

Даний винахід відноситься до галузі засобів боротьби з бур'янистими рослинами серед культур соняшника.

Зокрема, об'єктом даного винаходу є спосіб вибірного застосування гербіциду імазетапіру на сортах соняшника, стійких проти цього гербіциду, а також його застосування для боротьби з бур'янистою рослиною-паразитом заразиhoю.

Згаданий спосіб передбачає застосування гербіциду після появи сходів культури за допомогою звичайної машини для оброблення гербіцидами на певних фазах циклу розвитку культури в однакових певних дозах гербіциду на гектар.

Згідно способу за даним винаходом, завдяки застосуванню гербіциду після появи сходів без ушкодження культури соняшника, підвищується ефективність боротьби з бур'янистою рослиною-паразитом заразиhoю.

Передумови створення винаходу

Гербіцид 2-[4,5-дигідро-4-метил-4-(1-метилетил)-5-оксо-1H-імідазол-2-іл]-5-етил-3-піридинкарбонова кислота, відомий у торговельній мережі під назвою імазетапір і розроблений фірмою American Cyanamid, належить до сімейства імідазолінонів (Herbicide Handbook of Weed Science Society of America, 6-те видання, 1989, 157 і 158) і сьогодні реалізується у формі розведених препаратів, таких, як PIVOT, PIVOT-10 і PURSUIT (10%-вий імазетапір).

Імазетапір (Hart та ін., 1991. "The imidazoline herbicides" CRC Press, стор. 247-256) має здатність знищувати цілий ряд однолітніх і багатолітніх видів, злакових трав і дводольних рослин серед різноманітних культур бобових, таких, як соя, арахіс, горох і кормові боби. Його можна застосовувати для передпосівного оброблення, а також із метою оброблення до й після появи сходів у дозах від 30 до 125г активної речовини (а.р.) на гектар.

Описано застосування імазетапіру для оброблення до й після появи сходів кормових бобів (*Vicia faba* L.) з метою боротьби з *Orobanche crenata* у дозах приблизно 75-100 г а.р./га і 20-40г а.р./га відповідно (Garcia-Torres L. і F. Lopez Granados; 1991. "Control of broomrapes (*Orobanche crenata* Forsk.) in broad bean (*Vicia faba* L.) with imidazolinones and other herbicides"; Weed Research, 31: 227-235). Крім того, описано застосування імазетапіру для передпосівного оброблення й такого до появи сходів культур соняшника однолітнього (*Helianthus annuus* L.) з метою боротьби з *Orobanche cernua*/O. *cumana* (Garcia-Torres L. та ін., 1994. "Preemergence herbicides for control of broomrapes (*Orobanche crenata*) in sunflower (*Helianthus annuus*)"; Weed Research, 34: 395-402). Рекомендовані в цьому випадку дози 20-40г а.р./га не уможливають повного знищення заразиhoи, а при застосуванні дози 40г а.р./га в деяких випадках виявлено фітотоксичність у відношенні соняшника. Застосування імазетапіру для оброблення соняшника після появи сходів не було вивчено у зв'язку з чутливістю останнього до цього гербіциду.

Вибірне застосування гербіциду імазетапіру для боротьби з *Orobanche crenata* було вивчено в ході передпосівного оброблення, а також такого до й після появи сходів культур кормових бобів і лише у процесі передпосівного оброблення й такого до появи сходів соняшника для боротьби з O. *cernua*/O. *cumana*. Імазетапір, крім того, було запропоновано для боротьби із заразиhoю (O. *crenata*) як засіб для оброблення насіння кормових бобів, гороху й сочевиці (патенти ES2083927, ES2083926 і ES2083929 відповідно). Усі ці методи застосування гербіциду імазетапіру істотно відрізняються від його застосування для оброблення культур соняшника після появи сходів, оскільки цей спосіб застосування передбачає введення гербіциду на зовсім різних стадіях розвитку; на таких, коли звичайні рослини соняшника є чутливими до цього гербіциду. Проте, нещодавно в Россвіллі, штат Канзас, США, було виявлено популяцію дикого соняшника (*Helianthus annuus* L), стійкого проти гербіциду імазетапіру (Don Lilleboe, 1997. Wild opportunity? The sunflower, квітень/травень, стор. 8-9). Дикий соняшник належить до тих самих ботанічних видів, що й вирощуваний, отже, для перенесення генів з однієї рослини на іншу не існує ніяких біологічних бар'єрів. Таку генетичну стійкість, що зустрічається в природних умовах, було перенесено в культурний соняшник.

