



Original researches

Peculiarities of Formation and Regulation of Potential Weediness of Different Technobiogenous Systems

Received: 17 December 2018
Revised: 11 January 2019
Accepted: 15 January 2019

Dnipro State Agrarian and Economic University, Serhii Efremov Str., 25, Dnipro, 49600, Ukraine

Tel.: +38-097-580-85-67
E-mail: tsilurik_alexander@ukr.net

Cite this article: Tsyliuryk, O. I., Shevchenko, S. M., Shevchenko, O. M., Derevenets-Shevchenko, E. A., & Svets, N. V. (2019). Peculiarities of formation and regulation of potential weediness of different technobiogenous systems. *Agrology*, 2(1), 31–40. doi: 10.32819/2617-6106.2018.14015

O. I. Tsyliuryk¹, S. M. Shevchenko¹, O. M. Shevchenko², E. A. Derevenets-Shevchenko², N. V. Svets²
¹Dnipro State Agrarian and Economic University, Dnipro, Ukraine
²Institute of Grain Crops of National Academy of Agricultural Sciences of Ukraine, Dnipro, Ukraine

Abstract. In the agriculture of the Ukrainian Steppe was increased the potential weediness of chernozems in the arable soil layer of vegetative and seed reproductive organs. The soil is considered to be pure, in the arable layer of which there are less than 1 thousand/ha of roots perennial and 10 million pcs./ha of germinative seeds of annual weeds. Due to the excessive potential weediness of soil in bare fallows and in sowing of row crops during the vegetative period, it may appear on 1 m² to 1.5–2.0 thousand shoots of annual and 15–30 sprouts or shoots of perennial weeds. Analysis of the state of potential weediness of soils of different pedogenesis and ecological and technogenic history showed that human interference in ecological and landscape complexes in the form of agricultural activity is accompanied by a significant increase in the reserves of weed seeds in the soil. Active soil tillage in crop rotation on the old arable lands is accompanied by accumulation in the layer of soil 0–30 cm to 452 million pcs./ha of weed seeds. Analysis of the state of potential weediness of soils of different pedogenesis and ecological and technogenic history showed that human interference in ecological-landscape complexes in the form of agricultural activity is accompanied by a significant increase in the reserves of weed seeds in the soil. Active soil tillage in the crop rotation on the old arable lands is accompanied by accumulation in the layer of soil 0–30 cm to 452 million pcs./ha of weed seeds. The danger of high degree of potential weediness is also increased by the fact that in each layer of a profile section of ploughland, a significant amount of seeds is retained, which in any case creates a risk of high harmfulness of weeds in connection with vertical migration. In the upper most active layer of soil 0–10 cm concentration seed is 133 million pcs./ha. In the long fallow lands of agrotechnical dormancy the potential weediness in the upper layer of soil is 6–7 million pcs./ha. In deeper layers are observed only residual signs of the presence of weed seeds. Consequently, the degree of potential weediness on cultivated lands is 20–50 times higher than in zones of natural development of succession. Potential weediness is a major factor determining the degree of crop weediness, the harmfulness of weeds and the amount of crop loss. The determination of the yielding capacity of the field crops showed that the systems of basic soil tillage on the plots fertilized with mineral fertilizers together with the crop residues were equivalent to all productivity indexes: grain yield, grain units and feed units and digestible protein per hectare of crop rotation area with a slight tendency to decrease the indexes for small (mulching) system of soil cultivation. In the variant with crop residues without mineral fertilizers, the system of mouldboard and differentiated soil tillages had advantage over all productivity indexes in consequence of the better phytosanitary state of crops. By results of research, the highest increase from mineral fertilizers by productivity indexes were characteristic of a small (mulching) background with a more severe nutrient regime. Relative to the farm system of cultivation. The mineral fertilizers used here in moderate doses increase the productivity of crop rotation by more than 14% compared with the production system with better initial conditions of mineral nutrition (system of mouldboard cultivation).

Keywords: agrosystem; weeds; sinusions; successions; soil tillage; crop rotation.

Особливості формування і регулювання потенційної забур'яненості різних технобіогенних систем

O. I. Циліурик¹, С. М. Шевченко¹, О. М. Шевченко², К. А. Деревенець-Шевченко², Н. В. Швець²

¹Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро, Україна

²Інститут зернових культур Національної академії аграрних наук України, м. Дніпро, Україна

Анотація. У землеробстві Степу України, внаслідок кризових явищ та падіння культури господарювання, збільшилася потенційна забур'яненість чорноземів в орному шарі ґрунту вегетативними (150–300 тис. пагонів/га) і насіннєвими (0,5–1,0 млрд шт./га) органами розмноження. Загально визнано, що чистим вважається ґрунт, в орному шарі якого знаходиться менше 1 тис./га коренів

багаторічних і 10 млн шт./га схожого насіння малорічних бур'янів. Через надмірну потенційну забур'яненість ґрунту на чорних парах і в посівах просапних культур за вегетаційний період може з'явитися на 1 м² до 1,5–2,0 тисяч сходів малорічних і 15–30 паростків або пагонів багаторічних бур'янів. Аналіз стану потенційної забур'яненості земель різного походження та еколого-техногенної історії показав, що втручання людини в еколого-ландшафтні комплекси у формі сільськогосподарської діяльності супроводжується значним зростанням запасів насіння бур'янів у ґрунті. Активний обробіток ґрунту в сівозміні на староорних землях супроводжується накопиченням у шарі ґрунту 0–30 см до 452 млн шт./га насіння бур'янів. Небезпека високого ступеня потенційної забур'яненості посилюється й тим, що в в кожному шарі профільного розрізу ріллі зберігається значна кількість насіння, яке за вертикальної міграції в будь-якому випадку створює ризик високої шкодочинності бур'янів. У найбільш активному шарі ґрунту 0–10 см, з високим коефіцієнтом проростання насіння, його концентрація становить 133 млн шт./га. На перелогових землях агротехнічного спокою потенційна забур'яненість у верхньому шарі ґрунту становить 6–7 млн шт./га. У більш глибоких шарах спостерігаються тільки залишкові ознаки присутності насіння бур'янів (1–2 млн шт./га). Отже, ступінь потенційної забур'яненості на окультурених землях в 20–50 разів вищий, ніж у зонах природного розвитку сукцесій. Потенційна забур'яненість є основним фактором, який визначає ступінь забур'яненості посівів, шкодочинність бур'янів та величину втрати врожаю. Визначення врожайності польових культур показало, що системи основного обробітку ґрунту на удобрених мінеральними добривами ділянках разом з післяжнивними рештками були рівноцінними за всіма показниками продуктивності: виходом зерна, зернових і кормових одиниць та перетравного протеїну на один гектар сівозмінної площі з невеликою тенденцією до зниження показників за мілкої (мульчувальної) системи обробітку. На варіанті з післяжнивними рештками без мінеральних добрив перевагу за показниками продуктивності мала система полицевого та диференційованого обробітку ґрунту внаслідок кращого фітосанітарного стану посівів. За результатами досліджень найвищі прирости (14%) від мінеральних добрив характерні для мілкого (мульчувального) фону з більш жорстким поживним режимом відносно полицевої системи обробітку.

Ключові слова: агросистема; бур'яни; синузії; сукцесії; обробіток ґрунту; сівозміна.

Вступ

Забур'яненість посівів належить до вагомих обмежувальних факторів вирощування польових культур. Навіть незважаючи на широке впровадження сучасних високоефективних гербіцидів, бур'яни і надалі залишаються шкідливими об'єктами, знижуючи врожай більш ніж на третину. У багатьох випадках втрати перевищують витрати на виробництво зернової продукції, бур'яни поглинають більше екологічних ресурсів відносно сільськогосподарських культур (Andreasen et al., 1996; Blackshaw et al., 2018).

