

Control of infestation and distribution of Broomrape in sunflower crops of Ukrainian Steppe

A.I. Tsyliuryk¹, S.M. Shevchenko¹, Ya.V. Ostapchuk¹, A.M. Shevchenko²,
E.A. Derevenets-Shevchenko²

¹Dnipro State Agrarian and Economic University

²Institute of Grain Crops, National Academy of Sciences of Ukraine

*Corresponding author Tel.: +38-097-580-85-67, e-mail: tsilurik_alexander@ukr.net

Submitted: 10.01.2018. Accepted: 19.02.2018

Due to the violation of the technology of sunflower growing in Ukraine and the disbalance of scientifically grounded crop rotation, or their complete absence, with the expansion of sunflower seeds in the structure of crops to 40% and more, and the simplification of the system of basic cultivation of arable land, accompanied by a sharp increase in perturbation of crops by autotrophic and parasitic weeds. To determine the impact of agrotechnical measures, saturation of sunflower seeds, soil tillage systems, and fertilization on the number and species composition of various agrobiological groups of weeds in sunflower crops, including *Orobahche cumana* Walls. To reduce the herbicide (chemical) loading in agrophytocoenoses of oilseed crops, and ecologization of protection from weeds it was supposed to reveal optimal and environmentally friendly parameters of modern elements of sunflower cultivation technology. The scheme of the experiment included two grains–steam–breeding and grain–seed crop rotations with saturation in the structure of sunflower seeding 12.5%, 20% and 33.3%; three cardinaly different systems of basic cultivation of the ground (filed plowing, differentiated and systems of mulching and no-till); two fertilizer systems (no fertilizers + post-harvest residues, N30–60P30–45K30–45 + post-harvest residues). All other elements of agrotechnics were standard and generally accepted for the steppe zone. The accounting of obstinacy was carried out by quantitative–weight and species–specific methods. A tendency has been observed to increase the number of weeds before the first inter–row treatment for mulching and no-till and direct sowing (10.4–15.1 pcs/m²) in 1.3–1.5 times compared with the filed plowing (7, 1–12.4 pc. /m²). At the time of harvesting in comparison with the spring definition, the infestation of oilseed crop under fertilized background decreased by 1.6–4.2 times; and their quantitative values were 2.6–5.2 pcs/m² (field plowing), 4.1–8.1 (differentiated tillage), 5.5–12.4 pcs/m² (no-till), indicating the preservation of regularities inherent in the spring period. It was established that the air–dry weight of weeds (within the limits of individual terms of the definition) varied in versions directly proportional to the change in quantitative values, and on average slightly higher for mulching and no-till (3.8–15.7 g/m²) than filed plowing (1.8–12.3 g/m²). It was proved that the degree of manifestation of the active biological phase of the vaginal parasitism naturally increased with the reduction of the time interval of sunflower return in crop rotation, especially in 3–way crop rotation (33.3% sunflower) – 6.9–12.7%, that is, each sunflower field in the crop rotation – an additional resource for the accumulation of Broomrape in the soil. The increase in the degree of sunflower damage with sunflower wool (up to 11.0–12.7 pcs/100 plants) was observed on the background of deep plowing and decreased with a decrease in the depth of main cultivation in shallow and direct sowing by 6.9–7.8%, or 1.6 times as a result of the localization of the Broomrape in the ground beside the sunflower roots, which provokes its germination with its root secretions, while the seeds of Broomrape for mulching and no-till are located on the top of the soil, soil surface or plant residues, that make impossible its germination in a more dense soil in the absence of the root system of host plant (sunflower). Maximum seed yield (2.35–2.82 t/ha) was obtained in 8–crop rotation at the concentration of sunflower in the seed structure of 12.5%. Extension of the sown area to 25% and 33.3% contributed to a decrease in yields of 2.14–2.67 and 2.10–2.56 t/ha, or 8.9–5.3% and 10.0– 9.2% due to the increase in the degree and intensity of damage to plants by Broomrape. Thus, the expansion in the structure of sunflower crops to 33.3% and the minimization of the main cultivation of the soil leads to an increase in perishability by autotrophic weeds in 1.3–1.5 times, and the degree and intensity of damage by Broomrape, on the contrary, decreases on the finely treated agrofons regarding the localization of seeds in the upper layer of soil or on plant residues, which makes it impossible to germinate.

Key words: weed; agrophytocoenosis; crop rotation; soil cultivation system; harvest

Агроекологічні основи контролювання забур'яненості та поширення вовчка в посівах соняшнику Степу України

О.І. Цилюрик^{1*}, С.М. Шевченко¹, Я.В. Остапчук¹, О.М. Шевченко²,
К.А. Деревенець-Шевченко²

¹Дніпровський державний аграрно-економічний університет

²Державна установа Інститут зернових культур НААН України

*Тел.: 097-580-85-67, e-mail: tsilurik_alexander@ukr.net

Внаслідок порушення технології вирощування соняшнику на Україні, а зокрема розбалансованості науково-обґрунтованих сівозмін, або повної їх відсутності з розширенням посівів соняшника в структурі посівів до 40% і більше та спрощенням системи основного обробітку орних земель супроводжується різким зростання забур'яненості посівів автотрофними та паразитними бур'янами. Для визначення впливу агротехнічних заходів, а зокрема насичення сівозмін соняшником, системи обробітку ґрунту та удобрення на чисельність та видовий склад різних агробіологічних груп бур'янів в посівах соняшнику, включаючи бур'ян паразит вовчок соняшниковий (*Orobahche cumana* Walls.) з метою зменшення гербіцидного (хімічного) навантаження в агрофітоценозах олійної культури, та екологізації захисту від бур'янів передбачалося виявлення оптимальних і безпечних для довкілля параметрів сучасних елементів технології вирощування соняшнику. Схема дослідження включала дві зерно-паро-просапні та зерно-просапну сівозміни із насиченням в структурі посіву соняшнику 12,5%, 20% та 33,3%; три кардинально різні системи основного обробітку ґрунту (полицева, диференційована і систем нульового та мілкого мульчувального обробітку ґрунту); дві системи удобрення (без добрив + післяжнивні залишки, N₃₀₋₆₀P₃₀₋₄₅K₃₀₋₄₅ + післяжнивні залишки). Всі інші елементи агротехніки були стандартними та загальноприйнятими для степової зони. Облік забур'яненості проводили кількісно-ваговим та видовим методами. Виявлена стала тенденція збільшення кількості бур'янів перед першим міжрядним обробітком за мілкого та нульового обробітку ґрунту і прямої сівби (10,4-15,1 шт./м²) в 1,3-1,5 рази порівняно із зяблевою оранкою (7,1-12,4 шт./м²). На час збирання урожаю у порівнянні з весняним визначенням, забур'яненість посівів олійної культури на удобреному фоні в середньому зменшилась в 1,6-4,2 рази, а їх кількісні величини становили за полицевої системи обробітку ґрунту – 2,6-5,2 шт./м², диференційованої – 4,1-8,1, мілкої та нульової – 5,5-12,4 шт./м², що вказує на збереження закономірностей, притаманних весняному періоду. Встановлено, що повітряно-суха маса бур'янів (в межах окремих строків визначення) змінювалась по варіантах прямо пропорційно до зміни кількісних величин і в середньому дещо більшою виявилась за нульового і мілкого мульчувального обробітку (3,8-15,7 г/м²), ніж за оранки (1,8-12,3 г/м²). Доведено, що ступінь прояву активної біологічної фази паразитизму вовчка закономірно зростала при скороченні часового проміжку повернення соняшника в сівозміні, особливо у 3-пільній сівозміні (33,3% соняшнику) – 6,9-12,7%, тобто кожне поле соняшнику в сівозміні – додатковий ресурс накопичення насіння вовчка в ґрунті. Виявлено зростання ступеню ураження соняшника вовчком соняшниковим (до 11,0-12,7 шт./100 рослин) на фоні глибокої полицевої оранки і зниження по мірі зменшення глибини основного обробітку за мілкої та прямої сівби на 6,9-7,8%, або в 1,6 рази внаслідок локалізації насіння вовчка в ґрунті за полицевої оранки поруч із коренями соняшнику, які провокують його проростання своїми кореневими виділеннями в той час коли насіння вовчка за мілкого та нульового обробітку знаходиться у верхній частині ґрунту, або на його поверхні чи рослинних рештках, що унеможлиблює його проростання в більш щільному ґрунті за відсутності кореневої системи хазяїна (соняшнику). Максимальний урожай насіння (2,35-2,82 т/га) отримано в 8-пільній сівозміні за концентрації соняшнику в структурі посіву 12,5%. Розширення площі посіву до 25% та 33,3% сприяло зниженню врожайності відповідно до 2,14-2,67 та 2,10-2,56 т/га, або на 8,9-5,3% та 10,0-9,2% у зв'язку з зростанням ступеня та інтенсивності ураження рослин вовчком соняшниковим. Таким чином, розширення в структурі посівів соняшнику до 33,3% та мінімалізація основного обробітку ґрунту призводить до зростання забур'яненості автотрофними бур'янами в 1,3-1,5 рази, а ступінь та інтенсивність ураження вовчком соняшниковим навпаки зменшується на мілко оброблених агрофонах у зв'язку з локалізацією насіння в верхньому шарі ґрунту чи на рослинних рештках, що унеможлиблює його проростання.