Завдяки цій генетичній стійкості проти гербіциду імазетапіру, виявленій у популяції дикого соняшника, заявникам удалося здійснити оброблення цим гербіцидом культури соняшника після появи сходів. У випадку заразиhoи соняшникової окремий інтерес викликає питання, чи буде застосування гербіциду після появи сходів культури ефективним із погляду боротьби із заразиhoю, оскільки зараження рослиною-паразитом починається, коли соняшник знаходиться приблизно на стадії 6-ти справжніх листів, і потім послідовно розвивається приблизно до періоду цвітіння.

У науковій літературі відсутні будь-які вказівки щодо вибірного застосування імазетапіру після появи сходів на соняшнику для боротьби з заразиhoю. У жодному з патентів, у яких описано гербіциди з класу імідазолінонів, таких, як EP-227932, EP-434965, EP-473890 і EP-539676, немає ніякої інформації стосовно застосування цих гербіцидів для оброблення культур соняшника після появи сходів.

В іспанському патенті (ES2085243) робиться посилання на застосування гербіциду імазапіру на культурах соняшника для боротьби з бур'янистою рослиною-паразитом заразиhoю (*Orobanche cernua* Loeffl./O. *cumana* Waller). Імазапір являє собою гербіцид, що продається під товарним знаком ARSENAL і являє собою ізопропіламідну сіль 2-(4-ізопропіл-4-метил-5-оксо-2-імідазолін-2-іл)нікотинової кислоти (1:1). Хоча цей продукт належить до такого самого сімейства, що й імазетапір (5-етил-2-(4-ізопропіл-4-метил-5-оксоімідазолін-2-іл)нікотинова кислота), він являє собою гербіцид, відмінний від імазетапіру.

І, нарешті, слід зазначити, що імазетапір дотепер застосовувався як гербіцид вибіркової дії на культурах бобових рослин (соя, люцерна, горох, кормові боби), причому таке його застосування обмежувалося передпосівним обробленням і таким до й після появи сходів, зокрема, передпосівним обробленням у низьких дозах (20-30г а.р./га) для боротьби із заразиhoю на культурах соняшника.

Детальний опис винаходу

Як зрозуміло з назви, даний винахід стосується способу вибірного застосування гербіциду імазетапіру для оброблення культурних сортів соняшника, стійких проти або толерантних до цього гербіциду, після появи сходів, а також його застосування для боротьби з бур'янистою рослиною-паразитом заразиhoю соняшниковою (*Orobanche cernua* Loeffl./O. *cumana* Waller).

Спосіб застосування імазетапіру, що є об'єктом даного винаходу, дає змогу поширити можливості застосування гербіциду й усунути обмеження у відношенні соняшника, що існували раніше.

Спосіб застосування гербіциду імазетапіру на соняшнику, що передбачає оброблення стійких проти гербіциду сортів після появи сходів, має, такі переваги, зокрема, для боротьби із заразиною, у порівнянні із сучасними методами:

- він уможливорює застосування гербіциду для оброблення після появи сходів;
- його здійснення дозволяє успішно боротися із заразиною;
- ефективність гербіциду при обробленні після появи сходів практично не залежить від умов навколишнього середовища, таких, як будівля ґрунту, кількість атмосферних опадів, вологість ґрунту (на відміну від оброблення до появи сходів). Така незалежність від факторів навколишнього середовища надає значної переваги, насамперед, у зонах з істотним річним коливанням погодних умов;
- він уможливорює дію гербіциду на пізніших стадіях розвитку культури в порівнянні з обробленням до появи сходів;
- його здійснення дозволяє ефективніше боротися з бур'янистими рослинами, в тому числі із заразиною.
- він дає змогу проводити одну або дві обробки гербіцидом протягом імплантації і періодів розвитку зарази.

- його здійснення дозволяє боротися з бур'янистою рослиною-паразитом заразиною (*Orobancha cernua* Loeff./*O. cumana* Waller) на культурах соняшника, що є аналогічними дикій популяції соняшника (*Helianthus annuus* L.) з генетичною стійкістю проти цього гербіциду, виявленій у Россвіллі (штат Канзас, США).

