

Корисна модель відноситься до сільського господарства, зокрема до галузі екології та захисту рослин від шкідливих видів комах і може бути використана в технологіях безпечного захисту рослин.

Відомо, що термін екотон використовується для характеристики положення видів в екосистемі, образу життя та способу живлення. Поняття екотона включає фізичний простір, котрий займають види, їх функціональну роль, положення відносно градієнтів факторів зовнішнього середовища, а також морфоструктурну пристосованість, фізичні та поведінкові реакції. У контексті запропонованого технічного рішення - екотон, ділянка території, що оточує агроценоз, зі специфічною функцією, внаслідок послідовних дій створюються умови для збереження накопичення та розселення популяцій корисних комах - ентомофагів в агроценози, де вони активно паразитують на шкідливих видах комах.

Відомо, що функцію стабілізації екосистеми, включаючи агроценози виконують добре збалансовані рослинні асоціації з високим показником біорізноманіття. Полікомпонентність - є одним із основних принципів стійких екосистем. Саме вона забезпечує максимальну зайнятість екологічних ніш ценопопуляціями у складі екотонів зональних видів рослин, перешкоджаючи, через конкурентні відносини проникненню в них невласливих їм інгредієнтів - сегетальних та рудеральних автотрофів. Флористична насиченість різнотравно-дерновиннозлакових супутніх компонентів агробіоценозів Лісостепу становить 55-85 видів на 100м<sup>2</sup>. Саме таке співвідношення гарантує ознаки стабільних, саморегулюючих екосистем.

Відомо також оригінальне технічне рішення, спрямоване, штучне конструювання екологічного комплексу [див. Бондаренко А.С., Бондаренко, О.А., Бондаренко А.А. Экологический комплекс. Патент Российской Федерации, № 94027946, МПК А01G23/00. Опубл.10.03.1997].

Запропонований екологічний комплекс, це ізольована ділянка, довкола населеного пункту, з рядами зелених насаджень, з властивими їй газо-, пило-, токсино-, радіаційними захисними властивостями. Крім того, комплекс складається з фітонцидних алей. У населених зонах розташовані сади-парки. Основне функціональне призначення запропонованого технічного рішення профілактично-оздоровче. У той же час воно не вирішує таку важливу проблему як формування агроценозів на принципах саморегуляції та самоорганізації.

Відомий також спосіб спрямованого формування агроценозу плодового саду, який є найбільш близьким технічним рішенням до способу, що пропонується і вибраний в якості прототипу [див. Смольякова В.М., Сторчевая Е.М. Способ защиты плодовых насаждений от вредителей. Авторское свидетельство СССР №1745166. МПК А01K67/00. Опубл.07.07.1992. Бюл. №25].

Спосіб викладений у прототипі полягає у тому, що проблему контролю чисельності шкідливих та корисних видів членистоногих, а відтак, фітосанітарну ситуацію в цілому в саду вирішують шляхом формування в центрі масиву саду ділянки, своєрідного фрагменту екотона, площею не менше 1% від площі масиву саду з мінімальним антропогенним навантаженням, без використання хімічних інсектицидів. Далі по периметру саду розташована зона біологічного захисту, площею 2%. Хімічні та біологічні препарати використовують у периферійних зонах. Позитивний результат полягає у тому, що захищається сад від шкідливих членистоногих.

Проте спосіб - найближчий аналог - має такі недоліки: незначні за площею розміри ділянок, де не використовують хімічні інсектициди, а відтак, для утримання стабільної фітосанітарної ситуації в саду приводиться шість обприскувань хімічними інсектицидами; відсутні фрагменти екотона по периметру саду - основних осередків накопичення, збереження та розселення корисних видів, у тому числі і в агробіоценози; відоме технічне рішення реалізує лише прикладну проблему захисту товарного урожаю, з традиційними методами - знищення або пригнічення домінуючих фітофагів. Зовсім не вирішується проблема формування стійких, саморегулюючих агробіоценозів.