Ключові слова: бур'ян; агрофітоценоз; сівозміна; система обробітку ґрунту; урожай

Вступ

В останні десятиліття на Україні спостерігається зростання забур'яненості посівів, при цьому сумарна потенційна засміченість орного шару чорноземів насінням та вегетативними органами розмноження перевищує 500 млн. шт./га (Ivashchenko, 2002;). Особливо значного поширення в посівах соняшнику набуває паразитний бур'ян – вовчок соняшниковий (*Orobahche cumana* Walls.), який суттєво знижує урожай олійної культури на 30-70 % і навіть більше (Vaucher, 1827; Shi et al., 2015; Pototskyi, 2014; Molinero-Ruiz and Dominguez, 2014; Tkalich, 2011;). Головними причинами негативних тенденцій є порушення агротехнічних заходів, зокрема науково обґрунтованих сівозмін та спрощення

системи основного обробітку орних земель, а саме відмова від пошарових луцень стерні і радикальна мінімізація технологічних процесів без урахування обмежень та факторів ризику (Vynokurov and Shevchenko, 2015; Tsykov and Matyukha, 2006; Tsyliuryk and Sudak, 2014; Tsyliuryk et al., 2015; Tsyliuryk and Kozechko, 2017; Tsyliuryk et al., 2017). Окрім цього, за сучасних умов господарювання в Україні соняшник вирощують на необґрунтовано великих площах понад 5 млн. га без урахування біологічних особливостей і впливу на урожай наступних культур, з порушенням технології вирощування, а зокрема із значним відхиленням від рекомендованих строків повернення на попереднє місце вирощування і навіть у повторних і беззмінних посівах (Tkalych, 2011).

За рівнем конкурентоспроможності щодо біологічного пригнічення бур'янів соняшник поступається зерновим колосовим звичайної рядкової сівби (пшениця, ячмінь, овес), однак переважає такі просапні культури, як кукурудза, сорго. Гербокритичний період у соняшника становить 35-40 днів, він триває від сходів до початку фази утворення кошиків. Біологічною основою такого явища є повільний ріст рослин на початку вегетації, а технологічною – широкорядний спосіб сівби, який створює сприятливі умови для проростання насіння бур'янів (Tkalych, 2011). Тобто олійна культура потребує надійного захисту на 1-5 етапах органогенезу насамперед від першої, найбільш потужної хвилі бур'янів, оскільки в цей проміжок часу культурні рослини не здатні заповнити вільні екологічні ніші в агрофітоценозі. Після змикання рядків і формування потужної кореневої системи рослини соняшнику позбавляють бур'яни енергетичного живлення і успішно конкурують за життєвий простір, за винятком вовчка соняшникового, який продовжує паразитувати на рослинах олійної культури, адже в міру своїх біологічних особливостей не потребує додаткового освітлення нижнього ярусу агроценозу для своєї життєдіяльності (Tkalych, Rychik, 2011; Pabat, Shevchenko, Gorbatenko, Gorobets, 2003; Chumak et al., 2011; Tkalych, Kulik, 2011, 2014).

В системі агротехнічних заходів, спрямованих на зменшення потенційної і фактичної забур'яненості, важливе місце займають науково обґрунтовані сівозміни та основний обробіток ґрунту. Зокрема в основу концентрації соняшника в сівозміні покладено допустиму часову тривалість збереження життєздатності насіння вовчком, яка створює просторову зону небезпеки зараження гаусторіями кореневої системи соняшнику протягом 7-9 років. Застосування сівозмін не вимагає додаткових витрат коштів, але дозволяє підвищити урожайність та рентабельність вирощування сільськогосподарських культур, сприяє збереженню та розширеному відтворенню родючості ґрунтів, допомагає регулювати водний та поживний режими ґрунту, забезпечує покращання фітосанітарного стану посівів, зокрема знижує чисельність вовчка соняшникового (*Orobahche cumana* Walls.) (Tkalych, 2011).

При застосуванні різних способів безполицевого обробітку до 50 % загальної кількості насіння бур'янів зосереджено в шарі 0-10 см, що може мати як позитивні, так і негативні наслідки. За низької культури землеробства на такому агрофоні існує потенційна небезпека підвищення шкодочинності бур'янового компоненту агрофітоценозу. В той же час локалізоване у верхньому шарі насіння бур'янів підпадає впливу різних коливань температури і вологості ґрунту, в результаті чого одна частина їх втрачає схожість, інша скорочує період біологічного спокою, за сприятливих умов швидко проростає і знищується до сівби, під час догляду за посівами чи після збирання олійної культури (Tkalych, Rychik, 2011).

Мета роботи – встановити вплив елементів агротехнічних заходів, а зокрема насичення сівозмін соняшником, системи обробітку ґрунту та удобрення на чисельність та видовий склад різних агробіологічних груп бур'янів в посівах соняшнику, включаючи бур'ян паразит вовчок соняшниковий (*Orobahche cumana* Walls.). Встановити оптимальні і безпечні для довкілля параметри сучасних елементів технології вирощування соняшнику з метою зменшення гербіцидного (хімічного) навантаження в агрофітоценозах олійної культури та екологізації захисту від бур'янів.

Матеріал і методи досліджень

Агротехнічні заходи контролювання забур'яненості посівів соняшнику, а саме його концентрацію в структурі посівів та нульовий і мілкий мульчувальний обробіток ґрунту на фоні помірних доз мінерального удобрення вивчали в польових стаціонарних дослідках Інституту зернових культур НААН України на території землекористування дослідного господарства «Дніпро» та Єрастівської дослідної станції протягом 2011-2017 рр. Схема дослідження включала в себе дві зерно-паро-просапні та зерно-просапну сівозміни із насиченням в структурі посіву соняшнику 12,5%, 20% та 33,3%:

- 1) Чорний пар/ранній пар – пшениця озима – кукурудза – соя – ячмінь ярий – горох – пшениця озима – соняшник (12,5%);
- 2) Горох – пшениця озима – соняшник (20,0%) – ячмінь ярий – кукурудза;
- 3) Чорний пар/ранній пар – пшениця озима – соняшник (33,3%).

