UDC 631.17:635.1/7:635.64

ALLELOPATHIC PROPERTIES OF ASSOCIATED ONION PLANTS

Vitanov O.D., Zelendin Yu.D., Chefonova N.V., Melnyk O. V., Ivanin D.V., Uriupina L.M.

Institute of Vegetable and Melon Growing of National Academy of Agricultural sciences of Ukraine,
Instytutska str., 1, vill. Seleksiine. Kharkiv rg., Ukraine. 62478

E-mail: ovoch.iob@gmail.com

<https://doi.org/10.32717/0131-0062-2020-68-52-62>

Purpose. Determine the allelopathic properties of concomitant onion crops under an alternative system of cultivation. **Methods.** Laboratory-field, statistic. **Results.** Laboratory research (in Petri dishes) did not reveal a negative effect of related crops seeds (winter and spring crops) on seedling length and germination energy of onion. Mixture of winter triticale seeds and spring vetch contributed to a 14% increase in seedling length. However, water extracts from aboveground phytomass and roots of related crops generally significantly suppress the germination of onion seeds on the 3rd day from the beginning of germination. In the future (on the 7th and 10th day) the degree of depression decreases. Aqueous extracts from the roots of concomitant crops are less toxic to onion seeds than extracts from aboveground phytomass, but in the phase of bulb formation extracts from the roots of winter and winter-spring components significantly suppressed the germination of the onion seeds even on the 10th day, which amounted to 59 - 63%. The most toxic for onion sprouts was the extract from the roots and above-ground phytomass in phase leaf lodging of the onion itself (Control 2) – seed germination in the 3rd day was 24 - 36% (at Control 1 - distilled water - 51 - 55%). According to the results of field research it was found that for growing on intensive and organic technologies (control 1 and 2) without related crops was obtained the harvest in onions respectively 44.6 and 43.4. On average, by factor A, the yield of onions for cultivation with associated crops is inferior control K1 and K2). On average, by factor B (distance between of onion rows and related crops) there was a gradual increase in yield from 41.1 t/he (70 cm from related crops) to 42.8 t/he (105 cm). The best result in the experiment on the additive effect of both factors was obtained in a row distant 105 cm from the mixture of winter triticale with spring vetch - 42.9 t / he. **Conclusions.** In alternative (organic) vegetable growing for introduction of multicultural agro-groups it is offered to apply a strip way cultures of cultivation that allows to mechanize all technological operations in the conditions of multiculture. According to the developed method as an accompanying crop for onions, involved not vegetable plants species. Determination of allelopathic properties of related crops, their effect on onion plants should be carried out according to the method of special biological tests.

Key words: vegetable growing, onion, associated plants, allelopathy

АЛЕЛОПАТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СУПУТНІХ КУЛЬТУР ЦИБУЛІ РІПЧАСТОЇ

Вітанов О.Д., Зелендін Ю.Д., Чефонова Н.В., Мельник О.В., Іванін Д.В., Урюпіна Л.М.

Інститут овочівництва і баштанництва НААН

вул. Інститутська, 1, сел. Селекційне Харківської обл., 62478, Україна

E-mail: ovoch.iob@gmail.com

Мета. Визначити аделопатичні властивості супутніх культур цибулі ріпчастої за альтернативної системи вирощування. **Методи.** Лабораторно-польовий, статистичний. **Результати.** Лабораторними дослідженнями (у чашках Петрі) не виявлено негативного впливу насіння супутніх культур (озимих та ярих компонентів) на довжину проростків та енергію проростання насіння цибулі. Суміш насіння тритикале озимого та вики ярої сприяла збільшенню довжини проростків на 14%. Але, водні витяжки з надземної фітомаси та коренів супутніх культур загалом суттєво пригнічують схожість насіння цибулі на 3-тю добу від початку пророщування. У подальшому (на 7-му та 10-ту добу) ступінь пригнічення зменшується. Водні витяжки з коренів супутніх культур менш токсичні для насіння цибулі, ніж витяжки з надземної фітомаси, але витяжки з коренів озимих і озимо-ярих компонентів навіть на 10-ту добу значно пригнічували схожість насіння цибулі, яка склала 59 – 63 %. Найбільш токсичною для проростків цибулі виявилась витяжка з коренів і надземної фітомаси у фазу полягання листків самої цибулі (Конт-

роль 2) – схожість на 3-тю добу склала 24 – 36 % (на Контролі 1 – дистильована вода –51 – 55 %). За результатами обліків у польових дослідженнях встановлено, що за вирощування по інтенсивній та органічній технологіям (контролі 1 і 2) без супутніх культур одержано урожайність цибулі відповідно 44,6 і 43,4 т/га. У середньому за фактором А урожайність цибулі за вирощування з супутніми культурами поступається даним з обох контролів. У середньому за фактором В (віддаленість рядків цибулі від супутніх культур) відбувалося поступове підвищення показників урожайності від 41,1 т/га (70 см від супутніх культур) до 42,8 т/га (105 см). Кращий результат у досліді за адитивним ефектом обох факторів одержано у рядку, віддаленому на 105 см від сумішки триликале озимого з викою ярою – 42,9 т/га. **Висновки.** У альтернативному (органічному) овочівництві для запровадження полікультурних агроугруповань пропонується застосовувати смуговий спосіб вирощування культур, що дозволяє механізувати всі технологічні операції в умовах інтеркропінгу. За розробленого способу в якості супутніх культур для цибулі залучено не овочеві види рослин. Визначення алелопатичних властивостей супутніх культур, їх вплив на рослини цибулі необхідно здійснювати за методикою спеціальних біологічних тестів.