У польових умовах бур'яни є рівноправними компонентами і їх не можна розглядати ізольовано від агрофітоценозів. Зміна чисельності та складу бур'янів обумовлюється, насамперед, змінами екологічних умов і неоднаковими вимогами окремих видів до лімітуючих факторів розвитку, пов'язаних з мульчуванням ґрунту, особливостями деяких способів обробітку ґрунту та технологій вирощування культур у цілому (Pabat, 1992; Gritsaenko, 2005).

Забур'яненість агроценозів, як одна з найбільш негативних причин, що знижує ефективність усіх заходів, спрямованих на підвищення врожайності польових культур. Взаємозв'язки культурних рослин та бур'янів дуже глибокі і визначаються умовами та особливостями еволюційного розвитку цих рослин в агроценозі (Tsikov & Matyuhа, 2006; Tsikov et al., 2010).

Біологічна різноманітність бур'янів досить широка, майже 1,5 тисячі видів, але найбільш небезпечними для посівів культурних рослин вважають приблизно 30 видів. Майже сто видів належать до помірно небезпечних, решта не мають значної конкуренції з культурними рослинами, оскільки походять із природних біоценозів і не витримують конкуренції в агроценозах, тому й не визнаються постійними мешканцями посівів польових культур (Baessler & Klotz, 2006; Caplan et al., 2017).

Бур'яни за рахунок своєї надземної маси затіняють і заглиблюють культурні рослини, внаслідок чого останні розвиваються повільніше, зі зниженням інтенсивності фотосинтезу через скорочення асиміляційної поверхні листків та створення органічної речовини. Вони також підсилюють негативну дію посухи, використовують значну кількість дорожньої вологи, зменшують її запаси на 14–16% порівняно з незабур'яненими посівами. Крім води, бур'яни використовують значну кількість поживних речовин та сприяють розмноженню шкідників і хвороб сільськогосподарських культур (Fisyunov, 1984; Ivashchenko, 2001).

В останні десятиріччя в землеробстві Степу внаслідок кризових явищ та падіння культури землеробства підвищилася потенційна засміченість чорноземів в орному шарі ґрунту вегетативними (150–300 тис. пагонів/га) і насіннєвими (0,5–1,0 млрд шт./га) органами розмноження. Загальновизнано, що чистим вважається ґрунт (його культурний стан), в орному шарі якого знаходиться менше 1 тис./га коренів багаторічних і 10 млн шт./га схожого насіння малорічних бур'янів. Через надмірну потенційну забур'яненість ґрунту на чорних парах і в посівах просапних культур за вегетаційний період може з'явитися на 1 м² до 1,5–2,0 тисяч сходів малорічних і 15–30 паростків або пагонів багаторічних коренепаросткових бур'янів (Scherbak, 1922; Mayor, 1998; Ivashchenko, 2001).

До причин значного зростання потенційної забур'яненості чорноземів Степу можна віднести:

- високу насіннєву продуктивність і регенераційну здатність бур'янів за недостатньо ефективного контролювання їх на орних і необроблюваних землях;
- порушення науково обґрунтованих сівозмін, оптимальних строків виконання польових робіт і системи обробітку ґрунту;
- спрощення системи догляду за посівами та відсутність боротьби з бур'янами на необроблюваних землях.

Одночасно з технологічними і структурними змінами, які відбуваються в аграрному виробництві, закономірно в межах еволюційної адаптації проявляються процеси трансформації типу і ступеня забур'яненості посівів культур сівозміни. Проте незважаючи на очевидний інноваційний прогрес у галузі вдосконалення технічних засобів захисту від бур'янів і новітніх гербіцидів, фактор забур'яненості агрофітоценозів залишається найбільш небезпечним і шкодочинним для врожаю.

Потенційна забур'яненість є надійним біологічним пристосуванням синузій бур'янів, яке дозволяє підтримувати еволюцію видів рослин і забезпечити їх виживання як у природному, так і в техногенному середовищі (Uzbek et al., 2010). Такий еволюційний запас міцності бур'янів створює великі конкурентні проблеми для сільськогосподарських культур в агроценозах (Zolotaryov, 1914; Vorobev, 1979; Yavorskiy et al., 1979).

За ступенем стійкості та індиферентності до провокативних факторів проростання в ґрунті насіння бур'янів перевершує культурні рослини, які відрізняються високою однорідністю процесу проростання. Насіння бур'янів може зберігати анабіотичний спокій за сприятливих водного і температурного ре-

жимів, високих і низьких температур, у глибоких шарах ґрунту за різної щільності та аерованості ріллі, витримує гербіцидні концентрації і т. д.

Нашими багаторічними дослідженнями сукцесійних процесів в агросистемах і окремих їх елементах встановлено очевидний факт, який вказує на те, що бур'яни, як і культурні рослини, позитивно реагують на покращення умов вирощування за біометричними та репродуктивними параметрами. Такий висновок вносить ясність в позицію відомого герболога А. І. Мальцева, який свого часу стверджував, що посилення інтенсивності обробітку ґрунту і в цілому ведення землеробства супроводжується зростанням ступеня забур'яненості посівів і одночасним збільшенням витрат на боротьбу з бур'янами (Larinov & Makodzeba, 1957).

Для ефективного управління процесами контролювання шкодочинності бур'янів у різних агроєкоферних об'єктах на тепер існує ряд важливих наукових положень. До цього часу в повному обсязі не вирішено питання консервативності і мінливості показників потенційної забур'яненості таких еколандшафтних і технобіогенних територій, як земля в обробітку, рекультивовані землі після промислового порушення, а також об'єкти (пасовища, полезахисні лісосмуги), які тривалий час знаходяться в стані сукцесійного саморегулювання. На часі очікують вирішення проблемні напрями трансформації видового складу насіння бур'янів у ґрунті та на полі різних технобіогенних об'єктів у формуванні забур'яненості агроценозів. Принципово актуальним залишається питання адаптації фітотоксичного спектра гербіцидів до фіторезистентності бур'янів на базі прогнозування забур'яненості посівів сільськогосподарських культур (Gallandt, 2006; Gallinat et al., 2015).

Мета роботи – встановити потенційну забур'яненість різних технобіогенних та природних систем, зокрема, перелогових земель; ділянок під полезахисними лісосмугами; що знаходяться в тривалому обробітку, а також ландшафтів рекультивованих земель шляхом нівелювання поверхні різними глибинними породами і насипним чорноземом після кар'єрних гірничодобувних розробок.

Матеріал і методи дослідження

У вивченні механізмів збереження видового різноманіття бур'янів і передачі фітоценотичної інформації через насіння використані біогеоценотичні блоки, які суттєво відрізняються за методами землекористування. Для цього вибрали недоторкані перелогові землі; ділянки під 60-річними полезахисними лісосмугами; землі, що знаходяться в тривалому обробітку (стаціонарні польові досліді), а також ландшафти, рекультивовані шляхом нівелювання поверхні різними глибинними поро-

дами і насипним чорноземом після кар'єрних гірничодобувних розробок. Зокрема, дослідження щодо визначення потенційної і фактичної забур'яненості проводили в стаціонарних дослідіх ДП “ДГ “Дніпро” ДУ Інституту зернових культур НААН України (с. Василівка, Солонянський район, Дніпропетровська область); НДП ННЦ ДДАЕУ (с. Олександрівка, Дніпровський район, Дніпропетровська область); на полезахисних лісосмугах неподалік зазначених стаціонарних дослідіх; перелогових землях поблизу сіл Гончарка Солонянського та Олександрівка Дніпровського районів; на рекультивованих ландшафтах Запорізької біоєкологічної станції ДДАЕУ (м. Покров, Дніпропетровська область).