До схеми дослідження входили також три кардинально різні системи основного обробітку ґрунту, а саме полицева (під всі культури сівозміни виконується полицева оранка), диференційована (поєднання різних способів безполицевого (дисковий, плоскорізний, чизельний) і полицевого обробітку в сівозміні) і систем нульового (без обробітку ґрунту з використанням прямого посіву соняшнику сівалкою Great Plains YP825A) та мілкого мульчувального обробітку ґрунту (по суті та ж сама диференційована система, але всі обробітки ґрунту проводили на дещо меншу глибину, замість чорного пару закладали ранній пар із основним обробітком ґрунту навесні). Обробіток ґрунту проводили наступними знаряддями: 1. Полицева оранка – плугом ПО-3-35 на глибину 20-22 см під ячмінь ярий та соняшник, 23-25 см під кукурудзу, 25-27 см під чорний пар (восени); 2. Чизелювання – чизелем Chisel Plow на глибину 14-16 см під соняшник і ячмінь ярий (восени); 3. Дискування – бороною БДВП – 6,3 на глибину 10-12 см під ячмінь ярий та чистий пар (восени); 4. Плоскорізне розпушування – комбінованим агрегатом КШН-5,6 «Резидент» або КР-4,5 на глибину 14-16 см під кукурудзу і 12-14 см під соняшник (восени) в ранньому парі (навесні).

В якості органічного добрива ґрунту використовували післяжнивні залишки попередників, які, як відомо після мінералізації повертають в ґрунт значну частину раніше відчужених елементів живлення рослин (N-NO₃, P₂O₅, K₂O). З огляду на це, схема досліду під соняшник включала дві системи добрив в сівозмінах: 1) без добрив + післяжнивні залишки; 2) N₃₀₋₆₀P₃₀₋₄₅K₃₀₋₄₅ + післяжнивні залишки. Мінеральні добрива вносили навесні розкидним способом під передпосівну культивуацію. З метою зниження загального фону забур'яненості застосовували ґрунтовий гербіцид аватар (діюча речовина ацетохлор) – 2,5 л/га та проводили культивуацію міжрядь. У варіанті нульового обробітку ґрунту використовували гербіцид раундап в дозі 4 л/га, що забезпечувало надійний контроль бур'янів в післяжнивний період. Всі інші елементи агротехніки були стандартними та загальноприйнятими для степової зони.

Облік забур'яненості посівів соняшнику проводили згідно загальноприйнятих в землеробстві та гербології методиках, а саме кількісно-ваговим та видовим методами, які передбачали облік кількості та повітряно сухої маси бур'янів на початку (перед першим міжрядним обробітком) та в кінці вегетації культури (збирання врожаю) в п'ятнадцятикратній повторності по діагоналі ділянки. Дослід закладено в трикратному повторенні, загальна площа дослідної ділянки – 330 м², облікової – 100 м².

Несприятливі погодні умови для вирощування соняшнику були в 2012 році. Гідротермічний коефіцієнт в період найбільшого водоспоживання рослин у фазу бутонізації (травень – перша половина червня) дорівнював: 2011 р. – 0,8, 2012 р. – 0,6, 2013 р. – 0,7, 2014 р. – 0,9, 2015 р. – 0,8, 2016 р. – 0,9, 2017 р. – 0,7. Показник ГТК менше 0,7 свідчить про наявність ґрунтово-повітряної посухи, яка негативно впливає на формування і налив насіння олійної культури.

Результати та їх обговорення

Обліки, проведені на початку вегетаційного періоду соняшнику, свідчать про низьку та середню (за шкалою І. В. Веселовського) (Volkh, et al., 2007) ступінь забур'яненості посівів, яка залежала, від погодних умов, способу і глибини обробітку ґрунту, удобрення, кількості післяжнивних решток тощо. Найменш засміченими агрофітоценози були у несприятливому за зволоженням 2012 році, що пояснюється, насамперед, швидким зневодненням верхнього (0-10 см) шару ґрунту навесні (третя декада квітня, перша і друга декади травня), яке унеможливило масове проростання насіння бур'янів.

В більшості випадків (2011, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017 рр.) спостерігали сталу тенденцію збільшення кількості бур'янів за мілкого та нульового обробітку ґрунту і прямої сівби в 1,3-1,5 рази порівняно із зяблевою оранкою. В середньому за роки досліджень рясність їх на ділянках при застосуванні безполицевих знарядь дорівнювала 10,4-15,1, полицевої оранки – 7,1-12,4 шт./м² (табл. 1) Слід відмітити, що в аномально посушливому 2012 році забур'яненість посівів соняшнику перед першою культивуацією міжрядь, навпаки, більшою виявилась у варіантах полицевого обробітку ґрунту (11,2-12,0 шт./м²). Зменшення присутності тут дикорослих видів рослин у 0,7-2,3 рази за мілкого ґрунтозахисного обробітку зумовлене, на наш погляд, залученням у кругообіг великих обсягів (порівняно з 2011, 2013, 2014, 2015 рр.) соломи, яка суттєво підсилює фітотоксичність ґрунтового середовища, обмежує надходження сонячної радіації до поверхні ґрунту, створює фізичну перешкоду для проростків бур'янів. Ймовірною причиною гальмування проростання їх насіння на цьому агрофоні може бути також понижений вміст у ґрунті мінерального азоту навесні, внаслідок часткового використання його мікроорганізмами при розкладі рослинного субстрату з широким співвідношенням вуглецю до азоту.

Таблиця 1. Забур'яненість посівів соняшнику залежно від основного обробітку ґрунту та удобрення (перед першим міжрядним обробітком) в середньому за 2011-2017 рр., шт/м²

Сівозміна	Система удобрення	Система обробітку ґрунту		
		полицева	диференційована	мілка/нульова
Чорний пар/ранній пар – пшениця озима – кукурудза – соя – ячмінь ярий – горох – пшениця озима – соняшник	без добрив + післяжнивні рештки	10,3±0,51	11,0±0,53	13,1±0,58
	N ₆₀ K ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки	12,4±0,62	13,2±0,61*	15,1±0,70*
Горох – пшениця озима – соняшник – ячмінь ярий – кукурудза	без добрив + післяжнивні рештки	8,0±0,44	8,4±0,42	10,7±0,53
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + післяжнивні рештки	11,7±0,52*	12,2±0,61	14,0±0,64*
Чорний пар/ранній пар – пшениця озима – соняшник	без добрив + післяжнивні рештки	7,1±0,41	7,8±0,44	10,4±0,53
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + післяжнивні рештки	10,2±0,50*	11,1±0,55	13,5±0,60*

Примітка: * – різниця між контрольним і дослідним варіантами статистично достовірна за P < 0,05.

В процесі вегетації рослини сояшнику у агрофітоценозах нарощували вегетативну масу та змикали листя в міжряддях створюючи оптично щільні посіви на початку фази бутонізації. Ступінь затінення ґрунту при цьому на окремих ділянках була різною, що в кінцевому рахунку істотно впливало на розвиток конкурентних відносин, пов'язаних з повторним забур'яненням і накопиченням вегетативної маси бур'янів. На час збирання урожаю у порівнянні з весняним визначенням забур'яненість посівів олійної культури на удобреному фоні в середньому зменшилась в 1,6-4,2 рази, однак у варіантах без добрив на тлі мілкого та нульового обробітку вона знижувалась несуттєво та залишалась практично без змін (відповідно 10,4-13,1 та 9,0-12,4 шт./м²) (табл. 2).