Ключові слова: овочівництво, цибуля ріпчаста, супутні культури, алелопатія

Вступ. Забезпечення населення України органічною продукцією, функціонування ринкової інфраструктури, пов'язано з постачанням якісної, екологічно безпечної вітамінної продукції за доступними цінами впродовж усього року за такої системи виробництва, яка б підтримувала родючість ґрунтів, життя екосистем та організмів.

У Галузевій комплексній програмі «Овочі – 2020» передбачено до 2020 р. довести обсяг частки органічної овочевої продукції до 10 %, тобто виробляти 1,5 млн тонн органічних овочів. Органічний овочевий ринок – один із перспективних серед інших галузей в Україні, оскільки в Європі частка органічного овочевого сегмента складає 42 %. Крім того, Україна входить до першої п'ятірки в світі з виробництва овочів (10,3 млн тонн), Європа виробляє близько 18 % та 33 % СНД (Mohyl'na, O.M., Muravyov, V.O., Rud', V.P., Ter'okhina L.A., 2017; Mohyl'na, O.M., Muravyov, V.O., Rud', V.P., Horova, T. K, Zelendin, Yu. D., 2017).

На сучасному етапі господарювання овочі, в основному, вирощують за інтенсивних технологій у вузькоспеціалізованих сівозмінах. Звичайно, це прискорює процеси деградації ґрунту, погіршується фітосанітарний стан агроценозу, активно забруднюється навколишнє середовище. Як наслідок – збільшуються енерговитрати, зокрема, на обробіток ґрунту, застосування синтетичних добрив, регуляторів росту, засобів захисту рослин, погіршується якість продукції, а іноді зменшується і врожайність (Vitanov, A.D., 2007).

У високорозвинених країнах поширюються масштаби органічного землеробства, зокрема в овочівництві. В Інституті овочівництва і баш-

танництва НААН завершено дослідження з розробки адаптивної (перехідної до органічної) системи виробництва овочевої продукції (Vitanov, O.D., Honcharenko, V. Yu., Zelendin, Yu. D., Chefonova, N.V., Ivanin, D.V., Uriupina, L.M., 2019), результати якого покладено в основу альтернативної (органічної) системи, а саме – залучено метод інтеркропінгу (полікультури) з метою саморегулювання та самопідтримки агроєкосистеми. Для розробки зазначеної системи базовими є дослідження з алелопатії. На невеликих (присадибних) земельних ділянках, де більшість технологічних операцій з вирощування овочевих культур здійснюються вручну, такі рослинні угруповання легко створюються і ефективно функціонують. У промислових масштабах для запровадження полікультурних угруповань і застосування технічних засобів (агрегатів) необхідні інші підходи, наприклад, смуговий спосіб вирощування культур, що дозволяє механізувати всі технологічні операції в умовах інтеркропінгу. Сумісність овочевих і супутніх культур попередньо визначають за допомогою спеціальних алелопатичних тестів (Vitanov O.D., Zelendin Yu.D., Chefonova N.V., Melnyk O. V., Ivanin D.V., 2020).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що овочі здавна використовують не тільки як звичайні продукти харчування, а й дієтичні та лікувальні. Саме тому необхідно турбуватися про їх високу якість, не допускати накопичення токсичних речовин. Для цього необхідний перехід від надмірної інтенсифікації до науково-обґрунтованої біологізації, методів органічного землеробства (за європейською термінологією – «альтернативне землеробство», за американською – «відновлюване землероб-

во») (Prizhukov F.B., 1995). Виробництво овочів стикається з проблемами зниження врожайності через ґрунтовому й автотоксичність за безперервного вирощування впродовж декількох років. Крім того, алелопатичний вплив інших культур та бур'янів також знижує врожайність. Деякі овочі мають антимікробні властивості, отже, алелопатично пригнічують фітопатогенні гриби та бактерії. Для органічного землеробства алелопатія може бути важливим елементом у балансуванні відносин між густотою рослин і бур'янами, шкідниками, хворобами та сортами. Взаємозв'язки між видами рослин, зокрема змішаними насадженнями, недостатньо вивчені, що є вагомою причиною для проведення таких досліджень. (Jacob, J., Shirmila, J., Sarada, S., Anu S., 2019; Valcheva, E., Popov, V., Marinov-Serafimov, P., Golubanova, I., Nikolov, B., Velcheva, I., Petrova S., 2019).