Потенційну забур'яненість ґрунту визначали методом відбору ґрунтових проб буром Калентьєва по діагоналі поля в п'яти місцях дослідної ділянки. Відібраний ґрунтовий зразок промивали на ситі з отворами діаметром 0,25 мм і буртиком 5 см заввишки над ємкістю. Для відокремлення дрібного насіння, яке пройшло крізь сито з осаду від мулу і води, використовували розчин кухонної солі. При цьому важкі мінеральні частинки ґрунту осідали на дно, а легке насіння бур'янів і органічні рештки піднімалися на поверхню. Насіння висушували та підраховували разом із раніше процідженим на ситі насінням. Засміченість ґрунту насінням бур'янів обчислювали за формулою

$$Z = \frac{10000 \cdot K}{H \cdot P},$$

де Z_n – засміченість шару ґрунту насінням бур'янів, шт./м²;
10000 – площа 1 м², см²;

K – кількість насінин бур'янів у зразку, шт.;

H – кількість проб, з яких формувався зразок;

P – площа внутрішньої поверхні бура, см².

Облік надземної забур'яненості посівів визначали кількісно-ваговим методом. Облікову рамку наклали по діагоналі ділянки в десять місць (Veselovskiy et al., 1998; Ivashchenko, 2001).

Урожайність розраховували поділяючно, методом прямого обмолоту комбайнами “Сампо-500” й “Нива-Ефект” відповідно до культур, з урахуванням вологості й засміченості продукції (Buligin et al., 1999) у фазу повної стиглості зерна. Урожай перераховували на 100%-ву чистоту і 14%-ву вологість. Дані врожайності по всіх культурах обробляли методом дисперсійного аналізу (Dospheov, 1985) з використанням комп'ютерної техніки.

Результати

Аналіз стану потенційної забур'яненості земель різного походження та еколого-техногенної історії показав, що втручання людини в еколого-ландшафтні комплекси у формі сільськогосподарської діяльності характеризувалося значним зростанням

Таблиця 1. Вплив технобіогенних методів експлуатації земельних ресурсів на потенційну забур'яненість, млн шт./га

Ґрунт, спосіб його використання	Шар ґрунту, см			
	0–10	0–20	0–30	0–40
Перелогові землі	6	7	8	8
Землі ДП “ДГ “Дніпро” ДУ ІЗК НААН України	133	306	452	464
Полезахисні лісосмуги	7	9	11	11
Рекультивовані насипні: лесоподібні суглинки	16	22	29	31
лесоподібні суглинки в обробітку	60	115	191	196
чорнозем південний насипний	112	210	303	309
сіро-зелені мергелясті глини	38	88	127	129
червоно-бурі глини та суглинки	32	73	111	112
Наукові стаціонарні досліді ДУ ІЗК НААН	43	140	217	228
ННЦ НДП ДДАЕУ	63	180	305	311

запасів насіння бур'янів у ґрунті (табл. 1). Так, активний обробіток ґрунту в сівозміні на староорних землях супроводжувався накопиченням у шарі ґрунту 0–30 см до 452 млн насінин бур'янів, що, власне, стабілізувалося на даному рівні культури землеробства. Небезпека такого високого ступеня потенційної забур'яненості посилюється й тим, що в кожному шарі профільного розрізу ріллі зберігається значна кількість насіння, яке за вертикальної міграції в будь-якому випадку створює ризик високої шкодочинності бур'янів. Наприклад, у верхньому, найбільш активному, шарі ґрунту 0–10 см з високим коефіцієнтом стимулювання проростання насіння його концентрація становила 133 млн шт./га.

Більш консервативна частина насіння, яка розташована в шарі 10–30 см, становить 319 млн шт./га, несе в собі пролонговану небезпеку підвищення ступеня забур'яненості посівів сільськогосподарських культур.

Експериментально доведено, що рівень технологічної культури і виконання системи протибур'янових заходів є ефективним засобом зниження фону потенційної забур'яненості (Tsyliuryk et al., 2017).

У стаціонарних дослідях Інституту зернових культур НААН України встановлено значний вплив на рівень фактичної забур'яненості способів основного обробітку ґрунту, внесених добрив та попередників тощо. Для прикладу в короткочасній сівозміні в посівах ячменю ярого на період збирання культури виявлено зменшення забур'яненості зі збільшенням дози добрив з 5,6–11,6 до 3,2–6,4 шт./м² та підвищення їх кількості залежно від системи обробітку ґрунту по висхідній: полицева (3,2–5,6 шт./м²) – диференційована (4,4–7,0 шт./м²) – мілка (мульчувальна; 6,4–11,6 шт./м²). Такі самі тенденції стосовно впливу обробітку ґрунту спостерігалися на початку вегетації (фаза куціння), але зі значно вищими загальними показниками забур'яненості (у 3–8 разів). Так, у фазу куціння рослин за полицевої системи обробітку, залежно від фону удобрення, налічувалося 16,8–27,2, диференційованої – 22,8–37,6, мілкої (мульчувальної) – 38,8–52,4 шт./м² диких видів (табл. 2). Зменшення забур'яненості наприкінці вегетації пояснюється дією страхових гербіцидів (естерон) та збільшенням вегетативної маси, яка пригнічувала ослаблені гербіцидом бур'яни та не давала можливості проростати новим дикорослим рослинам в агрофітоценозі.

На початку вегетації у фазу куціння мінеральні добрива, особливо азотні, навпаки, стимулювали проростання бур'янів нітрофілів, тому в цей період були відмічені протилежні результати порівняно з даними періоду збирання врожаю. Тут, навпаки, найменші кількісні показники бур'янів зареєстровано на неудобреному природному фоні, з внесенням мінеральних добрив N₃₀P₃₀K₃₀ вони зростають в 1,1, N₆₀P₃₀K₃₀ – в 1,2 раза.

На ранніх етапах розвитку ячменю за всіх систем обробітку ґрунту в структурі бур'янового угруповання майже повністю домінувала падалиця соняшнику (50,5–72,0%), амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.) – 8,8–39,1%, гірчак березковидний (*Polygonum convolvulus* L.) – 8–17%. Внесення азоту (N₃₀₋₆₀) у складі повного мінерального добрива стимулювало проростання лободи білої (*Chenopodium album* L.).

За спостереженнями, падалиця соняшнику, маючи стрижневу кореневу систему і використовуючи вологу нижніх горизонтів ґрунту, досить швидко займала вільні екологічні ніші в посівах ячменю ярого. Виходячи у верхній ярус, вона жорстко конкурує за виживання, затілює культурні рослини, створюючи для них режим енергетичного дискомфорту. У таких посівах обов'язковим агротехнічним заходом є застосування післясходових гербіцидів для повного знищення падалиці.

Досить небезпечним видом для польових культур була амброзія полинолиста. За сприятливих умов вона розвивала потужну надземну масу, використовувалв вологу та поживні речовини, пригнічувалв культурні рослини, швидко відростала, утворюючи велику кількість бокових гілок. Амброзія має висо-

ку еволюційну пластичність і здатність на більш пізніх етапах розвитку (після утворення 4-х справжніх листочків) стрімко нарощувала фазову резистентність до гербіцидів.

Застосування в посівах ячменю ярого передбаченого технологічним регламентом страхового гербіциду (естерон – 0,8 л/га – фаза куціння) добре знищувало лободу білу, гірчак березковидний, падалицю соняшнику, гірше – амброзію полинолисту, яка виявилася середньочутливою до зазначеного агрохімікату. Найбільш засміченими, як і на початку вегетації, були задисковані ділянки (мілка мульчувальна система обробітку) – 6,4–11,6 шт./м² (3,8–5,9 г/м²). Внесення мінеральних добрив підвищувало конкурентоздатність ячменю ярого по відношенню до бур'янів.