Застосування імазетапіру для оброблення культурних сортів соняшника, що мають стійкість проти цього гербіциду, після появи сходів на стадіях вирощування культури й у дозах, визначених при створенні даного винаходу, не діє на розвиток культури й не призводить до помітних проявів фітотоксичності на соняшнику.

Оброблення гербіцидом імазетапіром культурних сортів соняшника, що мають стійкість проти цього гербіциду, після появи сходів проводять у період від стадії V10 (10 справжніх листів) до стадії V18 (18 справжніх листів) протягом 15-25 днів залежно від температури навколишнього середовища між цими стадіями.

Оброблення, як правило, здійснюють за допомогою звичайної машини для оброблення отрутохімікатами. Можна провести одну обробку гербіцидом імазетапіром із розрахунку 26,6-106,4г а.р./га або дві обробки з використанням від 13,3 + 13,3г а.р./га до 53,2 + 53,2г а.р./га, причому першу обробку здійснюють на вегетативній стадії V10-V14, а другу - до досягнення соняшником репродуктивної стадії.

Ці стадії розвитку соняшника збігаються зі стадіями розвитку "с" зарази (початкова стадія й помітні бруньки) і "d" (розвинуті бруньки й коріння). На цих стадіях розвитку культурного соняшника й видів-паразитів вищенаведені обробки імазетапіром є дуже ефективними для боротьби із заразиною й добре переносяться сортами соняшника, стійкими проти цього гербіциду. Проте, ці обробки є згубними для соняшника, що не має такої стійкості. Згадані стадії розвитку видів-паразитів відповідають таким, відомим із наукової літератури, й визначаються відомими методами (Mesa-Garcia i Garcia-Torres. 1985. "Orobancha crenata Forsk control in Vicia faba L. with glyphosate as affected by herbicide rates and parasite growth stage". Weed Research, 25: 129-134; Casteion та ін., 1990. "Control of broomrape (*Orobancha crenata*) in sunflower (*Helianthus annuus* L.) with glyphosate". Crop Protection, 9: 332-336). До них належать такі стадії:

- а) невеликі бульбочки
- б) бульбочки з коренями на початковій стадії розвитку
- в) бульбочки з помітними бруньками
- г) бульбочки з добре помітними бруньками й коренями
- д) подовжена й добре розвинута, але все ще підземна брунька
- е) брунька, що з'явилася на поверхні ґрунту.

Описані вище стадії росту соняшника визначали звичайним методом (Schneider A.A. i Miller J.F., 1981. "Description of sunflower growth stages". Crop Science 21: 901-903) із використанням модифікованих скорочень, що мають такі значення: "Vn" - вегетативна стадія з n-числом листів; "R1" - початок репродуктивної стадії, суцвіття з незрілими приквітками; "R2" - міжвузля нижче подовженого суцвіття; "R3" - відкрите суцвіття.

Дію імазетапіру, нанесеного в різний час методом разового оброблення або двох обробок після появи сходів, на сорти соняшника, що володіють стійкістю проти цього гербіциду, досліджували в таких аспектах:

Ефективність, що оцінювали за кількістю помітних бульбочок зарази на коренях соняшника.

Ефективність, яку оцінювали за кількістю бруньок паразита, що з'явилися з ґрунту.

Помітна фітотоксичність у відношенні культурного соняшника, що оцінювали, виходячи з присутності помітного ушкодження листів і стебел, а також із наявності або відсутності ознаки вповільненого росту.

На мал. 1 зображено різноманітні стадії розвитку соняшника, що відповідають стадіям V10-V18, на яких слід проводити оброблення імазетапіром після появи сходів із метою боротьби із заразиною.

Ефективність боротьби з *O. cernua* визначали різноманітними способами в ході ряду експериментів.

Шляхом підрахунку кількості бульбочок (живих і загинувших) на коренях стійкого виду соняшника, обробленого різними дозами імазетапіру через 25 днів після оброблення.

Шляхом підрахунку кількості пророслих бруньок рослини-паразита серед рослин кожні 10 днів після оброблення різними дозами гербіциду.