Носієм алелопатичної дії є фізіологічно активні речовини – коліни, хімічна природа яких дуже різноманітна й непостійна навіть в однієї рослини. Коліни можуть поліпшувати чи уповільнювати, зсувати на інші строки всі прояви життєдіяльності рослин в угрупованні. У зв'язку з цим рослина, потрапляючи в те чи інше угруповання, змінює характер своїх вимог до комплексу екологічних умов, що забезпечують для неї оптимальний розвиток (Hrodzinskiy, O.M., 1973). Алелопатія – оригінальний сучасний науковий напрям, який трансформувалася у наукову дисципліну, котра розглядає закономірності взаємодії видів рослин за групового їх проростання в біоценозах і агрофітоценозах на основі кругообігу фізіологічно-активних речовин. Це має безпосереднє значення для системи землеробства, а саме: надлишок фізіологічно активних речовин у середовищі ценозу шкідливий для росту і розвитку рослин, так само як і їх нестача (Holovko, Ye.A. Bilyanovskaya, T.M., Vorobey, I.I. i dr., 1999; Kosolap, N.P., 2008; Yurchak, L.D., 2005).

Алелопатія має важливе значення для формування продуктивності фітоценозів. Алелопатична взаємодія через рослинні виділення є екологічним чинником. Установлено, що більшість сільськогосподарських культур мають певну алелопатичну активність. (Holovko, Ye.A. Puzik, V.K., 2003; Simagina, N.O., 2006; Bukharov, A.F., Baleev, D.N., Bukharova, A.R., 2011). Рослини виділяють у довкілля речовини різної біохімічної природи — прості й складні, органічні та мінеральні, активні й пасивні, які зазнають складних хімічних перетворень та ві-

діграють важливу роль у формуванні «алелопатично нейтральних» систем — хімічно саморегульованих біогеоценозів (Grodzinskiy, A.M., 1965; Hnatyuk, N.O., 2003; Yurchak, L.D., 2005; Bohovin, A.V., 2009). Більшість оцінок алелопатії включають біотести рослинних або ґрунтових екстрактів, фільтратів, фракцій і залишків, які впливають на проростання насіння і ріст розсади в лабораторних і польових дослідах. Біоаналіз у чашках Петрі з водними екстрактами різних частин рослин-донорів показує значну фітотоксичну активність залежно від концентрації за найбільшого домінування водних екстрактів листків (Mushtaq, W., Siddiqui, M.B., 2018).

Застосування концентрації рослинних екстрактів петрушки, моркви, кропу і цибулі мають стимулюючий, або місцевий вплив на проростання насіння томата, зростання і накопичення сухої біомаси. Найбільш виражений негативний ефект виявило застосування 1%-го екстракту біомаси свіжої цибулі – зниження на 34% порівняно з контролем ($p < 0,001$). Найвищий стимулюючий ефект проявив 1%-й екстракт свіжої морквяної біомаси – 37%-й приріст щодо контролю ($p < 0,001$). На довжину сіянців значно впливали (позитивно або негативно) алелопатичні рослини, і цей ефект був сильніший при збільшенні концентрації екстракту ($p < 0,05$). (Valcheva, E., Popov, V., Marinov-Serafimov, P., Golubanova, I., Nikolov, B., Velcheva, I., Petrova S., 2019). Екстракти всієї рослини, стебел, листків, квітів і коренів амаранту сприяли сильному пригніченню проростання насіння овочів, а також насіння бур'янів *Conyzabonariensis*. (Prinsloo, G., Du Plooy C.P., 2018).

Більшість протестованих екстрактів бур'янів спричиняли інгібуючу дію на схожість насіння квасолі овочевої, томата, перцю, гарбуза, цибулі, ячменю, пшениці й кукурудзи за різними дозуваннями порівняно з 10% -вим ацетоновим контролем. Проте екстракти *Glycyrrhiza glabra* L., *Sorghum halepense* (L.) Pers. і *Reseda lutea* L. стимулювали проростання насіння нуту у порівнянні з контролем. Отже, деякі з екстрактів бур'янів можна використовувати в якості інгібітора, інші – в якості стимулятора для сільськогосподарських культур. (Kadioglu, I., Yanar, Y., 2004). Леткі викиди із залишків озимих і багаторічних бобових рослин: конюшини білої (*Trifolium alexandrinum* L.), вики волохатої (*Vicia hirsute* (L.) SF. Gray) і конюшини малинової (*Trifolium incarnatum* L.) перешкоджають проростанню і розвитку проростків цибулі (*Allium cepa* L.), моркви і томата. Випробування в камері пророс-

тання показали, що рештки люцерни токсичні для проростання насіння огірка і його проростків. Корені люцерни (0,5% мас./Мас., у перерахунку на суху речовину) також були токсичні для попереднього пророслого насіння огірка. Проте, розсада огірка росла нормально, якщо середовище, в яке додане подрібнені коріння, було зволожено так, щоб вилугувувати хімічні речовини, і зберігалася протягом одного дня перед садінням (Bradow, J.M., Connick, W.J. Jr., 1990).

Щоб забезпечити сталий розвиток сільського господарства важливо застосовувати системи культивування, які мають стимулюючий чи інгібуючий вплив алелопатично активних рослин для регулювання росту і розвитку, уникнення алопатичної аутоксичності. Отже, алелопатія вимагає подальших досліджень для широкого застосування в сільськогосподарському виробництві (Cheng, F., Cheng, Z., 2015).

