UDC 631.17:635.1/.7:635.64

ALLELOPATHIC PROPERTIES OF ASSOCIATED TOMATO PLANTS

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

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/10.32717/0131-0062-2020-67-39-50>

The aim. To determine the allelopathic properties of concomitant tomato crops under an alternative cultivation system. **Methods.** Laboratory-field, statistical. **Results.** Laboratory studies (in Petri dishes) did not reveal a negative effect of seeds of related crops (winter and spring components) on the length of seedlings and germination energy of seeds tomato. On the contrary, water extracts from aboveground phytomass and roots of related crops in general significantly suppress the germination of seeds tomato on the 3rd day from the beginning of germination. Subsequently (on the 7th and 10th day) the degree of depression is reduced. Aqueous extracts from the roots of related crops are less toxic to seeds tomato than extracts from aboveground phytomass. The most toxic for tomato seedlings was an extract from the aboveground phytomass of the tomato itself (Control 2) - germination on the 3rd day is 0 - 3% (on Control 1 - distilled water - 49 - 50%). According to the results of field research, it was found that the yield of tomato fruits was obtained by intensive and organic technologies, 41.45 and 41.15 t/ha, respectively. In general, a positive allelopathic effect was observed when grown as a companion crop for tomato - spring triticale, spring vetch and mixtures thereof - yield of fetus was 42.50 - 42.70 t/ha. In general, winter co-crops and their mixtures were more depressing for tomato plants - the average yield was 36.70 t/ha (89% to control without co-crops) than spring - 41.46 t/ha (101% to control). At the distance of tomato rows from related crops there was a gradual increase in yield from 35.9 t/ha (70 cm from related crops) to 40.2 (140 cm) and 42.9 t/ha (210 cm). **Conclusions.** In alternative (organic) vegetable growing for the introduction of multicultural agricultural groups, it is proposed to use a strip method of growing crops, which allows mechanization of all technological operations in the conditions of intercropping. According to the developed method, non-vegetable plant species were used as accompanying crops for tomato. Determination of allelopathic properties of related crops, their effect on tomato plants should be carried out by the method of special biological tests.

Keywords: vegetable growing, tomato, related crops, allelopathy

АЛЕЛОПАТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ СУПУТНІХ КУЛЬТУР ТОМАТА

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

Інститут овочівництва і баштанництва НААН
вул. Інститутська, 1, сел. Селекційне Харківської обл., 62478, Україна
E-mail: ovoch.iob@gmail.com

Мета. Визначити алелопатичні властивості супутніх культур томата 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 томата. Навпаки, водні витяжки з надземної фітомаси та коренів супутніх культур загалом суттєво пригнічують схожість насіння томата 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 томата, ніж витяжки з надземної фітомаси. Найбільш токсичною для проростків томата виявилась витяжка з надземної фітомаси самого томата (Контроль 2) – схожість на 3-тю добу склала 0 – 3% (на Контролі 1 – дистильована вода – 49 – 50 %). За результатами обліків у польових дослідженнях встановлено, що за вирощування по ін-

тенсивній та органічній технологіям одержано урожайність плодів томата відповідно 41,45 і 41,15 т/га. Загалом, позитивний алелопатичний ефект спостерігали за вирощування в якості супутніх культур для томата – тритикале ярого, вики ярої та їх суміші – урожайність плодів складала 42,50 – 42,70 т/га. В цілому, озимі супутні культури та їх сумішки сильніше пригнічували рослини томата – середня врожайність складає 36,70 т/га (89 % до контролю без супутніх культур), ніж ярі – 41,46 т/га (101 % до контролю). При віддаленості рядків томата від супутніх культур відбувається поступове підвищення урожайності від 35,9 т/га (70 см від супутніх культур) до 40,2 (140 см) і 42,9 т/га (210 см). **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 для томата культур залучено не овочеві види рослин. Визначення алелопатичних властивостей супутніх культур, їх вплив на рослини томата необхідно здійснювати за методикою спеціальних біологічних тестів.

Ключові слова: овочівництво, томат, супутні культури, алелопатія

Актуальність. Розвиток органічного руху в овочівництві передбачає забезпечення населення України органічною продукцією, функціонування ринкової інфраструктури, пов'язаної з забезпеченням населення якісною, екологічно безпечною вітамінною продукцією за доступними цінами впродовж усього року за такої системи виробництва, яка б підтримувала родючість ґрунтів, життя екосистем та організмів.

