищення ефективності заходів контролю внутрішньостеблових шкідників на 32-35% у порівнянні з іншими технологіями, економічний ефект від впровадження склав 1640 грн/га, на загальній площі 420 га.
(економічний, соціальний, науково-технічний ефект)

5. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами Розробка та
(назва, № держреєстрації)
впровадження у виробництво ресурсощадних технологій захисту та підвищення стійкості
генофонду зернових культур від комплексу шкідливих організмів в Лісостепу України
№ держреєстрації 0118U004697

**Від Національного
університету біоресурсів і
природокористування України**

Від ТОВ «Агросвіт» ТД

Начальник науково-дослідної
частини

Директор ТОВ «Агросвіт» ТД


(підпис)

Володимир ОТЧЕНАШКО
(ПІБ)

«07» листопада 2022 р.



Олег КРИВОШЕЯ
(ПІБ)

«19» листопада 2022 р.

Директор ННІ/декан факультету


(підпис)

Юлія КОЛОМІЄЦЬ
(ПІБ)

«07» листопада 2022 р.

Здобувач

(підпис)

Сергій МОРОЗ
(ПІБ)

«07» листопада 2022 р.

**Середньорічні кліматичні показники Степової зони України за 2019 рік
(метеостанція Асканія-Нова)**

Місяць	Декада	Температура повітря t°С	Вологість повітря, %	Опади, мм	ГТК (за Селяніновим)	СЕТ
Січень	I	-2,6	88,7	34	-	-
	II	+0,1	85,9			-
	III	+1,5	89,0			-
Лютий	I	+1,9	89,2	9,6	-	-
	II	+2,1	77,2			-
	III	-1,0	77,7			-
Березень	I	+5,5	68,7	6,0	-	-
	II	+4,7	69,1			-
	III	+6,2	64,7			-
Квітень	I	+8,7	59,4	38,0	0,94	-
	II	+8,7	78,2			-
	III	+13,4	51,8			134
Травень	I	+13,6	71,5	43,4	0,83	136
	II	+18,2	74,3			182
	III	+20,2	71,9			202
червень	I	+23,4	66,7	15,2	0,21	234
	II	+25,6	50,0			256
	III	+24,4	49,3			244
Липень	I	+23,0	55,5	61,3	0,88	230
	II	+21,3	56,7			213
	III	+25,4	53,4			254
Серпень	I	+21,5	43,5	48,1	0,69	215
	II	+23,1	56,8			231
	III	+25,1	59,7			251
Вересень	I	+21,1	54,9	14,2	0,27	211
	II	+17,8	48,1			178
	III	+13,7	64,0			137
Жовтень	I	+12,5	74,5	27,9	0,74	125
	II	+12,4	81,7			124
	III	+9,0	88,6			-
Листопад	I	+10,3	79,2	27,4	0,88	103
	II	+7,5	87,1			-
	III	+2,0	82,8			-
Усього				337,8	0,68 срзнач	3660

**Середньорічні кліматичні показники Степової зони України за 2020 рік
(метеостанція Асканія-Нова)**

Місяць	Декада	Температура повітря t°C	Вологість повітря, %	Опади, мм	ГТК (за Селяніновим)	СЕТ
Січень	I	+0,5	82,8	18,6	-	-
	II	-0,1	87,6			-
	III	+2,4	79,0			-
Лютий	I	-0,51	86,3	45,4	-	-
	II	+2,2	83,2			-
	III	+5,0	78,9			-
Березень	I	+6,8	64,9	3,7	-	-
	II	+6,0	64,6			-
	III	+9,5	71,9			-
Квітень	I	+7,6	47,8	7,7	-	-
	II	+9,9	59,8			-
	III	+11,1	53,9		0,23	111
Травень	I	+14,5	65,5	32,8	0,73	145
	II	+15,6	61,3			156
	III	+14,4	70,4			144
червень	I	+19,8	61,4	59,5	0,89	198
	II	+22,5	68,1			225
	III	+24,2	60,9			242
Липень	I	+26,4	49,3	47,3	0,64	264
	II	+23,7	47,7			237
	III	+23,9	61,8			239
Серпень	I	+24,7	51,2	44,4	0,64	247
	II	+22,0	49,6			220
	III	+22,7	52,6			227
Вересень	I	+23,0	56,2	21,1	0,34	230
	II	+19,8	45,8			198
	III	+18,2	64,5			182
Жовтень	I	+16,9	82,3	25,5	0,56	169
	II	+15,3	75,8			153
	III	+13,0	75,5			130
Листопад	I	+8,89	84,6	35,4		-
	II	+1,98	79,5			-
	III	-	-	-		-
Усього				341,4 мм	0,57 срзнач	3717

**Середньорічні кліматичні показники Степової зони України за 2021 рік
(метеостанція Асканія-Нова)**

Місяць	Декада	Температура повітря, С°t	Відносна вологість повітря, %	Опади, мм	ГТК (за Селяніновим)	СЕТ
Січень	I	3,0	91,32	94,2	-	-
	II	-6,0	80,5			-
	III	4,8	86,57			-
Лютий	I	3,3	85,45	18,6	-	-
	II	4,8	71,58			-
	III	1,8	83,04			-
Березень	I	1,9	71,15	57,6	-	-
	II	3,6	78,25			-
	III	4,1	75,94			-
Квітень	I	7,3	71,02	65,3	-	-
	II	9,8	76,03			-
	III	10,0	70,51		0,12	100
Травень	I	14,0	64,97	34,3	0,71	140
	II	15,4	69,62			154
	III	18,6	65,48			186
Червень	I	16,7	81,51	201,7	3,31	167
	II	20,3	77,01			203
	III	23,8	74,24			238
Липень	I	23,3	74,5	210,2	2,82	233
	II	26,8	61,82			268
	III	24,4	67,96			244
Серпень	I	25,0	72,86	8,9	0,12	250
	II	23,6	70,16			236
	III	23,7	72,16			237
Вересень	I	16,9	58,7	12,5	0,26	169
	II	19,0	60,67			190
	III	12,2	69,51			122
Жовтень	I	10,9	55,61	0	-	109
	II	10,2	69,08			102
	III	9,6	73,28	9,7		
Усього				713 мм	1,22 срзнач	3348