Мета дослідження: Визначити алелопатичні властивості супутніх культур цибулі ріпчастої за альтернативної системи вирощування. **Матеріал і методи досліджень.** Дослідження проведено в лабораторії адаптивного овочівництва, зберігання і стандартизації ІОБ НААН. Закладку дослідів та спостереження виконано згідно «Методики дослідної справи в овочівництві і баштанництві» за ред. Г.Л. Бондаренка, К.І. Яковенка (Bondarenko, H.L., Yakovenko, K.I. (Eds), 2001) на посівах цибулі. Площа облікової ділянки – 0,35 м². Повторність – шестиразова. Алелопатичні дослідження в лабораторних умовах проводили згідно з методикою А. М. Гродзінського (Hrodzinskiy, O.M., 1973). У досліді вивчали сумісність цибулі в полікультурі з супутніми культурами; порівнювали з контролем за загальноприйнятою технологією. Алелопатичну дію супутніх культур визначали в лабораторних (рис. 1.) та польових умовах (рис. 2).

Цибуля ріпчаста сорту Глобус належить до групи середньостиглих, напівгострих. Компанія-оригінація: ІОБ НААН. Вегетаційний період, діб: 100-115. Урожайність, т/га: 40-60. Лежкість: 6-7 місяців. Форма цибулин: округла та округло-овальна. Колір покривних лусок: світло-коричневий. Колір соковитих лусок: білий з салатним відтінком. Маса цибулин, г: 150-200. Вміст сухої речовини, %: 10-11. Стійкість до хвороб: толерантний. Цибулини великі соковиті, висока потенційна урожайність [Kataloh sortiv i hibrydiv ovochevykh ta bashtannykh roslyn.

Kharkiv, 2008. S. 8.]. Система удобрення рослин цибулі включала: для інтенсивного контролю (K1) – внесення мінеральних добрив за рекомендованої дози N₁₂₀P₁₂₀K₁₂₀; для органічного контролю (K2) та всіх інших варіантів – 30 т/га перегною і некореневих підживлень у фазі 2-3-х та 5-6 справжніх листків препаратом Гумісол плюс (6 л/га).

Метод створення полікультурного агроформування. Для функціонування альтернативної системи за принципом інтеркропінгу (полікультури) на полі формують рівновеликі смуги, кратні базовій колії трактора (наприклад 1,4 м). У одних смугах вирощують овочеві культури, у інших – культури суцільного посіву (супутні). Чергування культур відбувається шляхом періодичної зміни цих смуг. Смуговий спосіб вирощування овочевих культур, на відміну від відомих розробок щодо полікультурних угруповань, забезпечує повну технологічність усіх виробничих процесів із застосуванням систем машин з різною шириною захвату агрегатів: 1,4 м; 2,8 м; 4,2 м тощо. За розробленого способу в якості супутніх культур залучено не овочеві види рослин. За смугового способу вирощування насичення сівозміни культурами суцільного посіву (у тому числі бобовими травами) сягає 40 – 50%, що відповідає вимогам альтернативного (органічного) землеробства (pat. № 25113, 2007; №135490, 2019).

Рисунок 1 – Алелопатичне тестування щодо сумісності цибулі ріпчастої і супутніх культур у лабораторних умовах

Рисунок 2 – Алелопатичне тестування щодо сумісності цибулі ріпчастої і супутніх культур у польових умовах

Спільними дослідженнями Інституту овочівництва і баштанництва НААН та Центрального ботанічного саду АН України встановлено, що *надземні частини* ґрунтопокривних рослин містять найбільше інгібіторів росту для овочевих рослин, *корені* не чинять такого яскраво вираженого інгібуючого ефекту, а ґрунт за ступенем гальмування ростових процесів знаходиться на останньому місці (Vitanov, O.D., 1999). Незважаючи на великий ступінь контролю людини над агрофітоценозами, алелопатія і тут відіграє не менш важливу роль, ніж у природних угрупованнях. На відміну від рослинних природних угруповань, що складаються з багатокомпонентних більш-менш збалансованих сумішей, культурний посів складається з одного, значно рідше – з двох або трьох компонентів. Тому тут існує значно більша небезпека одностороннього нагромадження фізіологічно-активних стійких метаболітів, для яких не знаходиться споживачів (Yurchak, L.D., 2005; Horobets, S.A., Pavlyuchenko, N.A., Blyum, A.A., 2001). Отже, розкриття невідомих ще аспектів взаємодії рослин, таких як алелопатія, є новим резервом підвищення продуктивності агро- і природних ценозів, створення стійких і тривалих насаджень, науковою основою для розроблення змішаних посівів та обґрунтованої сівозміни, вжиття заходів щодо подолання ґрунтов-

томи, захисту від бур'янів тощо (Holovko, Ye.A. Bilyanovskaya, T.M., Vorobey, I.I. i dr., 1999; Kosolap, N.P., 2008; Yurchak, L.D., 2005; Horobets, S.A., Pavlyuchenko, N.A., Blyum, A.A., 2001; Grodzinskiy, A.M., Bogdan G.P., Golovko E.A. i dr., 1979). Найважливішим методичним питанням під час проведення алелопатичних досліджень є визначення колінів – водорозчинних і летких фізіологічно активних речовин, що присутні в рослинних виділеннях. У зв'язку з цим головним, а часом і єдиним в алелопатії, є метод біологічних проб (Grodzinskiy, A.M., Bogdan G.P., Golovko E.A. i dr., 1979). Визначення алелопатичних властивостей рослин здійснюють за методикою біологічних тестів.