У Стратегії розвитку аграрного сектора економіки на період до 2020 року та Галузевої 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 %, молочних продуктів – 23, хлібобулочних – 20, м'яса – 15 %. Крім того, Україна входить до першої п'ятірки в світі з виробництва овочів (10,3 млн. тонн), Європа виробляє близько 18 % та 33 % СНД (Mohylina, O.M., Muravyov, V.O., Rud, V.P., Terokhina L.A., 2017; Mohylina, O.M., Muravyov, V.O., Rud, V.P., Horova, T. K., Zelendin, Yu. D., 2017).

У сучасних умовах господарювання овочі, в основному, вирощують за інтенсивних технологій у вузькоспеціалізованих сівоzmінах. 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 урожайність. Головна відмінність органічного виробника від традицій-

ного – це його ставлення до землі. Земля для нього – це не тільки засіб виробництва, а живе середовище, яке розвивається за своїми законами, потребує особливої уваги і співробітництва (Vitanov, A.D., 2007).

У той же час у високорозвинених країнах поширюються масштаби органічного (альтернативного) землеробства, зокрема в овочівництві. В Інституті овочівництва і баштанництва 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 – задіяно метод інтеркропінгу (полікультури), що забезпечить створення умов для 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 здійснюють 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.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Сучасне інтенсивне землеробство спричинило серйозні екологічні проблеми, пов'язані з деградацією ґрунтів, виснаженням їх родючості.

Особливо критичною виявилася ситуація у зрошуваному овочівництві, оскільки ця галузь є найбільш інтенсивною в рослинництві. 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 землеробство») (Prizhukov F.B., 1995).

Овочі важливі в усьому світі, але їх виробництво стикається з проблемами зниження врожайності через ґрунтового і аутокотичності за безперервного вирощування впродовж декількох років. Крім того, алелопатичний вплив інших культур, бур'янів і дерев також знижує врожайність. Деякі овочі мають антимікробні властивості, отже, алелопатично пригнічують фітопатогенні гриби і 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 у 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 не-

стача (Holovko, Ye.A. Bilyanovskaya, T.M., Vorobey, I.I. at al., 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 і складні, органічні та мінеральні, активні і пасивні, які зазнають складних хімічних перетворень та відіграють 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*. Значні алелопатичні ефекти спостерігали на проростках томата і на розсаді у горщиках (Prinsloo, G., Du Plooy C.P., 2018).

Більшість протестованих екстрактів бур'янів спричиняли інгібуючу дію на схожість насіння квасолі овочевої, томата, перця, гарбуза,

цибулі, ячменю, пшениці і 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 порівняно 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 проростання 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 попередньо 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 1 дня перед садінням (Bradow, J.M., Connick, W.J. et al., 1990).

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

Мета дослідження: Визначити алелопатичні властивості супутніх культур томата 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 овочевій рослині томата. Площа облікової ділянки – 1,05 м². Повторність – шестиразова. Алелопатичні дослідження в лабора-

торних умовах проводили згідно методики Гродзінського (Hrodzinskiy, O.M., 1973).

У досліді вивчали сумісність томата розсадного в полікультурі з супутніми рослинами; порівнювали з контролем за загальноприйнятою технологією. Алелопатичну дію супутніх культур визначали в лабораторних (рис. 1.) та польових умовах (рис. 2.).

Використовували сорт томата Чайка. Компанія-оригінація – ІОБ НААН, термін дозрівання плодів 98 – 105 діб, ранній. Тип рослини – детермінанта, штамбова. Плоди – округлі червоного забарвлення масою 70 – 90 г. Потенціальна врожайність 65 т/га. Має привабливий зовнішній вигляд, формує розсаду, толерантну до загущення, добру приживлюваність. Використання – цілоплідне консервування та переробка на тоματοпродукти. Стійкий до фузаріозу. Система удобрення рослин томата включала: для інтенсивного контролю (К1) – внесення мінеральних добрив за рекомендованої дози N₉₀P₉₀K₉₀; для органічного контролю (К2) та всіх інших варіантів – 30 т/га перегною і некоренових підживлень у фазу розсади та на початку бутонізації 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 140 см). 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 томата і супутніх культур у лабораторних умовах

Рисунок 2. Алелопатичне тестування щодо сумісності томата 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 інгібуєного 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 рослин-

них 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 трива-

лих насаджень, науковою основою для розроблення змішаних посівів та обґрунтованої сівозміни, для вжиття заходів щодо подолання ґрунтовтоми, захисту від бур'янів тощо (Holovko, Ye.A. Bilyanovskaya, T.M., Vorobey, I.I. at al., 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 at al., 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. at al., 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 дослідів. 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 20мл 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 у 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 зазначений у ДСТУ строк визначають енергію проростання та схожість насіння (DSTU 4138-2002). Повторність дослідів 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 томата. Суміш насіння тритикале озимого та вики ярої сприяла збільшенню довжини проростків на 32%, а енергії проростання – на 9% (табл. 1).