В основу корисної моделі поставлено завдання створити спосіб формування екотона, оптимальним за площею, по відношенню до агроценозів, специфічну за видовим різноманіттям рослинну асоціацію, з врахуванням ініціювати вибірково привабливість для найбільш ефективних у господарському відношенні паразитів та хижаків. Ставить також завдання у складі способу, приваблювати паразитів, створювати їх оптимальні умови для успішного фуражування, шляхом міграції в агроценози.

Поставлена задача вирішувалась тим, що екотон контролюють, виходячи із оптимальної площі, а також із набору видового різноманіття рослин. Попередні дослідження показали, що оптимальною площею екотона є розташування його на площі, що не перевищує 1,5% від площі агроценозу, це перша суттєва відміна способу. Наступна суттєва відміна полягає у формуванні рослин у складі екотона. За показниками загального численного складу паразитів, частки серед них високоспеціалізованих видів, властивих для кожного агроценозу, підбирали рослини із таких родин: складноцвіті - 25% від усього фонду, капустові - 30%, зонтичні - 20%, молочайні - 25%. Таким чином вирішувалось поставлене завдання максимальної привабливості паразитів.

Суть запропонованого способу полягає у тому, що конструкція екотона, що складається з набору рослин чотирьох родин, передбачає оптимальні розміри по відношенню до розмірів агроценозу. Експериментально обґрунтовано частку рослин кожної родини у складі екотона, котрий забезпечує оптимальне співвідношення приваблюваних представників паразитичних та хижих комах, котрі скупчуються в межах екотона, живляться вуглеводневою їжею, формують статеву продукцію, спаровуються і фуражують в межах агроценозу, здійснюючи таким чином регуляторну роль шкідливих видів.

Поєднання усіх елементів способу - визначення розмірів екотона по відношенню до агроценозу, визначення видового набору нектароносних рослин у екотоні та частку кожного, дозволяє приваблювати домінуючі види ентомофагів в межах екотона та забезпечувати тривалий регуляторний процес в агроценозах.

#### Приклад 1

Для обґрунтування способу, новизни, суттєвих елементів та позитивного результату, дослідження проводились в типових агробіоценозах - насадженнях чорної смородини та яблуні в господарствах колективних та приватних Київської області. Формувалась екологічна асоціація - система єдиного просторового розподілу агроценозу та екотона - штучно створеної природної конструкції, з характерним, згідно поставленого завдання набором нектароносних рослин - основної консорційної системи - резерватора накопичення, збереження та розселення паразитичних комах, у тому числі для активного фуражування в агробіоценози.

Конструктивну частину екотона становили його розміри по відношенню до агроценозу. Експериментально встановлено, що оптимальні розміри, що забезпечують виконання завдання знаходяться в межах 1,5% від площі агроценозу. Розподіл видового різноманіття рослин був таким: родина складноцвітих - 25% від усього фонду, капустові - 30%, зонтичні - 20%, молочайні - 25%. Експериментально досліджували видовий склад домінуючих

паразитів родини Braconidae, що концентрувались в межах сформованого, згідно запропонованого способу екотона. Результати досліджень наведено у таблиці 1.

Встановлено, що така конструкція екотона спрямовано приваблює, максимально, в період цвітіння рослин популяції ентомофагів, усього понад 45 видів, домінуючи з них наведено у таблиці. Усі вони первинні паразити небезпечних шкідників ягідників, зокрема чорної смородини, це листокрутки, п'ядуни, хвилівши, молі, вогнівки, шовкопряди.

Експериментально встановлено, що на рослинах екотона імаго паразитів скупчуються, споживають вуглеводневу їжу, після дозрівання статеві системи спаровуються і для споживання білкової їжі та пошуку комах-господарів, мігрують в агроценози, з переважно високою чисельністю шкідливих комах-господарів ентомофагів. Матеріали таблиці ілюструють дієвість способу та позитивний результат запропонованого способу, який полягає у рівні паразитування популяцій шкідників паразитами. Він суттєво перевищує результат, отриманий внаслідок реалізації способу-найближчого аналога.