Дію оброблення на розвиток культури й фітотоксичність оцінювали щотижня після оброблення. Використовували просту шкалу, засновану на візуальній оцінці: ушкодження відсутнє, коли ріст обробленої рослини є ідентичним такому контрольних необроблених рослин у всіх морфологічних аспектах; є наявним незначне ушкодження, якщо спостерігається певне ушкодження рослин, але вони добре відновлюються; є наявним серйозне ушкодження і/або має місце загибель, коли ушкодження є добре помітним або рослина загинула.

Результати цих експериментів наведено нижче у прикладах.

Стислий опис малюнків

На мал. 1 зображено стадії розвитку соняшника в середині циклу розвитку культурних рослин.

На мал. 2 зображено бульбочки *Orobanchе setuа/O. ситапа*, що нормально розвиваються на коренях соняшника.

На мал. 3 зображено бульбочки *Orobanchе setuа/O. ситапа* з ознаками некрозу під дією гербіциду імазетапіру.

На мал. 4 подано графічне зображення дії оброблення імазетапіром на кількість пророслих бруньок заразики на сортах соняшника, стійкого проти цього гербіциду, у процесі циклу розвитку культури.

Варіанти здійснення даного винаходу

Даний винахід додатково проілюстровано за допомогою нижченаведених прикладів, які не слід вважати такими, що обмежують обсяг винаходу:

Приклад 1

Експеримент проводили з метою визначення дози імазетапіру, що може застосовуватися при обробленні сортів соняшника, стійких проти цього гербіциду, після появи сходів без ризику ушкодження культурної рослини. З цією метою висаджували приблизно 100 рослин (два ряди завдовжки по 14м), які обробляли різними дозами імазетапіру. Для кожної обробки стійких сортів соняшника використовували по дві ділянки та ще дві використовували для сортів соняшника з нормальною чутливістю. Було вивчено дію таких доз: 26,6г а.р./га, 53,2г а.р./га, 106,4г а.р./га, 212,8г а.р./га, 425,6г а.р./га, 851,2г а.р./га.

Результати зведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Дія різних доз імазетапіру на стійкі й класичні сорти соняшника

Доза	Гербіцид г а.р./га	Тип соняшника	% рослин без ушкоджень	% стійких рослин із незначним ушкодженням	% чутливих ушкоджених/ загиблих рослин
X	26,6	стійкий	100	0	0
2X	53,2	стійкий	95	5	0
4X	106,4	стійкий	80	20	0
8X	212,8	стійкий	0	80	20
16X	425,6	стійкий	0	40	60
32X	851,2	стійкий	0	18	82
X	26,6	звичайний	0	0	100
2X о+	53,2о+	звичайний	0	0	100

Виходячи з результатів цього експерименту, можна зробити висновок, що разове оброблення імазетапіром сортів соняшника, стійких проти цього гербіциду, після появи сходів можна здійснювати з використанням доз від 26,6г а.р./га до 106,4г а.р./га. Крім того, підтверджено, що звичайні сорти соняшника є чутливими до мінімальних доз, що застосовувалися в ході цього експерименту. Симптоми фітотоксичності з'являлися при використанні дози 106,4г а.р./га, хоча значна частина рослин була здатною переносити дози приблизно в 16 разів більші за такі, що вважаються стандартними для боротьби з бур'янистими рослинами на толерантних культурах, таких, як соя.

Приклад 2

Експеримент проводили за контрольованих умов, висаджуючи рослини соняшника, стійкі проти гербіциду імазетапіру, в горщики об'ємом 330см³ з умістом суміші ґрунту, піску й торфу у співвідношенні 4:5:5. Кожний горщик інокулювали 25мг насіння *O. setuа* із життєздатністю 99%. Кільчики вирощували в термостаті з 16-годинним світловим днем при денній/нічній температурі 24°C/20°C. Коли рослини досягали віку 40 днів від моменту садіння й перебували на стадії 10-ти справжніх листів (V10), проводили оброблення гербіцидом. Застосовувані дози були еквівалентними дозам 26,6г а.р./га й 53,2г а.р./га. Для кожної обробки використовували групи з 40 рослин. Одну групу з 46 рослин витягали з горщиків і підраховували кількість бульбочок на рослинах на момент оброблення. Іншу групу з 52 рослин не обробляли гербіцидом. Необроблену контрольну групу й оброблені групи оцінювали через 25 днів після оброблення гербіцидом. Результати зведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Дія двох доз імазетапіру при обробленні стійких проти цього гербіциду рослин соняшника після появи сходів за контрольованих умов