Встановлено чітко виражений негативний алелопатичний вплив водних витяжок з надземних частин супутніх культур, відібраних у фазу цвітіння томата, на схожість насіння томата. На 3-ю добу ці показники поступалися аналогам з контролем К₁ – насіння томата, пророщене у чистій воді (рис. 1). Надалі, починаючи з 7-ої доби і на 10-у добу, відбувалося різке підвищення схожості у всіх варіантів. Найвищу стимулюючу дію на проростання насіння томата проявляла водна витяжка суміші ярих вики і тритикале – 83 %. Не поступалися показникам з контролем К₁ (73 %) варіанти з водної витяжки тритикале озимого (76 %) та вики ярої (73 %). Відмічено гальмівну дію на проростання насіння томата водної витяжки з суміші вики ярої і тритикале озимого (44 %), а також витяжки з рослинної маси самого томата (К₂) – 40 %.

Надалі також виявлено стимулюючу дію водної витяжки з надземної частини тритикале озимого, відібраної у фазу плодоношення томата, на схожість насіння томата, яка на 3-ю добу становила 33 %, значно перевищувала показники інших варіантів, але поступалася контролю К₁ (50 %) (рис. 2). Визначено максимальну алелопатичну активність цієї витяжки на проростання насіння томата, порівняно з контролем К₁ як на 7-му, так і на 10-ту добу. На 10-ту добу дія водних витяжок тритикале ярого, вики ярої і суміші озимих компонентів сприяла схожості насіння томата, наближеної до контролю К₁.

Таблиця 1. – Алелопатичне тестування сумісності томата і супутніх культур у чашках Петрі, 2018 р.

Насіння супутньої культури	Довжина проростка томата		Енергія проростання томата
	мм	%	
Без супутніх культур (контроль)	4,4	100	90
Тритикале озиме	5,4	122	95
Вика озима	4,0	91	87
Вика озима + тритикале озиме	4,9	111	91
Тритикале яре	5,2	118	91
Вика яра + тритикале яре	4,5	102	85
Вика яра	4,5	102	91
Тритикале озиме + вика яра	5,8	132	99
НІР	1,33	-	5,98

Дослідження, проведені на витяжках з *коренів супутніх культур*, відібраних у фазу цвітіння томата, свідчать про сильний ефект пригнічення на 3-тю добу (18 – 32 % схожих насінин томата, тоді як на контролі – 57 %). У подальшому, на 7-му та 10-ту добу, ефект пригнічення суттєво зменшується; схожість насіння на дослідних варіантах сягає 58 – 72 %, на кон-

тролі – 70 – 72 %. Сильне пригнічення на проростання насіння томата виявляли алелопатично активні речовини з коренів самого томата – схожість насіння томата не перевищує 47 – 55 % (рис. 3). Подібну закономірність спостерігали за впливу водорозчинних речовини з коренів *T. erecta* на насіння рослин свого ж виду *T. patula* (Prystupa I.V., Shlyakhova V.V., 2011).

Рисунок 1. Схожість насіння томата залежно від обробки водною витяжкою надземної частини супутніх культур (фаза цвітіння томата), середнє за 2 роки

Рисунок 2. Схожість насіння томата залежно від обробки водною витяжкою надземної частини супутніх культур (фаза плодоношення томата), середнє за 2 роки

Рисунок 3. Схожість насіння томата залежно від обробки водною витяжкою коренів супутніх культур (фаза цвітіння), середнє за 2 роки

У фазу плодоношення томата водні витяжки з коренів супутніх культур пригнічували проростання насіння томата на 3-тю добу (схожість в основному 33 – 49 %; на контролі – 69%). На 7-му та 10-ту добу за всіма варіантами (у тому

числі з коренів самого томата) відбувалося вирівнювання за варіантами показників схожості насіння томата (рис. 4).