Таблиця 2. Кількість бур'янів у посівах сояшнику в фазу повної стиглості насіння залежно від структури сівозміни, систем обробітку ґрунту та удобрення за 2011-2017 рр., шт/м²

Сівозміна	Система удобрення	Система обробітку ґрунту		
		полицева	диференційована	мілка/нульова
Чорний пар/ранній пар – пшениця озима – кукурудза – соя – ячмінь ярий – горох – пшениця озима – СОНЯШНИК	без добрив + післяжнивні рештки	5,2±0,18	8,1±0,30	12,4±0,41
	N ₆₀ K ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки	3,3±0,07*	5,1±0,21	9,5±0,26*
Горох – пшениця озима – СОНЯШНИК – ячмінь ярий – кукурудза	без добрив + післяжнивні рештки	4,6±0,11	7,0±0,23	9,2±0,24
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + післяжнивні рештки	2,8±0,09*	4,4±0,13	5,8±0,22*
Чорний пар/ранній пар – пшениця озима – СОНЯШНИК	без добрив + післяжнивні рештки	4,4±0,16	6,5±0,20	9,0±0,24
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + післяжнивні рештки	2,6±0,10*	4,1±0,11	5,5±0,19*

Примітка: * - різниця між контрольним і дослідним варіантами статистично достовірна за P < 0,05.

В останньому випадку мова іде про другу хвилю бур'янів, появи якій сприяло закінчення дії ґрунтового гербіциду аватар, випадання дощів у другу половину вегетації сояшнику, послаблення біологічної конкурентоздатності культурних рослин при вирощуванні їх на природному агрохімічному фоні. Кількісні величини забур'яненості посівів у фазу повної стиглості насіння становили за полицевої системи обробітку ґрунту – 2,6-5,2 шт./м², диференційованої – 4,1-8,1, мілкої та нульової – 5,5-12,4 шт./м², що вказує на збереження закономірностей, притаманних весняному періоду.

Як відомо, внесення мінеральних добрив помітно змінює умови життєзабезпечення культурних рослин і бур'янів, а також характер конкурентних взаємовідносин між ними. Агрохімічні речовини, з одного боку, підвищують схожість насіння, рясність і питому вагу дикорослих видів в структурі посівів, з іншого потенціюють конкурентні можливості польових культур за рахунок позитивного впливу на ростові процеси, пришвидшення розвитку і стрімкого наростання біомаси. Доведено існування тісного зворотного кореляційного зв'язку між урожаєм побічної продукції і чисельністю бур'янів, тобто чим вищою є чутливість культури на добрива, тим сильніше проявляється її стримуюча дія (Tkalic and Kaban, 2007; Tsyliuryk and Sudak, 2016).

Досить неоднозначно оцінюється вплив мінеральних добрив на забур'яненість посівів залежно від обробітку ґрунту. Наприклад, застосування мінерального азоту на тлі безполицевого розпушування ріллі стимулює проростання багатьох видів бур'янів, що, природно, вичерпує запаси життєздатного насіння в ґрунті. Разом з тим, систематичне внесення азотних туків і мілке їх загортання інколи може спричинити підкислення верхнього (0-10 см) шару ґрунту і створювати некомфортні умови для росту молодих рослин сояшнику з ризиком погіршення фітосанітарного стану посівів (Pabat, 1992).

Вищеозначені закономірності, з певними відмінностями відстежувались і у наших дослідженнях. Так, у весняний період мінеральні добрива, особливо з переважанням у їх складі азоту, сприяли кращому проростанню насіння однорічних бур'янів і збільшенню їх рясності в посівах. Усереднені кількісні показники забур'яненості зростали по висхідній і дорівнювали: варіанти без добрив – 7,1-13,1 шт./м², варіанти з внесенням N₃₀₋₆₀P₃₀₋₄₅K₃₀₋₄₅ – 10,2-15,1 шт./м². Максимальними розбіжності між неудобреним і удобреним фоном були на полицевій (16,9-31,6 %) та диференційованій системі обробітку ґрунту (29,7-31,1%), а мінімальними – за нульового обробітку і прямої сівби (13,2-23,6 %). В межах безполицевого агрофону ця різниця зростала по мірі зменшення глибини розпушування скиби і глибини загортання туків. Аналогічні тенденції були характерні також для показників маси повітряно-сухих бур'янів. Натомість вплив мінерального удобрення на чисельність багаторічних бур'янів в цей період був майже відсутнім.

Зворотна залежність відмічена під час обліків, проведених у фазу повної стиглості насіння сояшнику. За нашими спостереженнями, удобрені рослини в продовж 5-7 етапів органогенезу (утворення кошику – цвітіння) стрімко нарощували надземну масу, мали більший габітус і більшу загальну площу листової поверхні. Недостатня інтенсивність освітлення в нижньому ярусі стеблостою, у поєднанні з іншими стрес-факторами (зневоднення орного шару, повітряна посуха) унеможлилювали появу другої хвилі бур'янів, а також суттєво гальмували ріст і розвиток рослин, які лишились після завершення догляду за посівами. Кількість їх перед збиранням урожаю становила на фоні без добрив 4,4-12,4, при застосуванні N₃₀₋₆₀P₃₀₋₄₅K₃₀₋₄₅ – 2,6-9,5, шт./м², а повітряно-суха маса відповідно 10,5-15,7 та 7,3-12,1 г/м².

Аналіз видових відмінностей бур'янів на початку вегетації соняшнику залежно від агротехнічних прийомів свідчить, перш за все, про збільшення за мілкого та нульового обробітку на 2,0-5,5 % частки щириці звичайної (*Amaranthus retroflexus* L.) і зменшення кількості лободи білої (*Chenopodium album* L.) на 0,7-14,5 %. Це зумовлено, насамперед, позитивною реакцією щириці звичайної (*Amaranthus retroflexus* L.) на мілке загортання насіння, а лободи білої (*Chenopodium album* L.) – поганим проростанням в ущільненому ґрунті, особливо при нестачі вологи у верхньому (0-10 см) шарі. Під час другого обліку бур'янів в агрофітоценозі олійної культури домінували амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.) та різні види мишію (*Setaria* spp.), які мали пригнічений вигляд із-за дефіциту вологи та світла.

Внаслідок індивідуальної реакції багаторічних бур'янів на різну щільність і твердість ґрунту осот рожевий (*Cirsium arvense* L.) був присутнім виключно на ділянках дискового обробітку, а кількість березки польової (*Convolvulus arvensis* L.) більшою виявилась за оранки на глибину 20-22 см. Найбільш чутливою на внесення мінеральних, особливо азотних, добрив в дослідках була лобода біла (*Chenopodium album* L.), питома частка якої при застосуванні $N_{30}P_{30-45}K_{30-45}$ зростала (порівняно з неудобреним фоном) перед першим міжрядним обробітком на 6,0-9,3 %, перед збиранням урожаю на 3,9-19,0 %. При внесенні $N_{60}P_{30-45}K_{30-45}$ цей показник досягав відповідно 6,6-13,7% та 10,1-21,8 %.

Доцільність застосування тих чи інших агроприйомів з точки зору забезпечення належної боротьби з бур'янами, базується на економічних порогах їх шкідливості, які в переважній більшості побудовані на кількісних показниках. В той же час, як свідчать дослідження багатьох вчених коефіцієнти кореляції між кількістю дикорослих видів і втратами врожаю просапних культур є невисокими (Stevens, 1954; Faezeh et al., 2012; Benoit et al., 2004; Grime, 2001; Barberi et al., 2010; De Cauwer et al., 2010; Haidar et al., 2010; José-Maria and Sans, 2011; Kaur et al., 2016; Shaner and Beckie, 2014; Harker and Donovan, 2013; Zuza, 1995).

Найбільше всього величини втрат урожаю соняшнику корелюють з масою бур'янів, зокрема з їх питомою вагою в загальній біомасі агрофітоценозу. Перевага останнього критерію полягає у відносно стабільних значеннях показників упродовж тривалого проміжку часу і врахуванням едифікаторної ролі культурних рослин (Zuza, 1995).