Просапні культури (соняшник, кукурудза) внаслідок використання ґрунтового гербіциду (харнес) забур'янювалися в 2–3 рази менше, і тому в посівах соняшнику за полицевої і диференційованої систем обробітку ступінь забур'яненості був слабким, за мульчувальної – слабкою та середньою. У посівах кукурудзи забур'яненість зростала по висхідній: полицева система – слабка, диференційована – середня, мульчувальна – висока.

Використання в короткочасній сівозміні північного Степу мілкої безполицевої мульчувальної системи обробітку ґрунту призводить до підвищення рівня забур'яненості ранніх зернових та парів в 1,4–1,6, просапних культур 1,4–1,8 раза, що у свою чергу потребує додаткового регламенту використання ґрунтових і післясходових гербіцидів, які надійно контролюють забур'яненість сівозмін, запобігаючи при цьому зниженню їх продуктивності. Внесення мінеральних добрив у дозі N₃₀₋₆₀ і поєднанні з рослинними рештками попередника підвищує конкурентоспроможність зернових культур до бур'янів за рахунок зростання оптичної щільності посівів.

Рівень репродуктивного і відновлювального потенціалу бур'янів на стадії біологічного спокою є значно нижчим, ніж в умовах масового землекористування в традиційних агропідприємствах, тобто на землях високої культури землеробства показники потенційної забур'яненості можна знизити у шарі ґрунту 0–10 см до 43 млн шт./га, або в 3,1 раза.

У цілому зі зростанням ефективності прийомів контролювання бур'янів за високої потенційної забур'яненості проблеми захисту посівів польових культур від бур'янів не зникають. Для розуміння процесів біогеоценотичного масштабу і прийняття ефективних рішень у практиці землеробства важливо знати ступінь потенційної забур'яненості на законсервованих землях, на яких підтримується тривалий час тільки природне регулювання фітоценозів.

Проведений моніторинг запасів насіння бур'янів на перелогових землях з недоторканими ґрунтовими шарами та під покривом полезахисних лісосмуг, закладених в 60-ті роки минулого століття, показав, що на необроблюваних землях процеси активації фіторесурсів значно уповільнені.

На перелогових землях агротехнічного спокою, на яких склався багаторічний тип забур'яненості і відсутнє надходження насіння однорічних видів у критичних для біоценозу обсягах, потенційна забур'яненість у верхньому шарі ґрунту становить 6–7 млн шт./га. У більш глибоких шарах спостерігаються тільки залишкові ознаки присутності насіння бур'янів, на рівні 1–2 млн шт./га. Отже, ступінь потенційної забур'яненості на окультурених землях у 20–50 разів вищий, ніж у зонах природного розвитку сукцесій.

У контексті великомасштабних ландшафтних і техногенних реконструкцій, здійснених унаслідок добувної діяльності людини, важливо встановити трансформацію фітоценозів бур'янів, у тому числі й через характеристику запасів їх насіння в ґрунті (Uzbek et al., 2010).

Дослідженнями визначено особливості окупації бур'янами насипних порід, які були в первинному геологічному стані без будь-яких біотичних ознак винесені з глибини 40–60 м на денну поверхню. Розпочинаючи виключно з мінеральної фази нео-

Таблиця 2. Кількість бур'янів у посівах ячменю ярого за різних систем обробітку ґрунту та удобрення по просапному попереднику (середнє за 2010–2015 рр.), шт./м²

Вид бур'янів	Система обробітку ґрунту (фактор А)					
	полицева		диференційована		мульчувальна/нульова	
	строки визначення					
	кущіння	збирання	кущіння	збирання	кущіння	збирання
Без добрив (фактор В)						
Лобода біла	1,6	-	2,0	-	-	0,8
Амброзія полинолиста	2,4	3,2	0,8	2,6	15,2	6,2
Тонконогові однорічні	-	0,4	0,4	2,2	-	2,6
Гірчак березковидний	0,8	1,4	3,6	1,2	0,4	1,0
Падалиця соняшнику	12,0	0,6	16,0	1,0	23,2	0,8
Щириця звичайна	-	-	-	-	-	0,2
Усього, шт./м ²	16,8	5,6	22,8	7,0	38,8	11,6
Маса сухих бур'янів, г/м ²	3,8	3,1	5,9	2,5	6,9	5,9
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ (фактор В)						
Лобода біла	2,0	-	3,2	-	0,3	-
Амброзія полинолиста	2,4	1,6	4,4	1,8	18,4	3,6
Тонконогові однорічні	-	1,4	-	2,4	-	2,4
Гірчак березковидний	1,2	1,0	2,8	0,8	0,8	1,7
Падалиця соняшнику	14,4	-	17,6	0,2	19,6	0,6
Щириця звичайна	-	-	-	-	-	-
Усього, шт./м ²	20,0	4,0	28,0	5,5	38,8	8,3
Маса сухих бур'янів, г/м ²	4,9	2,5	6,5	1,9	8,0	4,7
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀ (фактор В)						
Лобода біла	6,4	-	8,4	-	-	-
Амброзія полинолиста	2,4	1,0	6,0	1,6	20,0	3,2
Тонконогові однорічні	-	1,0	0,4	1,0	-	2,2
Гірчак березковидний	2,4	1,2	2,4	1,6	2,4	0,8
Падалиця соняшнику	16,0	-	20,4	0,2	30,0	0,2
Щириця звичайна	-	-	-	-	-	-
Усього, шт./м ²	27,2	3,2	37,6	4,4	52,4	6,4
Маса сухих бур'янів, г/м ²	5,9	2,0	7,2	1,8	8,7	3,8
НІР _{0,95} , шт./м ² :						
фактор А	5,2–6,3					
фактор В	2,1–2,3					
взаємодія АВ	7,0–7,8					

технологічного ґрунту, за 60 років його сільськогосподарського використання спостерігалось значне зростання потенційної забур'яненості оброблюваного шару ріллі (Uzbek et al., 2010).

У випадку використання чорнозему для рекультивативної маси, який був знятий з кар'єрної території під час видобутку марганцевої руди, склалася найбільш загрозлива ситуація щодо біологічної агресивності бур'янів. Це підтверджують показники потенційної забур'яненості на ділянці редислокації чорнозему, де вони стабілізувалися у шарі 0–30 см техногенної ріллі на рівні 303 млн шт./га. Тобто чорнозем, використаний для створення рекультивативної маси серед інших складових частин ґрунтової бази рекультивативії, виявився найбільш сприятливим субстратом для розвитку бур'янів, що вивів потенційну забур'яненість на рівень традиційного землеробства в посушливій зоні південного Степу України.

Лесоподібні суглинки, використані як насипна рекультивативна маса для вирощування сільськогосподарських культур,

мають також недоліки з точки зору вологозатримувальної здатності і відсутності гумусового потенціалу, який є носієм елементів живлення і родючості.

За таких умов біопродуктивність бур'янів та їх насіннева репродуктивність поступалися бур'янам чорноземної бази рекультивативії. У той же час цей техногенний субстрат за впливом на ріст і розвиток бур'янів мав свої переваги над сіро-зеленими і червоно-бурими глинами за рахунок легкого механічного складу. Унаслідок комплексу еколого-біологічних переваг лесоподібного едафотопу потенційна забур'яненість на фоні агро-технологій в сівозміні була достатньо високою і становила в шарі ґрунту 0–30 см 191 млн шт./га, або в 1,5–1,9 раза більше, ніж на важких червоно-бурих і сіро-зелених глинах.