Специфічну дію екотона, на формування видового біорізноманіття, ступінь привабливості певних груп паразитів, наведено у таблиці 2. Наведено два різко контрастні за екологічною місткістю агроценози - чорна смородина та яблуня.

Встановлено, що специфічна конструкція екотона, з характерним набором рослин - нектароносів. Згідно запропонованого способу, приваблює значну кількість паразитів та хижаків, де переважають браконіди, хальциди та іхневмоніди, усього 87,0% від усього їх фонду. Останні, після фуражування в сформованому екотоні, мігрують в сади, де заражають понад 70% популяцій шкідливих комах. Цей показник у найближчому аналізі становить лише 13,5%.

Таким чином, запропонований спосіб формування екотона, котрий реалізується створенням спеціальної, штучної конструкції території землі, що прилягає до агроценозів. Реалізація способу дозволяє приваблювати спеціалізовані види паразитичних та хижих членистоногих, котрі здійснюють активну регулюючу роль шкідливих видів в агроценозах. У підсумку, спосіб сприяє оздоровленню агроценозів, знищує об'єкти використання інсектицидів.

Виражена середоутворююча функція екотона, як екологічної одиниці біоценозу з характерними властивостями стабілізувати агробіоценоз, підтверджується результатами експериментальних досліджень, наведених у таблиці 1. На прикладі чисельної родини перетинчастокрилих паразитів Braconidae демонструється феномен концентрації, розселення та величина позитивного результату по відношенню до агроценозу чорної смородини.

Встановлено, що згідно запропонованого способу, спостерігається виражене видове різноманіття важливих в господарському відношенні представників паразитичних комах. В межах екотона для них складаються оптимальні умови тривалого функціонування. Суттєвим є те, що екологічна ніша екотона є для них оптимальною для накопичення, зустрічі обох статей, спаровування, живлення вуглеводневою їжею.

Проте, в межах екотона, що завжди характерно, ентомофаги незабезпечені білковою їжею. Для повноцінного функціонування популяцій паразитів, крім вуглеводневої, вони споживають білкову їжу у вигляді гемолимфи комах-господарів. У даному випадку гусениці чисельних лускокрилих та інших видів, які концентруються масово в агробіоценозах. Завдяки відмінним льотним характеристикам імаго, спрямованим пошуком жертви імаго ентомофагів, вони тимчасово покидають екотон для споживання білкової їжі, формування статеві продукції і зараження комах-господарів. Остання функція феномену паразитування господарів відбувається, переважно в агробіоценозах. В даній ситуації, на нашому прикладі, на чисельних шкідниках насаджень чорної смородини. У цьому виражається і позитивний результат. Він очевидний (табл.1) у порівнянні з найближчим аналогом.

Дочірні покоління ентомофагів, котрі перебувають в організмі комах-господарів, цілком захищені від дії стресових факторів, властивих їм поведінковим реакціям, за короткий термін часу, покидають агроценози і концентруються на нектароносах екотона. Весь процес повторюється спочатку: живлення пошкодженою статтю, спаровування відбувається в межах створеного, згідно запропонованого способу екотона, фуражування (білковий дефіцит), зараження комах-господарів в межах агробіоценозу.

В матеріалах таблиці демонструються фрагменти позитивного, у порівнянні з найближчим аналогом, результату, лише однієї генерації паразитів. Природні популяції браконід заражали від 7,9 до 31,1% шкідливих комах, тоді як у прототипі цей показник становив лише 1,2-14,3%.

Підсумковий позитивний результат способу полягає у тому, що екотон виконував консорційні функції, з накопиченням та розселенням популяцій ентомофагів - визначального фактору саморегуляції та стабілізації агробіоценозу чорної смородини. Важливо, при цьому те, що консортивна функція екотона поширювалась і на інших представників багато чисельних ентомофагів, що демонструють матеріали, наведені у прикладі 2.