Встановлено, що повітряно-суха маса бур'янів (в межах окремих строків визначення) змінювалась по варіантах прямо пропорційно до зміни кількісних величин і в середньому дещо більшою виявилась за нульового і мілкого мульчувального обробітку (3,8-15,7 г/м²), ніж за оранки (1,8-12,3 г/м²) на 21,7-52,6%. (рис.1).

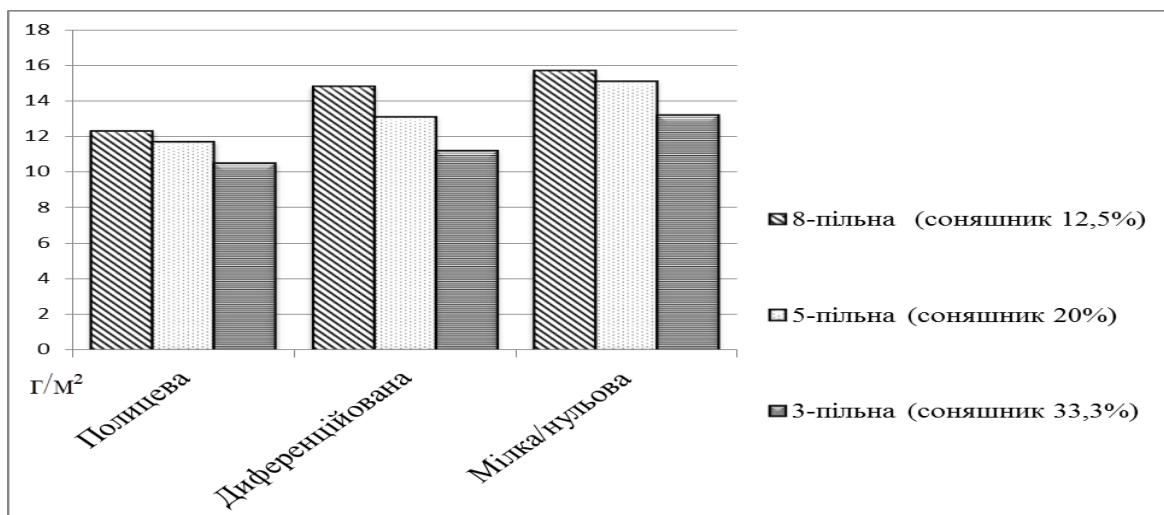


Рис. 1. Маса повітряно-сухих бур'янів залежно від структури посівів та системи основного обробітку ґрунту в сівозмінах за 2011-2017 рр., г/м²

Згідно рис. 1 рівень забур'яненості посівів соняшнику оцінюється як слабкий (Zuza, 1995), тому що за розрахунками питома вага бур'янів в загальній масі агрофітоценозу олійної культури (незалежно від умов року, строків обліку та досліджуваних факторів) не перевищувала 10 %. Тобто розвиток бур'янів не набув загрозливого характеру і присутність їх в посівах не може вважатись чинником суттєвого впливу на продуктивність соняшнику. Досягти цього рівня в стаціонарних дослідках вдалося завдяки високій культурі землеробства, своєчасності проведення всіх регламентованих польових робіт тощо.

Дослідженнями доведено, що поширення та шкодочинність бур'яна паразита вовчка соняшникового (*Orobahche citana* Walls.) мала в цілому абсолютно протилежні закономірності, а ніж при вивченні звичайних автотрофних фотосинтезуючих бур'янів. Зокрема в стаціонарних дослідках з вивчення різноротаційних сівозмін встановлено, що ступінь прояву активної біологічної фази паразитизму вовчка закономірно зростала при скороченні часового проміжку в сівозміні між посівами соняшнику. Цей науковий факт є дуже важливим, оскільки базується на методичному моніторингу механізмів агрофітоценотичної поведінки бур'яну-паразита в полях сівозміні. Максимальну небезпеку для урожаю соняшника вовчок становив в 3-пільній сівозміні (чорний пар/ранній пар – пшениця озима – соняшник), адже тут на кожні 100 рослин олійної культури відмічалось 6,9-12,7 рослин, уражених вовчком (табл. 3). Іншими словами, кожне поле соняшнику в сівозміні – додатковий ресурс накопичення насіння вовчка в ґрунті.

Таблиця 3. Ступінь ураження рослин сояшника вовчком залежно від тривалості повернення на попереднє місце в сівозміні, системи обробітку ґрунту та удобрення за 2011-2017 рр., шт. уражених на 100 рослин

Сівозміна	Система удобрення	Система обробітку ґрунту		
		полицева	диференційована	мілкіа/нульова
Чорний пар/ранній пар – пшениця озима – кукурудза – соя – ячмінь ярий – горох – пшениця озима – СОЯШНИК	без добрив + післяжнивні рештки	1,9±0,08	1,5±0,06	0,8±0,04
	N ₆₀ K ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки	1,2±0,07*	1,0±0,05	0,6±0,03*
Горох – пшениця озима – СОЯШНИК – ячмінь ярий – кукурудза	без добрив + післяжнивні рештки	6,5±0,22	4,3±0,15	3,1±0,13
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + післяжнивні рештки	5,8±0,21*	3,6±0,14	2,5±0,11*
Чорний пар/ранній пар – пшениця озима – СОЯШНИК	без добрив + післяжнивні рештки	12,7±0,63	10,1±0,40	7,8±0,33
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + післяжнивні рештки	11,0±0,50*	8,8±0,35	6,9±0,32*

Примітка: * - різниця між контрольним і дослідним варіантами статистично достовірна за P < 0,05.

Як з'ясувалося в процесі досліджень, існує кореляційна залежність між ступенем ураження сояшнику вовчком (*Orobahche cutana* walls) і способами основного обробітку ґрунту, що тісно пов'язано з місцем збереження насіння у верхній частині на поверхні ґрунту та рослинних рештках, а також локалізацією його у ґрунті (рис. 2).

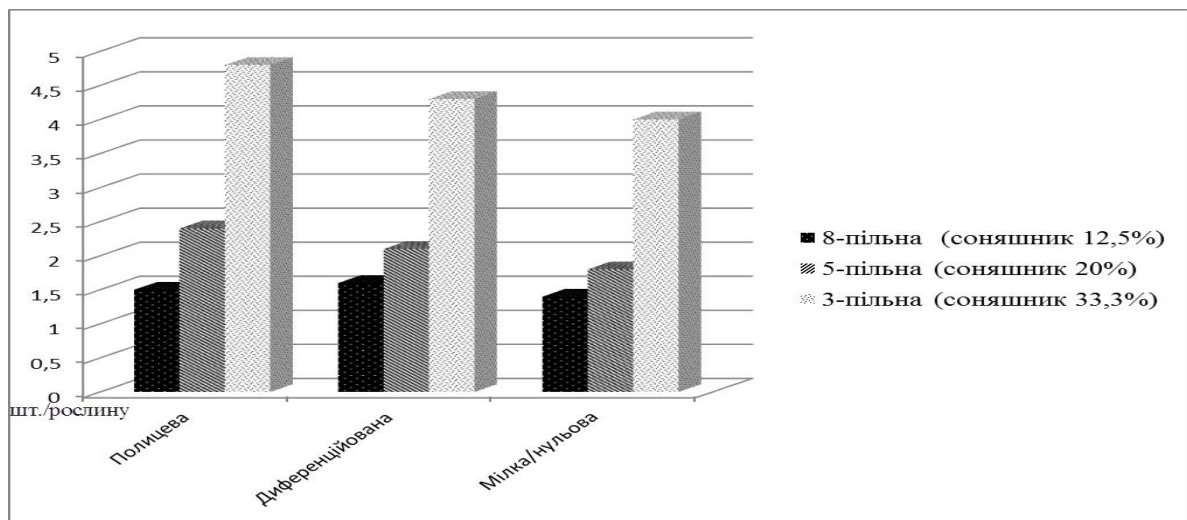


Рис. 2. Інтенсивність ураження рослин сояшника вовчком залежно від структури посівів та системи обробітку ґрунту в сівозміні за 2011-2017 рр., шт./рослину