На лесоподібних суглинках, залужених багаторічними злаково-бобовими сумішками, фітоценоз бур'янів перебував під пресом культурного компонента, що суттєво обмежувало вихід бур'янів у лідери сукцесії. Одночасно висока фітоценотична

щільність багатокomпонентної травосуміші та відсутність обер-тання скиби викликали свої особливості профільного розподілу насіння бур'янів у найбільш активному кореневмісному шарі 0–30 см. Коли концентрація насіння бур'янів у верхньому 0–10 см шарі становила 16 млн шт./га, у шарі 20–30 см вона була суттєво меншою – 7 млн шт./га.

Таким чином, як у природному, так і в агрогенному середовищі найсуттєвішими факторами трансформації потенційної засміченості були якісні характеристики ґрунту, фітоценотична конкурентоздатність видів рослин, агротехнологічні особливості вертикальної міграції насіння та ефективності засобів боротьби з бур'янами. У системі землеробства потенційну забур'яненість вважають основним фактором, який визначає ступінь забур'яненості посівів, шкодочинність бур'янів та величину втрати урожаю.

Кореляційна залежність між потенційною забур'яненістю та врожаєм сільськогосподарських культур є однією з найтісніших серед інших факторів, незважаючи на те, що реалізація запасів насіння здебільшого залежить від екологічних пустот в агроценозах, конкурентної напруги на різних етапах розвитку рослин, зволоженості ґрунту, синхронності циклів сільськогосподарських робіт з фазами біологічного пробудження бур'янів, локалізації насіння в зоні активного стимулювання або тривалої консервації.

Простеження варіабельності показників потенційної забур'яненості, залежно від чергування культур у сівозміні і способів обробітку ґрунту, тобто встановлення амплітуди коливання в орному шарі в ротатійній сітці, і визначало характеристики їх мінливості та консервативності.

Як показали спостереження в короткоротатійній сівозміні за відбору зразків ґрунту і відмивання насіння бур'янів в орному шарі, максимальна величина потенційної забур'яненості спостерігалася на початку весняно-польових робіт у полі чорного пару і ячменю ярого (463–504 млн шт./га). Закономірність такої динаміки потенційної забур'яненості знаходить своє пояснення в тому, що поля чорного пару і ячменю ярого розміщуються в сівозміні після просапних культур соняшнику і кукурудзи, які наприкінці вегетації та збирання врожаю розповсюджуються та сприяють зростанню потенційної забур'яненості ґрунту (табл. 3).

Високий очисний ефект чорного пару сприяв зниженою потенційною забур'яненістю в полі пшениці озимої на 202–253 млн шт./га порівняно з No-till технологією, де потенційна забур'яненість у сівозміні була максимальною.

У посівах просапних культур кукурудзи і соняшнику з високим коефіцієнтом реалізації потенційної забур'яненості у вегетативну фазу бур'янів (380–386 млн шт./га) рівень прогнозу шкодочинності був найвищим.

Рівень культур сівозміни, як стримувальний конкурентний фактор щодо розповсюдження бур'янів у шарі ґрунту 0–10 см, мав аналогію з динамікою вмісту насіння в повнопрофільному орному шарі. Так, до групи найвищого ризику відносяться поля чорного пару і ячменю ярого – 228–246 млн шт./га у шарі ґрунту 0–10 см; мінімального – посіви озимої пшениці – 94 млн шт./га і середнє положення займали кукурудза і соняшник – 146–161 млн шт./га.

Поряд з ефективним регулюванням забур'яненості сівозміни за допомогою чергування сільськогосподарських культур важливим елементом системи боротьби з бур'янами є способи основного обробітку ґрунту. Механізми їх впливу на потенційну засміченість проявляються через можливість переміщення насіння між активним і консервативним шарами ґрунту і забезпечення якості внесення ґрунтових гербіцидів. Полицева оранка виступає найбільш радикальним способом зниження забур'яненості посівів культур сівозміни за рахунок скидання насіння бур'янів, у першу чергу свіжоосипаних, у нижню мертву зону ріллі.

У результаті такого міграційного алгоритму насіння бур'янів у верхньому шарі ґрунту на фоні полицевої оранки під усіма культурами формувалася мінімальна потенційна забур'яненість – 41–80 млн шт./га. Того ж часу концентрація насіння бур'янів попередньої генерації у верхньому шарі ґрунту на дисковому обробітку і системами No-till супроводжувалася зростанням потенційної забур'яненості в 1,4–3,8 раза. Незважаючи на те, що циркуляція насіння бур'янів під час впровадження безборотних способів основного обробітку ґрунту відбувається в обмеженому об'ємі (0–10 см), домінуючим фактором залишається концентрація репродуктивного ресурсу бур'янів у верхньому шарі ріллі. Як правило, таке просторове розміщення насіння бур'янів у ґрунті призводить до зростання активної забур'яненості на фоні мінімізації обробітку ґрунту в 1,7–2,3 раза.

Регулятивна здатність сівозмін, обробітку ґрунту щодо формування потенційної забур'яненості ґрунту є достатньо суттєвою. Наприклад, у структурі посіву пшениці озимої на фоні полицевої оранки в шарі 0–30 см містилося 117 млн шт./га; у варіанті ячменю ярого за прямої сівби (No-till) потенційна забур'яненість зростала до 504 млн шт./га. І навіть за високої фітоочисної ефективності чорного пару та значної конкурентоздатності культур суцільного способу сівби, залишкова потенційна засміченість завжди потребує застосування гербіцидів для контролювання бур'янів та припинення потрапляння насіння бур'янів у ґрунт.

Головним джерелом еволюційної агресивності бур'янів є їх надзвичайно висока репродуктивність. На жаль, сьогодні ми не маємо достатньої інформації про різноякісність насін-

Таблиця 3. Вплив агробіоценотичних факторів сівозміни на потенційну забур'яненість (середнє за 2013–2017 рр.), млн шт./га

Сівозміна	Шар ґрунту, см	Обробіток ґрунту		
		полицева оранка	дискування	No-till
Пар чорний	0–10	61	190	228
	0–30	324	392	453
Пшениця озима	0–10	41	86	94
	0–30	177	237	251
Соняшник	0–10	44	104	161
	0–30	297	340	386
Ячміль ярий	0–10	70	205	246
	0–30	370	407	504
Кукурудза на зерно	0–10	80	110	146
	0–30	306	348	380

Таблиця 4. Особливості формування фітоценозів бур'янів на різних технобіогенних об'єктах землекористування, шт./м²

Технобіогенні об'єкти	Типи бур'янів			Усього
	тонконогові	двосім'ядольні	багаторічні	
Перелогові землі	12	19	94	125
Землі ДП "ДГ "Дніпро" ДУ ІЗК НААН України	25	60	7	92
Полезахисні лісосмуги	7	6	14	27
Рекультивовані насипні: лесоподібні суглинки	8	14	12	34
лесоподібні суглинки в обробітку	20	39	5	64
чорнозем південний насипний	22	52	5	79
сіро-зелені мергелясті глини	14	34	4	52
червоно-бурі глини та суглинки	11	35	3	49
Наукові стаціонарні досліді ДУ ІЗК НААН	21	36	6	63
ННЦ НДП ДДАЕУ	23	53	6	82

ня бур'янів, тривалість періоду спокою, стимулювання виходу анабіозу, хімічні методи знищення їх резервацій, реакції на анаеробні умови тощо. Як не парадоксально, науково доведеним фактом є твердження про те, що основні резервації бур'янів, пов'язані зі землями сільськогосподарського використання, де бур'яни одержують всі необхідні екологічні умови для росту і розвитку. Візуальна стадія розвитку фітоценозів бур'янів (активна забур'яненість) в умовах різних біотехногенних ландшафтів підтвердила цей висновок (табл. 4). Найвищий ступінь забур'яненості насіннєвими формами рослин спостерігався на староорних землях (85 шт./га) та на рекультивованих ділянках з насипним верхнім шаром чорнозему південного (74 шт./м²).