Оброблення г а.р./га	Кількість рослин	% рослин			Кількість бульбочок/рослина		
		заражених	з нормальними бульбочками	з ознаками некрозу бульбочок	всього	нормальні	з ознаками некрозу
контроль 1	46	100	100	0	14,3±2,1	14,3±2,1	0
контроль 2	52	100	100	0	31,7±2,2	31,7±2,2	0
26,6	40	100	40	100	14,3±1,9	2,1±0,9	12,2±1,5
53,2	40	100	20	100	12,5±2,6	0,7±0,4	11,8±2,3

Оцінку рослин, позначених як контроль 1, проводили паралельно з обробленням гербіцидом.

Оцінку рослин, позначених як контроль 2, проводили через 25 днів після оброблення гербіцидом разом з

обробленими рослинами.

За результатами цього експерименту, на рослинах, які не обробляли гербіцидом, кількість нормальних за візуальною оцінкою (без ознак некрозу) бульбочок заразили на рослину соняшника зростає з 14,4 бульбочок/рослина до 31,7 бульбочок/рослина, іншими словами, на 220%. Кількість нормальних за візуальною оцінкою бульбочок на рослину знизилася в порівнянні з контрольними на 85% і 95% відповідно при застосуванні дози 26,6 і 53,2г а.р./га. Таке зниження кількості нормальних бульбочок досягло 93,3% і 97,8% відповідно при застосуванні дози 26,6 і 53,2г а.р./га в порівнянні з контрольними рослинами 2. З цих даних можна зробити висновок, що в той час, як на необробленому соняшнику заразили розвивається, імплантуючись у процесі розвитку, на стійких проти імазетапіру рослинах у результаті оброблення гербіцидом після появи сходів утворені ще до моменту оброблення бульбочки піддаються некрозу, а ті, що знаходяться в процесі імплантації, не розвиваються або продовжують залишатися на стадії, яку візуально виявити неможливо. Хоча деякі бульбочки на рослинах, оброблених гербіцидом, за візуальною оцінкою є нормальними, в цьому експерименті не вдалося з'ясувати, чи є вони дійсно життєздатними й чи можуть вони розвинути до утворення квітки, чи в них почнеться процес некрозу. У будь-якому випадку, встановлений рівень ефективності є дуже задовільним.

Приклад 3

У цьому експерименті окремі стійкі проти імазетапіру рослини соняшника, штучно заражені 25мг насіння *O. cernua*/*O. cutnana*, висаджували в 5-літрові горщики. В останніх рослини вирощували й, коли вони досягали стадії 10-ти справжніх листів, розділяли на 2 групи по 30 рослин у кожній. Одну групу обробляли тільки водою. Іншу обробляли дозою, еквівалентною 53,2г а.р./га імазетапіру. Рослинам давали вирости до кінця їхнього циклу, кожні 10 днів підраховуючи кількість пророслих бруньок.

Результати цього експерименту наведено на графіку на мал. 4.

На основі цих результатів можна зробити висновок, що оброблення імазетапіром після появи сходів у дозі 53,2г а.р./га ефективно попереджає появу пророслих бруньок заразили.

Приклад 4

У цьому експерименті було зроблено спробу підтвердити результати, добути з використанням горщечкової культури, штучно інокульованої насінням заразили, досвідами, проведеними в польових умовах. З цією метою було вибрано 2 поля з відомою історією зараження заразили. Ці поля розташовувалися в Екьойї й Ла Карлоті. На кожному полі ділянки, що склалися з двох 5-метрових рядів, засівали стійким проти імазетапіру соняшником. Коли рослини соняшника досягали стадії 10-ти справжніх листів, їх обробляли такими дозами імазетапіру: 26,6, 53,2 і 106,4г а.р./га. Також проводили три дворазові обробки: 13,3 + 13,3, 26,6 + 13,3 і 26,5 + 26,6г а.р./га, причому першу обробку здійснювали, коли рослини соняшника перебували на стадії 10-ти справжніх листів, а другу два тижні потому. Кожну обробку на кожному з двох полів проводили тричі. Кількість пророслих бруньок заразили на рослинах підраховували протягом усього циклу аж до завершення фази цвітіння соняшника. Також проводили візуальну оцінку ступеня фітотоксичності. На кожному з полів рослини тричі залишали без оброблення. Результати цього експерименту зведено в таблиці 3.