Встановлена основна особливість розповсюдження вовчка сояшникового, а саме зростання ступеню ураження сояшника на фоні глибокої полицевої оранки і зниження по мірі зменшення глибини основного обробітку за мілкою та нульовою системою обробітку. Для прикладу в 3-пільній сівозміні ураженість сояшника вовчком була максимальною і при застосуванні оранки становила 11,0-12,7%, а на фоні мілкою та нульового обробітку знижувалась до 6,9-7,8% або в 1,6 рази. Це явище пояснюється місцем локалізації насіння вовчка в ґрунті, тобто із збільшенням глибини заорювання насіння, воно опиняється поруч із коренями сояшнику, які провокують його проростання своїми кореневими виділеннями. Після проростання, молоді рослини вовчка гаусторіями прикріплюються до кореневої системи де інтенсивно розвиваються, паразитують та знижують урожай олійної культури (рис. 3). Окрім цього насіння вовчка за мілкою та нульового обробітку знаходиться у верхній частині ґрунту, або на його поверхні чи рослинних рештках, що не уможливує його проростання в більш щільному ґрунті, адже тут майже відсутня коренева система хазяїна (сояшнику) та різко змінюються перепади умов зволоження, освітлення, температури, що кінцевим рахунком викликає поступову загибель більшості насінин на поверхні ґрунту. Порівняно з механізмом формування забур'яненості автотрофними бур'янами, коли оранка сприяла її зниженню, на перший погляд це виглядає парадоксально. Проте, це має свою логіку пояснення, яка базується на тому, що надзвичайно дрібне насіння вовчка слабо проростає в щільному ґрунті, а також гірше "знаходить" менш розвинену кореневу систему у верхньому шарі, а ніж на фоні оранки.



Рис. 3. Місце прикріплення рослини паразита вовчка соняшникового до кореневої системи рослини-хазяїна (соняшника) присоскою гаусторією

Коренева система соняшнику може уражуватися гаусторіями вовчка (*Orobanchaceae cumana* Walls.) протягом всього активного періоду вегетації соняшнику починаючи від фази 5 пар листків культури. Здатність соняшника провокувати проростання насіння вовчка на початкових етапах органогенезу можна використати як очисний захід від паразита шляхом знищення падалиці соняшника на наступний рік певним обробітком ґрунту (дискування, культивування тощо) чи гербіцидом до 10 листка олійної культури. Для знищення насіння вовчка можливий також висів кукурудзи декілька років поспіль, адже кореневі виділення посівів кукурудзи провокують проростання насіння паразита до 70-80% та загибель проростків з часом (Miladinovic, 2014; Ma and Jan, 2014; Louarn, 2014; Jestin, 2014).

Поряд з впливом сівозмін і основного обробітку ґрунту на площинне розповсюдження вовчка (*Orobanchaceae cumana* Walls.) в посівах соняшника вказані елементи землеробства визначали також і інтенсивність ураження окремих рослин культури. При високій часовій щільності соняшника в короткоротаційній сівозміні (3-пільна 33,3% соняшнику) на кожній ураженій рослині в межах різних систем обробітку та удобрення паразитувало 3,5-4,8 шт. розвинених рослин вовчка з поступовим зменшенням інтенсивності ураження кореневої системи в 5-пільній сівозміні до 1,7-2,4 шт., або в 2 рази. Зменшення концентрації соняшника до 12,5% в 8-пільній сівозміні суттєво зменшувало інтенсивність ураження рослин соняшнику вовчком до 1,2-1,5 шт. та було мінімальним порівняно з іншими сівозмінами. Відмічено також відставання у рості і розвитку рослин уражених вовчком соняшниковим, як за фазами розвитку так і за біометричними показниками, що добре видно візуально з рис. 4.

Розвиток підземної частини гаусторій мав аналогічну динаміку з надземною частиною вовчка. Тобто кількість підземних фрагментів вовчка в 3-пільній сівозміні була максимальною (1,9-2,9 шт.) порівняно з 5-пільною (0,9-1,6 шт.) та 8-пільною (0,4-0,7 шт.) сівозмінами де відповідно інтенсивність ураження рослин була в 1,8-2,1 та 4,1-4,8 рази меншою порівняно з 3-пільною сівозміною.

Інтенсивність заселення корневих відгалужень соняшника вовчком (*Orobanchaceae cumana* Walls.) у надземній та підземній фазі розвитку також залежала від глибини загортання насіння під час основного обробітку ґрунту та його щільності, тобто більш заселеною вовчком ризосфера соняшника виявилася на фоні глибокої оранки (0,6-2,9 шт./рослину), порівняно з мілким та нульовим фоном – 0,4-2,1 шт., або в 1,4-1,5 рази менше.

Виявлено також стале зменшення ступеня та інтенсивності ураження вовчком (*Orobanchaceae cumana* Walls.) рослин соняшнику на удобрених варіантах дослідження порівняно з неудобреним контролем в середньому відповідно на 11,5-50,0% та 5,5-28,8%, особливо в 8-пільній зерно-паро-просапній сівозміні (табл. 3, рис. 2). Удобрені рослини соняшнику на відміну від неудобрених інтенсивніше розвивають надземну масу (габітус), мають підвищену стійкість та резистентність по відношенню до бур'янів та хвороб в тому числі і проти вовчка соняшникового (Hargitay, 2014; Miladinovic, 2014; Ma and Jan, 2014; Louarn, 2014; Jestin, 2014).



Рис. 4. Уражена рослина соняшнику вовчком (справа) та не уражена (зліва)

Встановлено, що сумісна дія сівозмінного фактору, системи обробітку ґрунту, удобрення та негативних абіотичних (ґрунтово-повітряна посуха влітку) та біотичних чинників (забур'яненості посівів соняшнику автотрофними фотосинтезуючими бур'янами та паразитним бур'яном вовчком соняшниковим) мали суттєвий вплив на урожайність олійної культури (табл. 4).

Максимальний урожай насіння (2,35-2,82 т/га) як і передбачалось було отримано в 8-пільній сівозміні за концентрації соняшнику в структурі посіву 12,5%. Розширення площі посіву до 25% та 33,3% сприяло зниженню врожайності відповідно до 2,14-2,67 та 2,10-2,56 т/га, або на 8,9-5,3% та 10,0-9,2% менше порівняно з 8-пільною сівозміною у зв'язку з зростанням ступеня та інтенсивності ураження рослин вовчком.

Що стосується впливу системи обробітку ґрунту на врожай олійної культури, то в даному випадку на перший план виходили бур'яни автотрофи які обмежували рослини соняшнику у забезпеченні їх водою, елементами живлення та освітлення заглушуючи при цьому посіви. Урожайність тут знижувалась в такому порядку: полицева система обробітку ґрунту – 2,30-2,82 т/га, диференційована – 2,22-2,77 т/га та мілка чи нульова система обробітку – 2,10-2,61 т/га. Тобто відмічений прямий кореляційний зв'язок між забур'яненістю автотрофними фотосинтезуючими бур'янами та урожайністю соняшнику.