Методика біологічних тестів

Взаємовплив насіння в чашках Петрі (біотест на проростках корінців) (Hrodzinskiy, O.M., 1973). Методика таких дослідів приваблює простотою та зручністю. На вологому фільтрувальному папері розкладають насіння: одного виду – це контроль; у різних сполученнях з іншим насінням – це варіанти досліду. Насіння виявляє досить помітний взаємовплив, характер якого залежить від видових особливостей, співвідношення між видами, кількості насінин на чашку тощо. Відсортоване насіння розкладають на фільтрованому папері, зволоженому

дистильованою водою, ставлять у термостат за температури 25°C. На третю добу відбирають пророслі насінини та вимірюють довжину корінців. Їх приріст виражають у процентах до приросту контрольних проростків, який приймають за 100%.

Метод екстрагування (біотест на пророщування насіння) (Hrodzinskiy, O.M., 1973) із застосуванням водних витяжок з рослин. Рослини відбирають у заплановані фенологічні фази розвитку. Для цього рослини викопують, кореневу систему відмивають від ґрунту, висушують за температури 40°C у термостаті до сталої маси. Наважку подрібненої надземної частини рослини (або коренів) поміщають у скляну ємність, додають дистильованої води 1:20 (1г наважки на 20 мл дистильованої води). Струшують ємність таким чином, щоб рослинна маса була повністю занурена у воду. Процес екстрагування триває одну добу за температури +20°C, водорозчинні хімічні сполуки потрапляють у розчин. Через добу екстрагований розчин зливають в іншу ємність. У чашки Петрі на фільтрувальний папір розкладають насіння і додають 3 мл екстрагованого розчину, а у контрольному варіанті – використовують 3 мл дистильованої води. Чашки Петрі поміщають у термостат з температурою +25°C. Через зазна-

чений у ДСТУ 4138 строк визначають енергію проростання та схожість насіння (DSTU 4138-2002). Повторність досліду чотириразова. Отриманий результат порівнюють з контролем.

Результати досліджень. Лабораторними дослідженнями (у чашках Петрі) не виявлено негативного впливу озимих та ярих компонентів на довжину проростків та енергію проростання насіння цибулі. Суміш насіння вики ярої та тритикале озимого сприяла збільшенню довжини проростків на 14%, а енергії проростання – на 6% (табл. 1).

Встановлено чітко виражений негативний алелопатичний вплив водних витяжок з надземних частин супутніх культур, відібраних у фазу утворення цибулини, на схожість насіння цибулі. На 3-ю добу ці показники поступалися аналогам з контролю K₁ – насіння цибулі, пророщене у чистій воді (рис. 3). Надалі, починаючи з 7-ої доби та на 10-у добу, відбувалося різке підвищення схожості на всіх варіантах досліду. Найвищу стимулюючу дію серед супутніх рослин на проростання насіння цибулі проявляла водна витяжка суміші озимих вики й тритикале – 83 % на 10-у добу. Відмічено гальмівну дію на проростання насіння цибулі водної витяжки з суміші вики ярої й тритикале озимого (69%), а також витяжки з рослинної маси самої цибулі – 74 %.

Таблиця 1 – Алелопатичне тестування сумісності цибулі та супутніх культур у чашках Петрі, 2017-2019 рр.

Супутні культури	Довжина проростка		Енергія проростання
	мм	%	%
Без супутніх культур (контроль)	10,0	100	80
Вика озима + тритикале озиме	10,4	105	88
Вика яра + тритикале яре	9,3	97	77
Вика яра + тритикале озиме	11	114	86

Надалі виявлено стимулюючу дію водної витяжки з надземної частини суміші озимих вики і тритикале, відібраної у фазі полягання листків у цибулі, на схожість насіння цибулі, яка на 3-ю добу становила 43%, перевищувала показники інших варіантів, але поступалася контролю K₁ (55 %) (рис. 4). На 7-му та 10-ту добу дія водних витяжок на схожість насіння цибулі суттєво не змінилась. Найбільше пригнічували проростання насіння водні витяжки з самої цибулі – на 36 – 68 %.

Дослідження, проведені на витяжках з коренів супутніх культур, відібраних у фазу утворення

цибулини, свідчать про сильний ефект пригнічення на 3-тю добу (42 – 52 % схожих насінин цибулі, тоді як на Контролі 1 – дистильована вода – 65 %). Надалі, на 7-му та 10-ту добу, ефект пригнічення суттєво зменшується; схожість насіння на варіантах суміші ярих, а також контролю K₂ сягає відповідно 79 – 82 % і 82 %, на контролі K₁ – 86 – 87 %. Сильне пригнічення на проростання насіння цибулі виявляли алелопатично активні речовини з коренів озимих компонентів і озимо-ярих – схожість насіння цибулі не перевищує 59 – 63 % на 10-ту добу (рис. 5).