#### Приклад 2

Насадження чорної смородини, типовий агроценоз невеликого приватного господарства або колективного господарства, де вирощується смородина. Урожай реалізується переважно у свіжому вигляді. Цілком очевидно, що технологія вирощування повинна виключати використання хімічних інсектицидів, у тому числі рекомендованого фосфорорганічного препарату Актеллік 500ЕС, к.е. Розвиток домінуючих лускокрилих та супутніх видів, їх шкідливість відбувається в період цвітіння та формування урожаю. Цей факт унеможлиблює використання інсектицидів.

Згідно запропонованого способу, по периметру агроценозу смородини формували екотон, загальною площею 1,5% від площі агроценозу, крім того, з характерним набором рослин за строками, тривалістю цвітіння, з врахуванням приваблювання усього різноманіття паразитичних та хижих членистоногих, а також зі спрямованим накопиченням найбільш ефективних представників окремих груп ентомофагів, у даному випадку родини Braconidae. Моніторинг фауни шкідливих видів в насадженнях смородини показав наявність та домінування (понад 60%, від усього фонду) представників лускокрилих шкідників: молей - смородинової, брунькової, переливчастої, горностаєвої; п'ядунів - агрусового, сірого куштового, агрусової вогнівки; листокруток - сітчастої, строкатозолотистої, глодової, кривовусої, розанової, всеїдної, заморозкової, смородинової скільки.

Результати досліджень, що характеризують ефективність та позитивний результат способів, наведено у таблиці 2.

Встановлено, що обґрунтування способу, за результатами досліджень, проведених у двох контрастних за екологічною місткістю в агроценозах -чорної смородини та насаджень яблуні, сформований екотон проявив

виражені консортивні, середоутворюючі функції. Саме тут накопичувались представники семи родин паразитичних перетинчастокрилих, з переважанням паразитів родини Braconidae. Для них, в межах екотона були оптимальні умови для розвитку. Фуражування відбувалось, як і у попередньому прикладі, в агроценозах, де у цей період масово з'являлись шкідливі види.

У підсумку, природні популяції ентомофагів заражали 33,8-51,2% шкідників. Очевидна середоутворююча функція екотона, як резерватора ентомофагів. У найближчому аналозі спостерігається лише тенденція формування окремих фрагментів осередків ентомофагів. Низька їх чисельність ніяким чином не впливала на регуляторні процеси в агроценозах і вимагала проведення спеціальних заходів для зменшення негативної дії шкідників.

Матеріали таблиці ілюструють типовий агроценоз чорної смородини, без нектароносів. Низька чисельність паразитичних комах, або повна відсутність деяких з них у підсумку забезпечують рівень зараження тільки 4,6% популяцій шкідників.

Таким чином, запропонований спосіб функціонування екотона як складової частини агробіоценозу багаторічних насаджень, вміщує в собі елементи новизни від наукової ідеї, формування саморегулюючого стабільного агробіоценозу, згідно принципів максимального видового біорізноманіття рослинних асоціацій, оригінального набору рослин у складі екотона, для виконання певних функцій - приваблювання певної групи паразитів, до просторового розподілу та форми екотона, в системі агробіоценозу, як єдиної системи.

Позитивний результат полягає у стабільній регуляції шкідливих видів на безпечному рівні, а також у біоценотичному та соціальному аспектах: збереженні видового біорізноманіття, оздоровлення довкілля, у тому числі агробіоценозів, отримання екологічно чистого урожаю.

У підсумку, спосіб передбачає реалізацію елементів технології конструювання агроценозу на основі збереження видового біорізноманіття рослин та представників членистоногих. Їх взаємодія відбувається за принципом саморегуляції, без використання таких стресових елементів як хімічні інсектициди.