Таблиця 4. Урожайність насіння соняшнику залежно від концентрації його у сівозміні, системи основного обробітку ґрунту та удобрення за 2011-2017 рр., т/га

Сівозміна	Система удобрення	Система обробітку ґрунту		
		полицева	диференційована	мілка/нульова
Чорний пар/ранній пар – пшениця озима – кукурудза – соя – ячмінь ярий – горох – пшениця озима – СОНЯШНИК	без добрив + післяжнивні рештки	2,69±0,12	2,58±0,11	2,35±0,08
	N ₆₀ K ₃₀ K ₃₀ + післяжнивні рештки	2,82±0,13*	2,77±0,11	2,61±0,10*
Горох – пшениця озима – СОНЯШНИК – ячмінь ярий – кукурудза	без добрив + післяжнивні рештки	2,35±0,09	2,22±0,08	2,14±0,06
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + післяжнивні рештки	2,64±0,10	2,67±0,11*	2,48±0,09*
Чорний пар/ранній пар – пшениця озима – СОНЯШНИК	без добрив + післяжнивні рештки	2,30±0,08	2,22±0,07	2,10±0,06
	N ₄₅ P ₄₅ K ₄₅ + післяжнивні рештки	2,48±0,10	2,56±0,11*	2,45±0,09*

Примітка: * - різниця між контрольним і дослідним варіантами статистично достовірна за P < 0,05.

На удобреному мінеральними добривами фоні незначна різниця в урожаї насіння за полицевої та диференційованої систем обробітку ґрунту знаходилася в межах помилки досліду, тобто була рівноцінною (відповідно 2,48-2,82 та 2,56-2,77 т/га). Удобрені ділянки за мілкої та нульової системи обробітку ґрунту давали деяке зниження врожаю насіння порівняно з полицевою та диференційованою системами на 0,03-0,17 та 0,11-0,12 т/га, або на 1,2-6,0 та 4,3-4,33%. Виявлена також, зворотна кореляція між зменшенням ступеня і інтенсивності ураження рослин соняшнику вовчком, забур'яненістю посівів автотрофними бур'янами та зростанням урожаю насіння на удобрених ділянках порівняно з неудобреними, тобто зменшення кількості вовчка та бур'янів на удобрених ділянках сприяло зростанню урожаю насіння на 4,6-14,3%. Підвищення урожаю насіння соняшнику від застосування добрив в 8-пільній сівозміні (12,5% соняшнику) по відношенню до неудобреного контролю за полицевої системи обробітку ґрунту становило 0,13 т/га (4,6%), диференційованої – 0,19 т/га (6,9%), мілкої та нульової – 0,26 т/га (10%); 5-пільній сівозміні (20,0% соняшнику) відповідно до систем обробітку ґрунту 0,29 т/га (11,0%), 0,45 т/га (16,9%) та 0,34 т/га (13,7%); 3-пільній (33,3% соняшнику) відповідно до систем обробітку ґрунту – 0,18 т/га (7,3%), 0,34 т/га (13,3%) та 0,35 т/га (14,3%) прибавки врожаю.

Висновки

Система мілкого та нульового обробітку ґрунту обумовлюють збільшення кількості бур'янів в посівах соняшнику порівняно із зяблевою оранкою перед першим міжрядним обробітком в 1,3-1,5 рази. В середньому за роки досліджень рясність їх на ділянках при застосуванні безполицевих знарядь дорівнювала 10,4-15,1, полицевої оранки – 7,1-12,4 шт./м², перед збиранням урожаю відповідно 2,6-5,2 та 4,1-12,4 шт./м². Повітряно-суха маса бур'янів змінювалась по варіантах у відповідності до зміни кількісних величин і більшою виявилась на мілкому мульчувальному агрофоні (8,1-15,7 г/м²), ніж на полицевому обробітку (7,3-12,3 г/м²).

Внесення мінеральних добрив сприяє кращому проростанню насіння бур'янів у весняний період, а в подальшому забезпечує підвищення конкурентоспроможності посівів щодо біологічного пригнічення дикорослих видів та зменшення кількості автотрофних бур'янів на 23,4-40,9%, а також ступеня і інтенсивності ураження вовчком рослин соняшнику на удобрених варіантах досліду порівняно з неудобреним контролем в середньому відповідно на 11,5-50,0% та 5,5-28,8%, особливо в 8-пільній зерно-паро-просапній сівозміні. Питома вага автотрофних бур'янів в загальній масі агрофітоценозу олійної культури (незалежно від умов року, строків обліку та досліджуваних агроприйомів) не перевищувала 10%, тобто забур'яненість посівів в усіх випадках не може вважатись чинником вирішального, суттєвого впливу на продуктивність соняшнику.

Поширення та ступінь ураження вовчком соняшниковим (*Orobahche cumana* Walls.) мала в цілому абсолютно протилежні закономірності, а ніж при вивченні звичайних автотрофних фотосинтезуючих бур'янів. Ступінь прояву активної біологічної фази паразитизму вовчка закономірно зростала при скороченні часового проміжку в сівозміні між посівами соняшнику. Максимальну небезпеку для урожаю соняшника вовчок становив в 3-пільній сівозміні (чорний пар/ранній пар – пшениця озима – соняшник) із насиченням соняшником 33,3%, адже тут на кожні 100 рослин олійної культури відмічалось 6,9-12,7 рослин, тобто кожне поле соняшнику в сівозміні – додатковий ресурс накопичення насіння вовчка в ґрунті.

Максимальна ураженість рослин соняшника вовчком (*Orobahche cumana* Walls.) була за полицевої системи обробітку 11,0-12,7%, що перевищувало мілку та нульову систему обробітку в 1,6 рази, що пояснюється місцем локалізації насіння вовчка в ґрунті, тобто із збільшенням глибини заорювання насіння, воно опиняється в більш сприятливих умовах, поруч із коренями соняшнику які провокують його проростання своїми кореневими виділеннями. В той час коли насіння вовчка за мілкого та нульового обробітку знаходиться у верхній частині ґрунту, або на його поверхні чи рослинних рештках, що не уможливує його проростання в більш щільному ґрунті, адже тут майже відсутня коренева система хазяїна (соняшнику) та різко змінюються перепади умов зволоження, освітлення, температури, що кінцевим рахунком викликає поступову загибель більшості насінин на поверхні ґрунту.

Максимальний урожай насіння (2,35-2,82 т/га) отримано в 8-пільній сівозміні за концентрації соняшнику в структурі посіву 12,5%. Розширення площі посіву до 25% та 33,3% сприяло зниженню врожайності відповідно до 2,14-2,67 та 2,10-2,56 т/га, або на 8,9-5,3% та 10,0-9,2% у зв'язку з зростанням ступеня та інтенсивності ураження рослин вовчком соняшниковим.

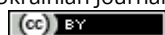
References

- Barberi, P., Burgio, G., Dinelli, G. et al. (2010) Functional biodiversity in the agricultural landscape: relationships between weeds and arthropod fauna. *Weed Research*, 50, 388 - 401.
- Benoit, D. L., Kenkel, N. C., Cavers, P. B. (2004) Factors influencing the precision of soil seed bank estimate. *Canadian Journal of Botany*, 67, 2833-2840.
- Chumak V.S., Tsyliuryk A.I., Gorobets A.G., Gorbatenko A.I. (2011). Agro-economic efficiency of different methods of basic cultivation of soil under sunflower in Steppe. *Bulletin of the Institute of Grain Farming*, 40, 56-59, (in Ukrainian).
- De Cauwer, B., Van Den Berge, K., Coughon, M. et al. (2010) Weed seedbank responses to 12 years of applications of composts, animal slurries or mineral fertilizers, 50, 425-435.
- Faezeh, Z., Mohammad, R., Mojtaba, J. (2012) Monitoring of some scout summer weeds: Proceeding of the Congress [«The 6-th International Weed Science Congress»], Hangzhou, 7-8.
- Gerber, E., Schaffner, U., Gassmann, A. et al. (2011) Prospects for biological control of *Ambrosia artemisiifolia* in Europe: learning from the past. *Weed Research*, 6, 559 - 573.
- Grime J. P. (2001) *Plant strategies, vegetation processes and ecosystem properties*. John Philip Grime. Chichester : John Wiley & Sons, Ltd. 456.