Різне зниження родючості лесоподібних суглинків, сіро-зелених і червоно-бурих глин за вмістом елементів живлення і агрофізичними показниками супроводжувалося зниженням ступеня забур'яненості посівів на рекультивованих землях до 46–49 шт./м². У фітоценозах бур'янів, сформованих на природних пасовищах та багаторічних залужених землях, які функціонують за рахунок біологічних механізмів без агротехнологічної участі людини, частка однорічних видів знижувалася до 22–31 шт./м². Багаторічні бур'яни, які домінують в природному середовищі (94 шт./м²), через обмежену екологічну дифузію не являють загрози суттєвого поширення в агроценозах. Динаміка надземної забур'яненості в агросистемах підпорядковується закономірностям фітоценотичної боротьби і рівню ефективності захисних комплексів.

Найбільш показовий зв'язок між потенційною і активною забур'яненістю виявився в полі чорного пару, оскільки бур'яни мали вільний екологічний вихід у фітоценотичну сферу. Протягом вегетаційного періоду в пару на фоні оранки було зафіксовано 438 шт./м² сходів бур'янів, а за системи нульового обробітку ґрунту – в 1,6 раза більше (табл. 5).

Таблиця 5. Формування ступеня забур'яненості сівозміни залежно від основного обробітку ґрунту (2013–2017 рр.), шт./м²

Сівозміна	Обробіток ґрунту		
	оранка	дисковий	No-till
Пар чорний	438	605	711
Пшениця озима	18	28	44
Соняшник	36	51	77
Ячмінь ярий	30	126	290
Кукурудза на зерно	45	63	84

Очищення ґрунту від насіння бур'янів у пару і висока фітоценотична конкурентність оптично щільних посівів пшениці озимої сприяли зниженню забур'яненості в посівах цієї культури до 18 шт./м² на оранці і до 44 шт./м² за прямої сівби. Стимульвальний характер чорного пару щодо розповсюдження бур'янів проявився і в посівах наступної після пшениці озимої поля культури – соняшнику. Відчутних масштабів набуває загроза падалиці соняшнику, культури, яка здатна в посівах наступного року дати 150–220 тис. шт./га сходів. Особливо помітні наслідки самовисіву соняшнику на фоні безполицевих способів обробітку ґрунту. Наприклад, у посівах ячменю ярого сумарна кількість бур'янів і падалиці соняшнику за дискового обробітку і системи No-till сягала критичних позначок (126–290 шт./м²).

На завершення ротації сівозміни в полі кукурудзи на зерно зберігалася достатньо висока забур'яненість (45–84 шт./м²) зі значним зростанням за мілкого обробітку ґрунту. Тобто сівозміна є агротехнічним методом боротьби з бур'янами за рахунок чергування культур та проведення агротехнічних, хімічних, біологічних заходів.

Поряд з кількісними характеристиками фітоценозів лінія еволюції бур'янів проходить також шляхом видових трансформацій. Домінуючими бур'янами в агроценозах, унаслідок біологічного і технологічного відбору, постали фактично 3–5 видів: амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.), щиріця звичайна (*Amaranthus retroflexus* L.), лобода біла (*Chenopodium album* L.), плоскуха звичайна (*Echinochloa crus-galli* L.), мишій сизий (*Setaria glauca* L.), гірчак березковидний (*Polygonum convolvulus* L.), частка яких у сівозміні становить 50–60%, а в посівах просапних культур сягає 85%.

Отже, у наших дослідях фактична забур'яненість, що тісно пов'язана з потенційною, мінеральні добрива, обробіток ґрунту, попередники визначали врожайність польових культур та продуктивність сівозміни (табл. 6). Відмічена тенденція до зниження врожайності зерна саме за полицевого обробітку на удобрених варіантах порівняно з дисковим (диференційована система) та безполицевим (мілка, мульчувальна, система) в ранньому пару, особливо у 2013 та 2014 роках, що пояснюється майже повним виляганням рослин у фазу наливу зерна, і як наслідок цього – втрата частини врожаю під час збирання. Тому в такі сприятливі для пшениці озимої роки, з використанням полицевої оранки під чистий пар, підживлення необхідно зменшувати, щоб запобігти виляганням, а ще ефективніше – використовувати ретарданти.

Підкреслимо, що в аномально посушливий 2012 рік пшениця озима сформувала низьку, з огляду на якість попередника, урожайність зерна (2,22–2,69 т/га). Більш продуктивною (2,52–2,69 т/га) у цих умовах виявилася пшениця за полицевого обробітку ґрунту. Це обумовлено, на наш погляд, кра-

Таблиця 6. Вплив систем основного обробітку ґрунту та удобрення на продуктивність зерно-паро-просапної сівозміни (середнє за 2011–2015 рр.), т/га

Послідовність культур у сівозміні	Система обробітку ґрунту та удобрення в сівозміні								
	полицева			диференційована			мілка (мульчувальна) / нульова		
	післяжнивні рештки	післяжнивні рештки +N ₂₄ P ₁₈ K ₁₈	післяжнивні рештки +N ₄₈ P ₁₈ K ₁₈	післяжнивні рештки	післяжнивні рештки +N ₂₄ P ₁₈ K ₁₈	післяжнив- ні рештки +N ₄₈ P ₁₈ K ₁₈	післяжнивні рештки	післяжнивні рештки +N ₂₄ P ₁₈ K ₁₈	післяжнивні рештки +N ₄₈ P ₁₈ K ₁₈
Чистий пар	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Пшениця озима	4,84	5,11	5,10	4,89	5,24	5,25	4,82	5,19	5,25
Соняшник	2,37	2,53	2,66	2,24	2,53	2,68	2,30	2,57	2,73
Ячмінь ярий	2,80	3,13	3,33	2,62	3,08	3,35	2,40	2,87	3,14
Кукурудза	4,89	5,32	5,61	4,84	5,26	5,55	4,82	5,26	5,58
	Одержано на 1 га сівозмінної площі, т								
Усього зерна	2,50	2,71	2,80	2,47	2,71	2,83	2,40	2,66	2,79
У тому числі озимої пшениці	0,97	1,02	1,02	0,98	1,04	1,05	0,96	1,03	1,05
Фуражного зерна	1,54	1,69	1,78	1,49	1,66	1,78	1,44	1,62	1,74
Урожайність зернових	4,17	4,52	4,68	4,11	4,52	4,71	4,01	4,44	4,65
Вихід: кормових одиниць	3,57	3,80	3,98	3,54	3,79	3,99	3,35	3,65	3,92
перетравного протеїну	0,40	0,42	0,44	0,38	0,42	0,44	0,37	0,41	0,44
Вихід зернових одиниць	3,36	3,57	3,72	3,25	3,56	3,74	3,18	3,47	3,69

шим поживним режимом та агрофізичним станом верхнього (0–10 см) шару ґрунту на час сівби озимини і меншою забур'яненістю агрофітоценозу. Майже не поступався глибокій оранці за рівнем урожайності зерна (різниця в межах похибки досліду) у жорстких посушливих умовах 2012 року мілкий дисковий обробіток ґрунту, на відміну від весняного плоскорізного розпушування скиби. Максимальне зниження продуктивності посівів по ранньому пару спостерігалось на природному (неудобреному) фоні, що дає підстави припустити вірогідність негативного впливу тут на ріст і розвиток рослин інших факторів (поживний режим ґрунту, фітотоксичність післяжнивних решток тощо).