Таблиця 3

Дія оброблення різними дозами імазетапіру після появи сходів на кількість пророслих бруньок *O. cernua*/*O. cutnana* до фази цвітіння й фітотоксичність у відношенні сортів соняшника, стійких проти цього гербіциду (експерименти в Екьойї та Ла Карлоті)

Доза імазетапіру	Експеримент у Ла Карлоті			Експеримент у Екьойї		
	Ознаки фітотоксичності	%рослин/ заразили	Кількість заразили/ рослин	Ознаки фітотоксичності	%рослин/ заразили	Кількість заразили/ рослин
Одна обробка*						
26,6г а.р./га	немає	4,2 а	0,09 а	немає	5,3 а	0,11 а
53,2г а.р./га	немає	0 б	0 а	немає	0 б	0 а
106,4г а.р./га	слабкі	0 б	0 а	слабкі	0 б	0 а
Дві обробки **						
13,3+13,3г а.р./га	немає	3,8 а	0,04 а	немає	4,3 а	0,07 а
26,6+13,3г а.р./га	немає	0 б	0 а	немає	0 б	0 а
26,6+26,6г а.р./га	немає	0 б	0 а	немає	0 б	0 а
необроблений контроль	немає	100 в	16,67 б	немає	100 в	24 б

Пояснення до вищенаведеної таблиці 3:

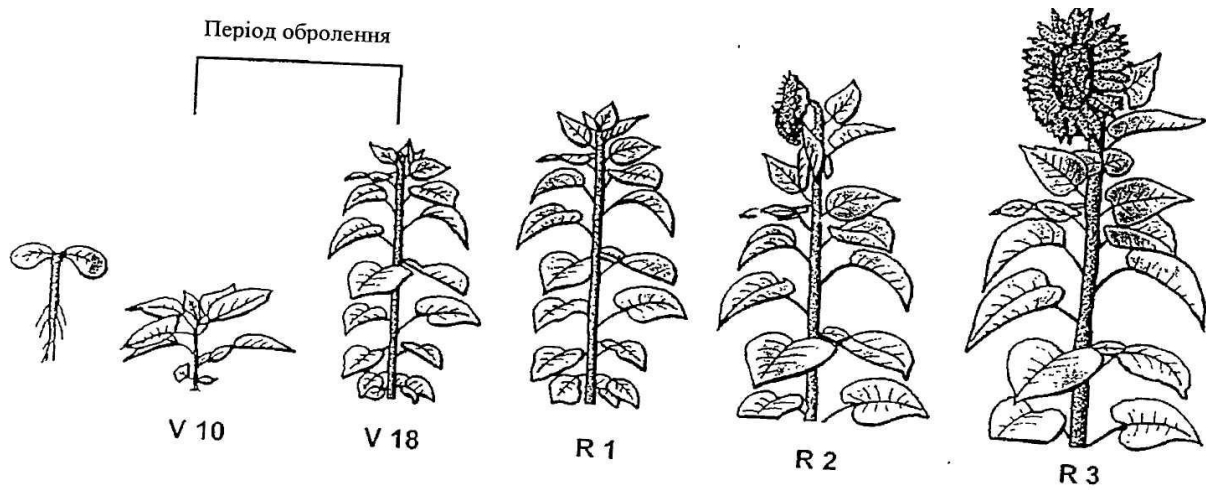
- дата посіву на дослідчені поля 25/02/98

* оброблення імазетапіром рослин із 5-тю парами листів проводили 27/03/98

** першу обробку імазетапіром рослин із 5-тю парами листів проводили 27/03/98, а другу обробку рослин із 8-9-тю парами листів -27/04/98

а, б і в позначені однорідні групи при $P < 0,001$

Установлено дуже високу ефективність усіх наведених обробок у відношенні бур'янистої рослини-паразита заразили (*Orobancha cernua* Loefl./*O. cumana* Waller) на соняшнику, стійкому проти гербіциду імазетапіру.