- Harker K.N. & O'Donovan, J.T. (2013) Recent weed control, weed management, and integrated weed management. *Weed Technology* 27, 1-11.
- Haidar, M.A., Gharib, C., Sleiman, F.T. (2010) Survival of weed seeds subjected to sheep rumen digestion. *Weed Research*, 50, 5, 467 - 471.
- Hargitay, L. (2014) Current situation of sunflower broomrape in Hungary. In: Proc. 3rd Int. Symp. On Broomrape (Orobanchae spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain. Int. Sunflower Assoc., Paris, France, 32.
- Ivashchenko A.A. (2002). Weeds in agrophytocoenoses. *Kiev. World*, 234, (in Ukrainian).
- Jestin, C., Lecomte, V., Duroueix, F. (2014) Current situation of sunflower broomrape in France. In: Proc. 3rd Int. Symp. On Broomrape (Orobanchae spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain. Int. Sunflower Assoc., Paris, France, 28-31.
- José-Maria, L. Sans, F. X. (2011) Weed seedbanks in arable fields: effects of management practices and surrounding landscape. *Weed Research*, 51, 6, 631-640.
- Kaur, S., Werle, R., Sandell, I.D. & Jhala, A.J. (2016) Spring-tillage has no effect on emergence pattern of glyphosate-resistant giant ragweed in Nebraska. *Canadian Journal of Plant Science* 96, 726-729.
- Louarn, J., Pouilly, N., Boniface, M. C., Blanchet, N., Pérez-Vich, B., Vincourt, P. (2014) Toward a better understanding of the genetic architecture of sunflower (*Helianthus annuus*) resistance to the parasitic plant *Orobanchae cumana*. In: Proc. 3rd Int. Symp. On Broomrape (Orobanchae spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain. Int. Sunflower Assoc., Paris, France, 178-183.
- Ma, D. T., Jan, C. C. (2014) Distribution and race composition of sunflower broomrape (*Orobanchae cumana* Wallr.) in Northern China. In: Proc. 3rd Int. Symp. On Broomrape (Orobanchae spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain. Int. Sunflower Assoc., Paris, France, 65-69.
- Miladinovic, D., Jocić, S., Dedić, B., Cvejić, S., Dimitrijević, A., Imerovski, I., Malidza, G. (2014) Current situation of sunflower broomrape in Serbia. In: Proc. 3rd Int. Symp. on Broomrape (Orobanchae spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain. Int. Sunflower Assoc., Paris, France, 33-38.
- Molinero-Ruiz, M. L., Dominguez, J., (2014) Current situation of sunflower broomrape in Spain. In: Proc. 3rd Int. Symp. On Broomrape (Orobanchae spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain. Int. Sunflower Assoc., Paris, France, 19-27.
- Pabat I. A., Shevchenko M. S., Gorbatenko A. I., Gorobets A. G. (2003). Minimalization of soil cultivation in the cultivation of crops. *Bulletin of Agrarian Science*, 1, 11-14, (in Ukrainian).
- Pabat I. A. (1992). The soil protection system of agriculture. *Kiev*, 180, (in Ukrainian).
- Pototskyi, G. (2014) Current situation of sunflower broomrape in Ukraine. In: Proc. 3rd Int. Symp. On Broomrape (Orobanchae spp.) in Sunflower, Córdoba, Spain. Int. Sunflower Assoc., Paris, France, 56.
- Shaner, D.L. & Beckie, H.J. (2014) The future for weed control and technology. *Pest Management Science* 70, 1329-1339.
- Shi, B. X., Chen, G. H., Zhang, Z. J., Hao, J. J., Jing, L., Zhou, H. Y., Zhao, J. (2015) First report of race composition and distribution of sunflower broomrape, *Orobanchae cumana*, in China. *Plant Dis.*, 99, 291.
- Stevens, O. A. (1954) Weed seed facts. *Orion Alva Stevens*, North Dakota, Extension Service, 218.
- Tkalych I. D., Tkalych Yu. I., Rychik S. G. (2011). Flower of the Sun (the basis of biology and agrotechnics of sunflower). *Dnepropetrovsk*, 172, (in Russian).
- Tkalich I. D., Tkalich Yu.I., Kulik A.O. (2011). Basic cultivation of soil under field crops. *Bulletin of the Institute of Grain Farming*. Dnipropetrovsk, 1, 15-20, (in Ukrainian).
- Tkalich Yu.I. (2014). Productivity and economic estimation of sunflower growing using different cultivations of soil and herbicides. *Scientific and Technical Bulletin of the Institute of Oilseeds of the NAAS*. Zaporozhye, 20, 198-203, (in Ukrainian).
- Tkalich I.D., Kaban V. M. (2007). Influence of soil cultivation, fertilizers, timing of sowing on obesity, yield of sunflower. *Bulletin of the Institute of Grain Farming of UAAS*. Dnipropetrovsk, 31-32, 82-85., (in Ukrainian).
- Tslyiuryk, A.I., Kozachko, V.I. (2017). Effect of mulching tillage and fertilization on maize growth and development in Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(3), 50-55.
- Tslyiuryk, O.I., Shevchenko, S.M., Shevchenko, O.M., Shvec, N.V., Nikulin, V.O., Ostapchuk, Ya.V. (2017). Effect of the soil cultivation and fertilization on the abundance and species diversity of weeds in corn farmed ecosystems. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(3), 154-159.
- Tslyiuryk, A.I., Sudak V.N. (2014). Efficiency of flat-rope loosening cultivation of soil under sunflower in the northern Steppe of Ukraine. *Herald of Lviv National Agrarian University*. 18 (agronomy), 161-167, (in Ukrainian).
- Tslyiuryk A.I., Gorbatenko A.I., Shapka V.P. (2015). Influence of minimum tillage and fertilization on the yield and oil content of sunflower seeds in the conditions of the Northern Steppe. *Bulletin of the Institute of Agriculture of the steppe zone*, 9, 11-15, (in Ukrainian).
- Tslyiuryk A.I., Sudak V.M. (2016) Influence of minimal tillage of soil and fertilizer on growth and development of sunflower plants in the conditions of the Northern Steppe. *Bulletin of the Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*, 1 (32), 25-31., (in Ukrainian).
- Tsykov V. S., Matyukha L.P. (2006). Weeds: Harmfulness and the system of protection. *Dnipropetrovsk*, 86, (in Ukrainian).
- Vaucher, J. P. (1827). *Monographie des Orobanches*. Geneve. Paris, 172.
- Volokh P. V., Uzbek I. Kh., Lapa O. M., Makarchuk V. V. (2007). Farming from Syngenta. *Dnipropetrovsk: View of the ENEM*, 160, (in Ukrainian).
- Vynokurov Y. N., Horshkova L.M., Shevchenko S.M. et al. (2015) The system of innovative methods of control of indigestion in steppe agriculture: Innovative approaches to the development of agriculture: monograph. *Odessa*, 114, (in Ukrainian).
- Zuza V. S. (1995) Struggle with weeds in sunflower crops. *Plant protection*, 5, 31, (in Ukrainian).
- Zuza V. S. (1995). Scientific fundamentals of combating weeds of field crops in the conditions of north-eastern Ukraine: author's abstract. *Dis. doctor of agricultural sciences*. Sciences: special "General agriculture "Dnipropetrovsk, 1995, 49 (in Ukrainian).

Citation:

Tslyiuryk, A.I., Shevchenko, S.M., Ostapchuk, Ya.V., Shevchenko, A.M., E.A. Derevenets-Shevchenko (2018). Control of infestation and distribution of Broomrape in sunflower crops of Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(1), 487-497.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0. License