Таблиця 1

Видовий склад домінуючих представників родини Braconidae,  
що концентруються в межах екотону, який межує з насадженнями чорної смородини

Паразитичний вид	Рівень паразитизму	Особливості розвитку	Господар	Заражено шкідників, %; позитивний результат	
				запропонований спосіб	спосіб-прототип
<i>Oncophanes laevigatus</i> Ratz.	Первинний	Груповий, ектопаразит гусениць	Листокрутки, молі	27,3	5,9
<i>Rogas rossicus</i> Kok.	Первинний	Груповий ендopаразит гусениць	П'ядуни, хвилівки, листокрутки	19,4	1,5
<i>Bracon hebetor</i> Say.	Первинний	Груповий, ектопаразит гусениць	Вогнівки, совки, листокрутки, молі	14,9	4,7
<i>Meteorus ictericus</i> Nees.	Первинний	Поодинокий ендopаразит гусениць	Листокрутки, п'ядуни, молі	31,3	2,2
<i>Macrocentrus linearis</i> Nees.	Первинний	Поліембріонічний, ендopаразит гусениць	Листокрутки, молі, вогнівки	24,3	11,2
<i>Microdus rufipes</i> Nees.	Первинний	Поодинокий, ендopаразит гусениць	Листокрутки, молі	22,1	14,3
<i>Ascogaster quadridentata</i> Wesm.	Первинний	Поодинокий, ендopаразит яєць та гусениць	Листокрутки, молі, п'ядуни	8,9	1,2
<i>Lissogaster globata</i> L.	Первинний	Поодинокий, ендopаразит гусениць	Листокрутки, молі, вогнівки	29,9	5,3
<i>Apanteles anarsiae</i> F. et Alab.	Первинний	Поодинокий, ендopаразит гусениць	Листокрутки молі	17,9	1,6
<i>Apanteles ater</i> Ratz.	Первинний	Груповий ендopаразит гусениць	Листокрутки, п'ядуни, вогнівки	11,5	5,2
<i>Apanteles lacticolor</i> Wesm.	Первинний	Поодинокий, ендopаразит гусениць	Листокрутки, шовкопряди	19,2	1,2
<i>Apanteles longicouda</i> Wesm.	Первинний	Поодинокий, ендopаразит гусениць	Листокрутки, молі, п'ядуни	12,4	4,3
<i>Apanteles xanthostigma</i> Hal.	Первинний	Поодинокий, ендopаразит гусениць	Листокрутки, молі, п'ядуни	26,5	5,4

Інші представники род. Braconidae	Первинні	Ендопаразити гусениць	Комплекс лускокрилих шкідників	11,6	3,9
-----------------------------------	----------	-----------------------	--------------------------------	------	-----

Таблиця 2

Експериментальне обґрунтування дієвості та величини позитивного результату в наслідок реалізації запропонованого способу-формування екотону довкола агроценозів садових насаджень

Способи, що порівнюються	Видове різноманіття паразитичних перетинчастокрилих, %							Заражено лускокрилих шкідників, %			Рівень природної регуляції, заражено шкідників, %. Позитивний результат
	Хальциди	Браконіди	Іхневмоніди	Сцеліоніди	Сколії	Тіфії	Сфециди	Листо-крутки	Молі	Інші Луско-крилі	
Екотон, сформований набором нектароносів, що оточують чорну смородину (Спосіб, що пропонується)	17,0	57,2	12,8	5,8	3,1	2,2	1,9	40,6	51,2	33,8	41,8
Екотон, сформований набором нектароносів, що оточують зерняткові сади (Спосіб, що пропонується)	12,5	58,2	15,2	3,5	5,7	2,6	2,3	48,2	44,3	28,6	40,3
Спосіб-прототип	24,7	25,3	25,1	10,6	7,2	5,1	2,0	16,1	14,9	9,7	13,5
Агроценоз - чорна смородина (Еталон - без нектароносів)	7,3	6,2	5,4	2,8	-	-	1,2	4,7	5,2	3,9	4,6