Рисунок 3 – Схожість насіння цибулі залежно від обробки водною витяжкою з надземної частини сусуптніх культур (фаза утворення цибулини), середнє за 2 роки

Рисунок 4 – Схожість насіння цибулі залежно від обробки водною витяжкою надземної частини сусуптніх культур (фаза полягання листків у цибулі), середнє за 2 роки

Рисунок 5 – Схожість насіння цибулі залежно від обробки водною витяжкою коренів сусуптніх культур (фаза утворення цибулини), середнє за 2 роки

У фазу полягання листків у цибулі водні витяжки з коренів супутніх культур майже не поступалися Контролю 1 – 51 %, пригнічували проростання насіння проростки самої цибулі – 24 % на 3-тю добу. На 7-му та 10-ту добу за всіма варіантами (у тому чис-

лі з коренів самої цибулі) відбувалося вирівнювання показників схожості насіння цибулі 72–84 % (на контролі K1 – 92 – 93 %) (рис. 6).

Рисунк 6 – Схожість насіння цибулі залежно від обробки водною витяжкою коренів супутніх культур (фаза полягання листків у цибулі), середнє за 2 роки

Таким чином, лабораторними дослідженнями (у чашках Петрі) не виявлено негативного впливу насіння супутніх культур (озимих та ярих компонентів) на довжину проростків та енергію проростання насіння цибулі. Водні витяжки з надземної фітомаси та коренів супутніх культур загалом суттєво пригнічують схожість насіння цибулі на 3-тю добу від початку пророщування. У подальшому (на 7-му та 10-ту добу) ступінь пригнічення зменшується. Водні витяжки з коренів супутніх культур менш токсичні для насіння цибулі, що проростає, ніж витяжки з надземної фітомаси. Найбільш токсичною для проростків цибулі виявилась витяжка з коренів і надземної фітомаси у фазу полягання листків самої цибулі (Контроль 2) – схожість на 3-тю добу склала 24 – 36 % (на Контролі 1 – дистильована вода – 51 – 55 %).

За результатами обліків у польових дослідженнях встановлено, що за вирощування по інтенсивній та органічній технологіям (контролі 1 і 2) без супутніх культур одержано урожайність цибулі відповідно 44,6 і 43,4 т/га (табл. 2). У середньому за фактором А (супу-

тні культури та їх використання), в цілому, сумішки супутніх культур поступаються рослинам цибулі з контролем K1 і K2). У середньому за фактором В (віддаленість рядків цибулі від супутніх культур) відбувалося поступове підвищення показників урожайності від 41,1 т/га (70 см від супутніх культур) до 42,8 т/га (105 см). Кращий результат у досліді за адитивним ефектом обох факторів одержано у рядку, віддаленому на 105 см від непідкошеної сумішки вики ярої з тритикале озимим – 42,9 т/га.

В результаті проведених досліджень за вирощування цибулі ріпчастої сорту Глобус і супутніх культур доведено, що на контролі без супутніх культур – K₁ (інтенсивна технологія) прибуток становив 59559 грн/га, повна собівартість 1 т продукції 297240,7 грн, рентабельність виробництва 20,04 %; на контролі без супутніх культур – K₂ (органічна технологія) прибуток становив 181362 грн/га, повна собівартість 1 т продукції 334278,2 грн, рентабельність виробництва 54,25 % (табл. 3).

Таблиця 3 – Економічна ефективність вирощування цибулі залежно від супутніх культур (середнє за 2017-2020 рр.)

Супутні культури та їх використання	Показник			
	Урожайність, т/га	Прибуток, грн./га	Повна собівартість, грн./га	Рентабельність виробництва, %
Без супутніх культур – контроль 1 (інтенсивна технологія)	44,6	59559	297241	20,04
Без супутніх культур – контроль 2 (органічна технологія)	43,4	185765	335035	55,45
Вика яра + тритикале озиме (без підкошування)	39,1	128128	341071	37,57
Вика яра + тритикале яре (з підкошуванням)	40,6	147145	340055	43,27

Висновки. Лабораторними дослідженнями (у чашках Петрі) не виявлено негативного впливу насіння супутніх культур (озимих та ярих компонентів) на довжину проростків та енергію проростання насіння цибулі. Водні витяжки з надземної фітомаси та коренів супутніх культур загалом суттєво пригнічують схожість насіння цибулі на 3-тю добу від початку пророщування. У подальшому (на 7-му та 10-ту добу) ступінь пригнічення зменшується. Водні витяжки з коренів супутніх культур менш токсичні для насіння цибулі, що проростає, ніж витяжки з надземної фітомаси. Найбільш токсичною для проростків цибулі виявилась витяжка з коренів і надземної фітомаси у фазу полягання листків самої цибулі (Контроль 2) – схожість на 3-тю добу склала 24 – 36 % (на Контролі 1 – дистильована вода – 51 – 55 %). Корені супутніх культур менш токсичні для проростків цибулі, особливо в фазу полягання листків. За результатами обліків у польових дослідженнях встановлено, що за вирощування по інтенсивній та органічній технологіям (контролі 1 і 2) без супутніх культур урожайність цибулі відповідно 44,6 і 43,4 т/га. У середньому за фактором А (супутні культури та їх використання) в цілому, сумішки супутніх культур поступаються рослинам цибулі з контролю К1 і К2). У середньому за фактором В (віддаленість рядків цибулі від супутніх культур) відбувалося поступове підвищення показників урожайності від 41,1 т/га (70 см від супутніх культур) до 42,8 (105 см). Кращий результат у досліді за адитивним ефектом обох факторів одержано у рядку, віддаленому на 105 см від непідкошеної сумішки вики ярої з тритикале озимим – 42,9 т/га.