Найвищі прибавки врожаю зерна незалежно від удобрення були отримані по безполицевому обробітку раннього пару та на дискуванні, або на ділянках, які характеризуються гіршими умовами поживного режиму.

Стосовно ефективності мінеральних добрив під ячмінь ярий на варіантах досліду спостерігалася обернена залежність. Внесення подвійної дози азоту у складі повного мінерального добрива (N₆₀P₃₀K₃₀) порівняно з рекомендованою нормою (N₃₀P₃₀K₃₀) виявилось найбільш ефективним у системі мульчувального обробітку на тлі дискування, де забезпечило додаткову врожайність на рівні 0,74 т/га.

За несприятливих умов зволоження 2012 року дисковий обробіток у системі мілкої (мульчувальної) системи майже не поступався полицевій, а чизельний (диференційована система) навіть переважав останній з удобренням фоном на 0,05–0,09 т/га. З-поміж можливих причин цього явища найбільш імовірними є краща вологозабезпеченість посівів на ділянках мульчувального обробітку за рахунок більшого накопичення вологи в ґрунті протягом осінньо-зимового періоду і меншого випаровування її навесні та влітку.

Посіви кукурудзи формували вищі показники врожайності саме після оранки на різних фонах живлення за полицевою та диференційованою системою обробітку ґрунту відповідно (табл. 6). Застосування плоскорізного обробітку за мілкої мульчувальної системи давало незначне зниження врожаю зерна. Загалом за низької різниці в урожаї та порівняно високого рівня врожаю зерна в посушливих умовах Степу (4,82–5,61 т/га) можна стверджувати рівноцінність досліджуваних способів та систем обробітку ґрунту. Цьому великою мірою сприяли суворе дотримання технологічного регламенту вирощування зернової культури та високий рівень землеробства в досліджуваній сівозміні.

В аномально посушливому 2012 році отримано низькі показники врожайності зерна кукурудзи (до рівня 1,77–2,55 т/га), зберігаючи при цьому зниження врожайності при застосуванні плоскорізного обробітку (мульчувальна система обробітку) на 3,3–11,4%.

Застосування мінеральних добрив в дозі N₃₀P₃₀K₃₀ разом з післяжнивними рештками попередника дає можливість додатково отримати приріст урожайності зерна кукурудзи з використанням оранки в системах полицевого та диференційованого обробітку в межах 8,0–8,1%, плоскорізного обробітку без обертання скиби (мульчувальна система обробітку) – 8,4%. Підвищення дози азотних добрив удвічі сприяло зростанню приросту врожайності зерна на 12,8–13,4% та 13,6%, відповідно.

Внесення додаткового азоту (N₆₀P₃₀K₃₀) під кукурудзу забезпечило дещо більшу віддачу врожаєм зерна в системі мілкої (мульчувального) обробітку ґрунту, що пов'язано з кращою вологозабезпеченістю рослин і вноормуванням процесів мобілізації рухомих сполук макроелементів при залученні до кругообігу великої кількості післяжнивних решток.

У посівах соняшнику протягом досліджуваного періоду відмічено рівноцінність різних способів та систем обробітку

грунту з невеликою тенденцією до підвищення врожайності за чизелювання на удобреному фоні $N_{30-60}P_{30}K_{30}$ (1,6–2,6%) у системі мілкого мульчувального розпушення скиби (табл. 6). Аномально посушливий 2012 рік з обмеженими весняними запасами продуктивної вологи в ґрунті (126–138 мм у шарі 0–150 см) та посушливими умовами квітня–липня спричинив формування порівняно низької урожайності насіння (1,86–2,35 т/га).

Приріст урожаю насіння від добрив у середньому за чотири роки досліджень перевищував найменшу істотну різницю. Вищі показники приросту врожаю від внесення добрив за диференційованої та мульчувальної систем обробітків ґрунту пояснюються в першу чергу дещо гіршим поживним режимом порівняно з полицевою оранкою та унормуванням процесів мобілізації рухомих сполук макроелементів при залученні до кругообігу великої кількості післяжнивних рослинних решток з внесеним помірних норм добрив ($N_{30-60}P_{30}K_{30}$).

Сформований урожай польових культур в цілому визначав продуктивність п'ятипільної зерно-паро-просапної сівозміни, яка залежала головним чином від дози внесення мінеральних добрив, аніж від обробітку ґрунту. Системи основного обробітку ґрунту на удобрених мінеральними добривами ділянках разом з післяжнивними рештками виявилися рівноцінними за всіма показниками продуктивності. На варіанті з післяжнивними рештками без мінеральних добрив перевагу за всіма показниками продуктивності мала система полицевого та диференційованого обробітку ґрунту внаслідок кращого фітосанітарного стану посівів. Так, вихід зерна за полицевої системи обробітку ґрунту тут був вищим на 4,0%, зернових одиниць – 5,4%, кормових одиниць – 6,2%, перетравного протеїну – на 7,5% сівозміної площі порівняно з мілкою мульчувальною (табл. 6).

Внесені мінеральні добрива в помірних дозах ($N_{24}P_{18}K_{18}$, $N_{48}P_{18}K_{18}$ в середньому на 1 га сівозміної площі) разом з післяжнивними рештками суттєво підвищували продуктивність сівозміни в цілому. Максимальна прибавка виходу зерна від застосування $N_{48}P_{18}K_{18}$ за полицевої системи обробітку становила –10,7%. Згідно з результатами досліджень найвищі прибавки від мінеральних добрив за показниками продуктивності були характерні для мілкого (мульчувального) фону з більш жорстким поживним режимом. Внесені мінеральні добрива в помірних дозах підвищували продуктивність сівозміни більш ніж на 14% порівняно з полицевою системою обробітку за кращих вихідних умов мінерального живлення.

Обговорення

Ураховуючи домінуюче значення агросистем у формуванні фітоценотичного калейдоскопа, в дослідях вивчали вплив сівозмін і способів основного обробітку ґрунту на особливості міграції і дислокації насіння бур'янів у профілі ріллі. Вибрана методологія широкого залучення варіацій факторів, що формують забур'яненість, дозволила встановити закономірності трансформації ступеня забур'яненості, планування заходів контролювання бур'янів та оцінки ефективності агросистем.

Виявилось, що найбільш впливовими факторами сприяння розповсюдженню насіння бур'янів у ґрунті були: перенесення староорних земель одночасно з чорноземом, рівень родючості, його агрофізичні властивості, фітоценотична стійкість посівів, кліматичні умови, які характеризувалися низьким гідротермічним коефіцієнтом (0,40–0,70).

Сіро-зелені й червоно-бурі глини з нульовим біотичним потенціалом і мінімальною родючістю сприяли низькому рівню репродуктивної здатності бур'янів. У результаті потенційна забур'яненість неотехногенного ґрунту була нижчою за чорноземний варіант і в активному шарі 0–10 см становила 32–38 млн насінин на 1 га. Ще однією причиною низької репродуктивної здатності бур'янів на фоні сіро-зелених і червоно-бурих глин була їх висока щільність і слабка доступність вологи.

Висока біологічна адаптивність бур'янів протидіяти негативним факторам дає можливість їм і надалі розповсюджуватися в агроценозах та залишатися невід'ємними компонентами в структурі посівів сівозмін, в умовах досить вагомих перепон, які створює для них людина, зокрема, використання агротехнічних, хімічних, біологічних заходів боротьби з ними тощо.