Таким чином, лабораторними дослідженнями (у чашках Петрі) не виявлено негативного впли-

ву насіння супутніх культур (озимих та ярих компонентів) на довжину проростків та енергію проростання насіння томата. Водні витяжки з надземної фітомаси та коренів супутніх культур загалом суттєво пригнічують схожість насіння томата 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 на-

сіння томата, що проростає, ніж витяжки з надземної фітомаси. Найбільш токсичними для проростків томата виявилась витяжка з надземної фітомаси самого томата (K2) – схожість на 3-тю добу склала 0 – 3% (на контролі K1 – 49 – 50 %). Корні супутніх культур менш токсичні для проростків томата, особливо в фазу його плодоношення.

Рисунок 4. Схожість насіння томата залежно від обробки водною витяжкою коренів супутніх культур (фаза плодоношення), середнє за 2 роки

За результатами обліків у польових дослідженнях встановлено, що за вирощування по інтенсивній та органічній технологіям (контролі 1 і 2) без супутніх культур одержано урожайність плодів томата відповідно 41,45 і 41,15 т/га (табл. 2). У середньому за фактором А (супутні культури та їх використання) позитивний алелопатичний ефект спостерігали за вирощування в якості супутніх культур тритикале ярого, вики ярої та їх суміші (всі без підкошування) – урожайність плодів томата склала 42,50 – 42,70 т/га. В цілому, озимі супутні культури та їх сумішки сильніше пригнічували рослини томата, ніж ярі: середня врожайність за факторами А і В для ози-

мих складає 36,70 т/га (89 % до контролю 2), ярих – 41,46 т/га (101 % до контролю 2). У середньому за фактором В (віддаленість рядків томата від супутніх культур) відбувалося поступове підвищення показників урожайності від 35,9 т/га (70 см від супутніх культур) до 40,2 (140 см) і 42,9 т/га (210 см). Кращий результат у досліді за адитивним ефектом обох факторів одержано у рядку, віддаленому на 210 см від непідкошених тритикале ярого та його сумішки з викою ярою – 49,2 та 49,1 т/га, відповідно.

Таблиця 2. – Ефект алелопатичної взаємодії томата і супутніх культур (середнє за 2017–2019 рр.)

Фактор А	Фактор В			
	Товарна врожайність, т/га			
Супутні культури та їх використання	70 см	140 см	210 см	Середнє за фактором А
Без супутніх культур – К ₁ (інтенсивна технологія)	41.45	41.45	41.45	41.45
Без супутніх культур – К ₂ (органічна технологія)	41.15	41.15	41.15	41.15
Тритикале озиме без підкошування	28.60	32.20	41.80	34.20
Вика озима без підкошування	32.30	42.80	41.85	39.00
Вика озима + тритикале озиме без підкошування	33.85	39.95	38.40	37.40
Вика озима + тритикале озиме підкошування	31.25	37.60	39,65	36,02
Середнє за фактором В	31,50	38,14	40,43	36,70
Вика яра + тритикале яре без підкошування	37,50	41,00	49,10	42,50
Вика яра + тритикале яре підкошування	36,30	41,20	43,65	40,40
Тритикале яре без підкошування	35,05	43,45	49,20	42,60
Вика яра без підкошування	39,95	42,95	45,15	42,70
Тритикале озиме + вика яра без підкошування	38,00	38,20	41,00	39,10
Середнє за фактором В	37,36	41,36	45,62	41,46

Висновки. Лабораторними дослідженнями (у чашках Петрі) не виявлено негативного впливу насіння супутніх культур (озимих та ярих компонентів) на довжину проростків та енергію проростання насіння томата. Навпаки, водні витяжки з надземної фітомаси та коренів супутніх культур загалом суттєво пригнічують схожість насіння томата 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 томата, що проростає, ніж витяжки з надземної фітомаси. Найбільш токсичною для проростків томата виявилась витяжка з надземної фітомаси самого томата (К₂) – схожість на 3-тю добу склала 0 – 3% (на контролі К₁ – 49 – 50 %). Корні супутніх культур менш токсичні для проростків томата, особливо в фазу його плодоношення. За результатами обліків у польових дослідженнях встановлено, що за вирощування по інтенсивній та органічній технологіям (контролі 1 і 2) без супутніх культур одержано урожайність