References

- Bondarenko, H.L., Yakovenko, K.I. (Eds). (2001). *Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi* [Methodology of experimental work in vegetable and melon growing]. Kharkiv: Osnova, 369 s. [in Ukrainian].
- Bradow, J.M., Connick, W.J. Jr. (1990). Volatile seed germination inhibitors from plant residues. *Journal of Chemical Ecology* 16. pp. 645-666. [in English].
- Bohovin, A.V. (2009). Bioheotsenotychna rol vzayemovidnosyn zhyvykh orhanizmiv u stanovlenni y funktsionuvanni ekolohichnykh system. [The biogeocenotic role of the relationship of living organisms in the formation and functioning of ecological systems.] *Ekolohiia ta noosferolohiia*. T. 20. № 1-2. S. 102–104. [in Ukrainian].
- Bukharov, A.F., Balejev, D.N., Bukharova, A.R. (2011). Otsenka adaptivnosti i stabil'nost' proyavleniya allelopaticheskoy aktivnosti ekstraktov iz semyan ovoshchnykh sel'dereynykh kul'tur. [Assessment of adaptability and stability of the manifestation of allelopathic activity of extracts from seeds of vegetable celery crops.] *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* № 3 (77) S. 36–39. [in Russian].
- Cheng, F., Cheng, Z. (2015). Research Progress on the use of Plant Allelopathy in Agriculture and the Physiological and Ecological Mechanisms of Allelopathy. *Frontiers in Plant Science* 6(01020). 17 November. P 1. doi: 10.3389/fpls.2015.01020. [in English].
- DSTU 4138-2002. Nasinnia silskohospodarskykh kultur. Metody vyznachennia yakosti. Chynnyi vid 2004-01-01. [DSTU 4138-2002 (2003).

Seeds of agricultural crops. Methods for determining quality. [Valid from 2004-01-01]. Kyiv. 62 s. [in Ukrainian].

Jacob, J., Shirmila, J., Sarada, S., Anu S. (2019). Role of Allelopathy in vegetables crops production. *Allelopathy Journal* 25 (2). pp 275–312. [in English].

Hnatyuk, N.O. (2003). Otsinka alelopatychnykh vlastyvostey nasynnya deyakyykh vydiv aromatychnykh roslyn. [Evaluation of allelopathic seed properties of some aromatic plant species.] *Introduktsiia roslyn*. No. 4 S. 109–113. [in Ukrainian].

Holovko, Ye.A., Bilyanovskaya, T.M., Vorobey, I.I. i dr. (1999). Allelopatiya kul'turnykh rasteniy. *Fiziologiya i biokhimiya kul'turnykh rasteniy*. [Allelopathy of cultivated plants. Physiology and biochemistry of cultivated plants]. T. 31. No. 2. S. 103–110. [in Russian].

Holovko, Ye.A., Puzik, V.K. (2003). Allelopatiya i dizayn landshaftnykh kompozytsiy. [Allelopathy and the design of landscape compositions]. *Introduktsiia roslyn: zbirnyk naukovykh prats*. № 1-2. S. 149–157. [in Russian]

Horobets, S.A., Pavlyuchenko, N.A., Blyum, A.A. (2001). Rastitel'nyye ostatki kak faktor allelopaticheskogo pochvoutomleniya. [Plant residues as a factor in allelopathic soil fatigue]. *Introduktsiia roslyn : zbirnyk naukovykh prats*. № 1-2. S. 79–84. [in Russian].

Hrodzinskiy, O.M. (1973). *Osnovy khimichnoy vzayemodii roslyn*. [Fundamentals of chemical interaction of plants] Kyiv: Naukova dumka. 205 s. [in Ukrainian].

Grodzinskiy, A.M. (1965). Allelopatiya v zhizni rasteniy i ikh soobshchestv. [Allelopathy in the life of plants and their communities.] Kyiv: Naukova dumka. 187 s. [in Russian].

Grodzinskiy, A.M., Bogdan G.P., Golovko E.A. i dr. (1979). Allelopaticheskoye pochvoutomleniye. [Allelopathic soil fatigue.] Kyiv: Naukova dumka. 247 s. [in Russian].

Kadioglu, I., Yanar, Y. 2004. Allelopathic effects of plant extracts against seed germination of some weeds. *Asian. Journal of Plant Sciences* 3. pp. 472–475. [in English].