За впливом на врожайність ячменю ярого система мілкого (мульчувального) обробітку поступалася диференційованій і залежала від фону (табл. 6). Із можливих причин цього явища найбільш імовірними є збільшення забур'яненості посівів на дискуванні в системі мілкого (мульчувального) обробітку, перезволоження посівного шару та наявність значної кількості листостеблової маси попередника (соняшник) на поверхні поля. Повніше перемішування рослинного субстрату попередника в поєднанні зі швидким прогріванням поверхневого шару весною за полицевого (полицева система) та чизельного (диференційована система) обробітків створюють на цих агрофонах кращі вихідні умови для життєдіяльності мікробних популяцій і вивільнення іммобілізованих мінеральних сполук у ґрунтовий розчин.

Висновки

1. Щільність і видова структура фітоценозів бур'янів значною мірою залежать від технобіогенних систем і характеру використання земельних ресурсів, в умовах яких вони формуються. Основною причиною високої шкодочинності бур'янів є потенційна забур'яненість ґрунтів, яка на землях активного сільськогосподарського використання сягає 452 млн насінин на 1 га, на рекультивованих ділянках з використанням гірничорудних порід – 191 млн та природних агроекосистемах – 11 млн шт./га. В агросистемах до вирішальних факторів ефективного регулювання потенційної забур'яненості належать фітоценотична стійкість посівів, способи основного обробітку ґрунту та заходи щодо попередження генеративної продуктивності бур'янів.

2. За впливом на врожайність пшениці озимої, кукурудзи та соняшнику полицева, диференційована, мілка (мульчувальна) системи обробітку ґрунту в короткотривалій сівозміні є практично рівноцінними, за винятком ячменю ярого, де система мілкого (мульчувального) обробітку поступалася диференційованій і залежала від фону удобрення, а також наявності значної кількості падалиці та листостеблової маси попередника (соняшнику) на поверхні поля.

3. Застосування досліджуваних систем обробітку ґрунту в п'ятипільній зерно-паро-просапній сівозміні за показниками її продуктивності вважаємо рівноцінним, крім варіантів без внесення мінеральних добрив, де мілка (мульчувальна) система поступається диференційованій та полицевій на 4,0–6,2%. Використання мінеральних добрив в помірних дозах підвищує показники продуктивності сівозміни на 9,1–13,6%, особливо в системі мілкого (мульчувального) обробітку ґрунту з більш жорсткими вихідними умовами мінерального живлення рослин, де вони зростають і перевищують на 14,0%.

References

- Andreasen, C., Stryhn, H. & Streibig, C. (1996). Decline of the flora in Danish arable fields. *Journal of Applied Ecology*, 33(3), 619–626. doi: [10.2307/2404990](https://doi.org/10.2307/2404990).
- Baessler, C. & Klotz, S. (2006). Effects of changes in agricultural land-use on landscape structure and arableweed vegetation over the last 50 years. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 115, 43–50. doi: [10.1016/j.agee.2005.12.007](https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.12.007).
- Blackshaw, R. E., Leeson, J. Y., Stahlman, P. W., Gaines, T. A., & Johnson, E. N. (2018). Seedbank persistence, germination and early growth of glyphosate-resistant *Kochia scorparia*. *Weed Science*, 58, 177–187. doi: [10.1111/wre.12294](https://doi.org/10.1111/wre.12294).

- Buligin, S. Y., Balyuk, S. A., & Mihnovska, A. D. (1999). *Metody analizu gruntiv i roslyn* [Methods of analysis of soils and plants]. Methodical manual of the Institute of Soil Science and Agrochemistry, Kharkov (in Ukrainian).
- Caplan, J. S., Stone, B. W. G., Faillace, C. A., Baumgarten, J. M., Mozdzer T. J., Dighton J., Meiners, S. J., Grabosky, J. C., & Ehrenfeld, J. G. (2017). Nutrient foraging strategies are associated with productivity and population growth in forest shrubs. *Annals of Botany*, 119, 977–988. doi: [10.1093/aob/mcw271](https://doi.org/10.1093/aob/mcw271).
- Dospehov, B. A. (1985). *Metodika polevogo opyita* [Method of field experiment]. Agroindustry, Moscow (in Russian).
- Fisyunov, A. V. (1984). *Sornnye rasteniya* [Weed plants]. Moscow (in Russian).
- Gallinat, A. S., Primack, R. B. & Wagner, D. L. (2015). Autumn, the neglected season in climate change research. *Trends in Ecology & Evolution*, 30, 169–176. doi: [10.1016/j.tree.2015.01.004](https://doi.org/10.1016/j.tree.2015.01.004).
- Gallandt, E. R. (2006). How can we target the weed seed bank. *Weed Science*, 54, 588–596. doi: [10.1614/ws-05-063r.1](https://doi.org/10.1614/ws-05-063r.1).
- Gritsaenko, Z. M. (2005) *Gerbitsidi i produktivnist silskogospodarskih kultur* [Herbicides and productivity of crops]. Uman (in Ukrainian).
- Ivashchenko, A. A. (2001). *Buryani v agrofytotsenozah: problemi praktichnoyi gerbologiyi* [Weeds in agrophytocenoses. Problems of practical herbology]. World, Kyiv (in Ukrainian).
- Larinov, D. K., & Makodzeba, I. A. (1957). *Bur'yani i borotba z nimi* [Weeds and their control] (in Ukrainian).
- Mayor, D. (1998). Influence of weed management strategies on soil seedbank diversity. *Weed Research*, 38, 95–105. doi: [10.1046/j.1365-3180.1998.00075.x](https://doi.org/10.1046/j.1365-3180.1998.00075.x).
- Pabat, I. A. (1992). *Gruntozahisna sistema zemlerobstva* [Soil protection system of agriculture]. Kyiv, Harvest (in Ukrainian).
- Scherbak, I. D. (1922). *Sornnye travyi. Meryi borbyi* [Weed grass. Control measures] (in Russian).
- Tsikov, V. S., & Matyuha, L. P. (2006). *Bur'yani: shkodochinnist i sistema zahistui* [Weeds: harmfulness and protection system]. Dnipropetrovsk (in Ukrainian).
- Tsikov, V. S., Horishko, A. I., Matyuha, L. P., & Tkalich, Y. I. (2010). *Ambroziya polynolysta: arealy, shkodochinnist, sistema zaxystu* [Ragweed: Areas, harmfulness, defense system]. Dnipropetrovsk (in Ukrainian).
- Tsyliuryk, A. I., Shevchenko, S. M., Shevchenko, A. M., Shvec, N. V., Nikulin, & V. O., Ostapchuk, Y. V. (2017). *Dynamika chyselnosti bur'yaniv i yix vydrovogo skladu v agrocenozax kukurudzy zalezno vid obrobittu gruntu ta udobrennya v pivnichnomu stepu Ukrainy* [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. doi: [10.15421/2017_64](https://doi.org/10.15421/2017_64).
- Uzbek, I. H., Kobets, A. S., Voloh, P. V., Dyirda, V. I., & Demidov, A. A. (2010). *Rekultivatsiya narushennyih zemel kak ustoyчивoe razvitie slozhnyih tehnokosistem* [Reclamation of disturbed lands as a sustainable development of complex techno-ecosystems]. Dnepropetrovsk (in Russian).
- Vorobev, S. A. (1979). *Sevooboroty intensivnogo zemledeliya* [Crop rotation of intensive farming]. Kolos, Moscow (in Russian).
- Veselovskiy, I. V., Manko Y. P., Tanchik S. P., & Orel, L. V. (1998). *Bur'yani ta zahodi borotbi z nimi* [Weeds and measures to combat them]. Kyiv (in Ukrainian).
- Zolotaryov, A. A. (1914). *Sornnye travyi i borba s nimi* [Weeds and methods of dealing with them]. Moscow (in Russian).
- Yavorskiy, V. G., Veselovskiy, I. V., & Fisyunov, A. V. (1979). *Sornnyaki i meryi borbyi s nimi*. [Weeds and measures to control them]. Harvest, Kiev (in Russian).