плодів томата відповідно 41,45 і 41,15 т/га. У середньому за фактором А (супутні культури та їх використання) позитивний алелопатичний ефект спостерігали за вирощування в якості супутніх культур тритикале ярого, вики ярої та їх суміші – урожайність плодів томата склала 42,50 – 42,70 т/га. В цілому, озимі супутні культури та їх сумішки сильніше пригнічували рослини томата, ніж ярі: середня врожайність за факторами А і В для озимих складає 36,70 т/га (89 % до контролю 2), ярих – 41,46 т/га (101 % до контролю 2). У середньому за фактором В (віддаленість рядків томата від супутніх культур) відбувалося поступове підвищення показників урожайності від 35,9 т/га (70 см від супутніх культур) до 40,2 (140 см) і 42,9 т/га (210 см). Кращий результат у досліді за адитивним ефектом обох факторів одержано у рядку, віддаленому на 210 см від тритикале ярого та його сумішки з викою ярою, відповідно – 49,2 та 49,1 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. [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 orhanizmv u stanovlenni i 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, pp. 102–104. [in Ukrainian].
- Bukharov, A.F., Balejev, D.N., Bukharova, A.R.* (2011). Otsenka adaptivnosti i stabilnost proyavleniya allelopateskoy aktivnosti ekstraktov iz semyan ovoshchnykh seldereynykh kultur. [Assessment of adaptability and stability of the manifestation of allelopathic activity of extracts from seeds of vegetable celery crops.] *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. № 3 (77), pp. 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. [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 nasinnya deyaknykh vydiv aromatychnykh rosllyn. [Evaluation of allelopathic seed properties of some aromatic plant species] *Introduktsiia rosllyn*. No. 4, pp. 109–113. [in Ukrainian].
- Holovko, Ye.A., Bilyanovskaya, T.M., Vorobey, I.I. et al.* (1999). Allelopatiya kulturnykh rasteniy. Fiziologiya i biokhimiya kulturnykh rasteniy. [Allelopathy of cultivated plants. Physiology and biochemistry of cultivated plants]. T. 31. No 2, pp. 103-110. [in Russian].
- Holovko, Ye.A., Puzik, V.K.* (2003). Allelopatiya i dizayn landshaftnykh kompozitsiy. [Allelopathy and the design of landscape compositions]. *Introduktsiia rosllyn: zbirnyk naukovykh prats*. № 1-2, pp. 149–157. [in Russian].
- Horobets, S.A., Pavlyuchenko, N.A., Blyum, A.A.* (2001). Rastitelnyye ostatki kak faktor allelopateskogo pochvoutomleniya. [Plant residues as a factor in allelopathic soil fatigue]. *Introduktsiia rosllyn : zbirnyk naukovykh prats*. № 1-2, pp. 79–84. [in Russian].
- Hrodzinskiy, O.M.* (1973). *Osnovy khimichnoyi vzayemodii rosllyn*. [Fundamentals of chemical interaction of plants] Kyiv: Naukova dumka. [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. [in Russian].
- Grodzinskiy, A.M., Bogdan G.P., Golovko E.A. i dr.* (1979). Allelopateskoye pochvoutomleniye. [Allelopathic soil fatigue.] Kyiv: Naukova dumka. [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].
- Kosolap, N.P.* (2008). Allelopatiya – prichina mnogikh posledstviy [Allelopathy - the cause of many consequences] *Zerno sbornik nauchnykh trudov*. No. 9, pp. 46-51. [in Russian]
- Mohylna O.M., Muravyov V.O., Rud V.P., Terokhina L.A.* (2017). Rozvytok orhanichnoho vyrobnytstva ovochiv. [Development of organic vegetable production] *Ovochivnytstvo i bashtannytstvo*, Kharkiv. VP «Pleyada», V. 63, pp. 7 – 16. [in Ukrainian].
- Mohylna, 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. [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 vlastyvostry odnorichnykh kvitkovo-dekoratyvnykh roslyn pry yikh spilnomu vyroschuvanni. *Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu* № 1, pp. 10–15. [in Ukrainian].

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

Sposib vyroschuvannya 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. [in Ukrainian].

Sposib vyroschuvannya 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. [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. «Roslynnystvo, selektsiia i nasinnystvo, ovochivnystvo»). Kharkiv No, pp. 206–211. [in Ukrainian].

Vitanov, A.D. (2007). Metody organicheskogo zemledeliya v ovoshevodstve – innovatsionnyy produkt. [Organic farming methods in vegetable growing – innovative product]. *Ovochivnystvo i bashtannystvo* № 53, pp. 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 vyroschuvannya ovochiv. [Adaptive systems of growing vegetables]. *Ovochivnystvo i bashtannystvo* № 65, pp. 32–38. [in Ukrainian].

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

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