Kataloh sortiv i hibrydiv ovochevykh ta bashtannykh roslyn. Kharkiv, 2008. S. 8. [in Ukrainian].

Kosolap, N.P. (2008). Allelopatiya – prichina mnogikh posledstviy [Allelopathy - the cause of many consequences] *Zerno sbornik nauchnykh trudov*. No. 9. S. 46–51. [in Russian]

Mohyl'na O.M., Muravyov V.O., Rud' V.P., Ter'okhina L.A. (2017). Rozvytok orhanichnoho

vyrobnytstva ovochiv. [Development of organic vegetable production] *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, Kharkiv. VP «Pleyada», Vyp. 63. S.7 – 16. [in Ukrainian]

Mohyl'na, O.M., Muravyov, V.O., Rud', V.P., Horova, T. K, Zelendin, Yu. D. (2017). Kontseptsiya orhanichnoho vyrobnytstva ovochevoyi produktsiyi v Ukrayini do 2020 roku (proekt). [The concept of organic production of vegetable products in Ukraine until 2020 (project)]. Kharkiv: IOB NAAN,. 24 s. [in Ukrainian].

Mushtaq, W., Siddiqui, M.B. (2018). Allelopathy in Solanaceae plants. *Journal of Plant Protection Research* 58(1). pp. 1–7. [in English].

Prizhukov, F.B. (1995). Agroekologicheskiye osnovy interkroppinga (polikultury) [Agri-environmental bases of intercropping (polycultures)]. *Zemledeliye*. №2, 1995, pp. 44–45. [in Russian].

Prinsloo, G., Du Plooy C.P. (2018). The allelopathic effects of *Amaranthus* on seed germination, growth and development of vegetables. *An International Journal for Sustainable Production Systems*. Volume 3. Issue 4. pp. 268–279. [in English].

Prystupa I.V., Shlyakhova V.V. (2011). Otsinka alelopatychnykh vlastyvostey odnorichnykh kvitkovo-dekoratyvnykh roslyn pry yikh spilnomu vyroschuvanni. *Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu* № 1. S. 10–15. [in Ukrainian].

Simagina, N.O. (2006). Allelopaticheskoye svoystva glikogalofita *Artemisia santonica* L. [Allelopathic properties of glycolalophyte *Artemisia santonica* L] *uch. Zap. Tavricheskogo nac. universitetata im. V.I. Vernadskogo. Ser. Biologiya i himiya*. T. 19. No. 4. S. 177–185. [in Russian].

Sposib vyroschuvannia prosapnykh kultur pat. 25113 Ukraina [Method of cultivation of cultivated crops pat. 25113 Ukraine]. No. 200703150. zaiavl. 26.03.2007 opubl. 25.07.2007 Bul. No 11. 4 s. [in Ukrainian].

Sposib vyroschuvannia prosapnykh kultur pat. 135490 Ukraina [Method of cultivation of cultivated crops: pat. 135490 Ukraine]. No. 201810393; zaiavl. 10.22.2018; opubl 10.07.2019. Bul. No. 13. 4 s. [in Ukrainian].

Valcheva, E., Popov, V., Marinov-Serafimov, P., Golubanova, I., Nikolov, B., Velcheva, I., Petrova S. (2019). A Case Study of Allelopathic Effect of Parsley, Dill, Onion and Carrots on the Germination and Initial Development of Tomato Plants. *ECOLOGIA BALKANICA* Vol. 11. Issue 1. June. pp. 167–177. [in English].

Vitanov, O. D. (1999). Alelopatychni vzayemodii ovochevykh ta gruntovkryvnykh roslyn. [Allelopathic interactions of vegetable and soil-cover plants.] Visnyk Kharkivskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu (ser. «Roslynnytstvo, selektsiia i nasinnytstvo, ovochivnytstvo»). Kharkiv No. 4. S. 206–211. [in Ukrainian].

Vitanov, A.D. (2007). Metody organicheskogo zemledeliya v ovoshevodstve – innovatsionnyy produkt. [Organic farming methods in vegetable growing - innovative product]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo* № 53. S. 386–391. [in Russian].

Vitanov, O.D., Honcharenko, V. Yu., Zelendin, Yu. D., Chefonova, N.V., Ivanin, D.V., Uriupina, L.M. (2019). Adaptivna systema vyroshuvannia ovochiv. [Adaptive systems of growing

vegetables]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo* № 65. S. 32–38. [in Ukrainian].

Vitanov O.D., Zelendin Yu.D., Chefonova N.V., Melnyk O. V., Ivanin D.V. (2020). [Alelopatychni vlastyvyosti suputnykh kul'tur tomatu]. *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo* № 67. S. 39–50. [in Ukrainian].

Yurchak, L.D. (2005). Alelopatiya v ahrobiotsenozakh aromatychnykh roslyn. [Allelopathy in agrobiocenoses of aromatic plants]. Kyiv: [b.v.]. 250 s. [in Ukrainian].

Yurchak, L.D. (2005). Alelopatiya v ahrobiotsenozakh aromatychnykh roslyn. [Allelopathy in agrobiocenoses of aromatic plants.] Kyiv: Fitosotsiotsentr. 411 s. [in Ukrainian].