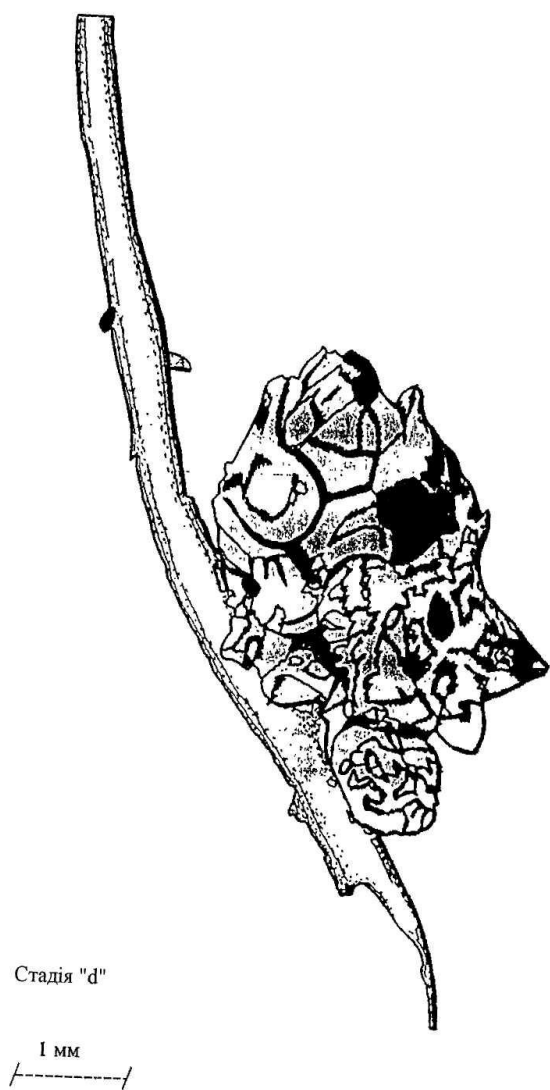
МАЛ. 1



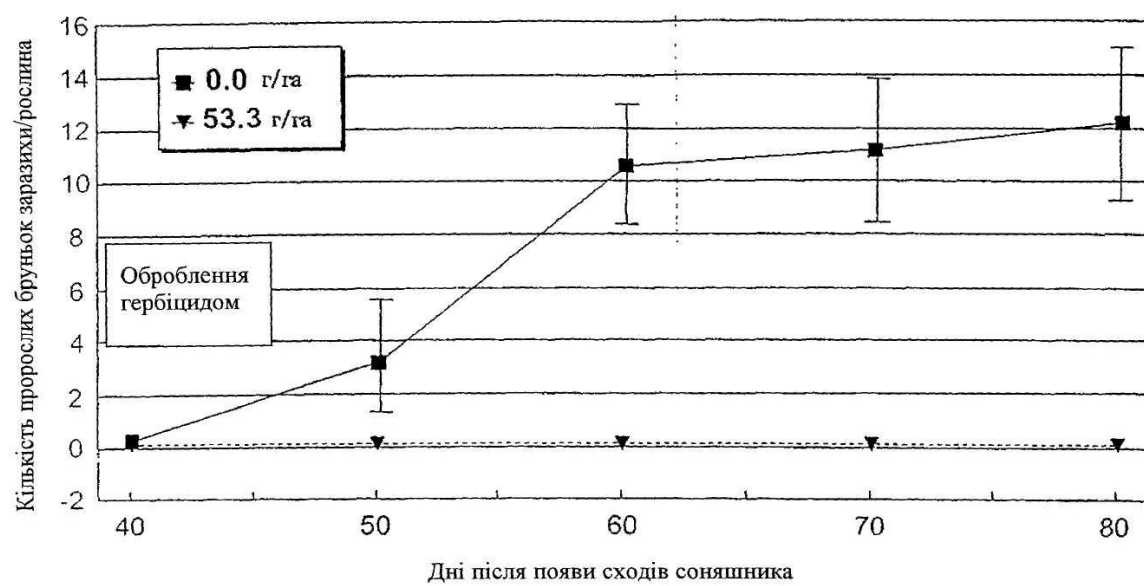
Стадія "d"

1 мм

МАЛ. 2



МАЛ. 3



МАЛ. 4