

## ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ СВІТЛОВОГО ПОТОКУ НА ФОРМУВАННЯ ПОВТОРНОГО ЗАБУР'ЯНЕННЯ КОНОПЕЛЬ ПОСІВНИХ

**Кабанець Віктор Михайлович**

кандидат сільськогосподарських наук, доцент, директор  
Інститут сільського господарства Північного Сходу НААН України, с. Сад, Сумська область, Україна  
ORCID: 0000-0002-5981-7184  
agronauka@gmail.com

*Світлові (енергетичні) умови вегетації рослин конопель посівних проявляють безпосередній вплив як на рослини культури та їх габітус, так і на нові сходи рослин бур'янів, що розпочинали свою вегетацію після того, як ґрунтові гербіциди послаблювали свою захисну функцію. Появу таких бур'янів у посівах називають повторним забур'яненням. Контролювати повторне забур'янення складно. Правомірно узагальнити, що густина стояння посівів конопель і, відповідно, їх оптична щільність є достатньо дієвим, дешевим й екологічним фактором впливу на процеси забур'янення. Особливо ефективно застосування таких факторів впливу на показники повторного забур'янення посівів, коли застосування будь-яких агротехнічних чи хімічних прийомів на нові сходи бур'янів є дуже ускладненим або і просто неможливим.*

*Дослідження, які були проведені впродовж 2014–2016 років, в умовах польового досліду Інституту луб'яних культур НААН України по визначенню впливу світлових режимів конопель посівних на формування повторного забур'янення посівів, передбачали п'ять варіантів із різною густиною стояння стеблостою конопель посівних, які формували різні показники оптичної щільності посівів. У досліді визначали такі показники світлового режиму, як падаючий потік енергії ФАР та пропускання світла посівом до ґрунту. Обліки бур'янів проводили згідно вимог "Методики випробування і застосування пестицидів". Забур'яненість посівів визначали кількісним і кількісно-ваговим методами.*

*В результаті проведених досліджень встановлені закономірності формування забур'яненості за різної густоти стеблостою культури, а також між параметрами забур'яненості та світловими режимами посівів конопель посівних. Встановлений прямий лінійний зв'язок між пропусканням світла до ґрунту посівами конопель посівних та кількістю і масою бур'янів. Критичними датами надходження енергії ФАР до ґрунту для формування повторного забур'янення були третя декада липня і третя декада вересня. При густоті стояння рослин конопель посівних у 1,65 млн шт./га склалися умови, при яких більшість рослин бур'янів у повторному забур'яненні не змогли досягти віргінільного етапу органогенезу. Тобто можна стверджувати, що саме у посівах із густиною стеблостою 1,65 млн шт./га досягаються умови для найменшого розвитку повторного забур'янення за рахунок мінімуму приходу енергії ФАР, необхідної для повноцінної генеративної продуктивності бур'янів.*

*Таким чином, розробка прийомів контролювання процесів повторного забур'янення посівів конопель посівних на основі фітоценотичних факторів заслуговує на широке впровадження в аграрне виробництво як достатньо ефективних та екологічно обґрунтованих.*

**Ключові слова:** технологія, динаміка ФАР, густина стеблостою, бур'яни.

DOI: <https://doi.org/10.32782/agrobio.2020.1.5>

**Вступ.** Показники світлових режимів є найбільш лабільними серед усіх факторів впливу на рослини. Навіть протягом одного світлового дня вони змінюються у дуже великому діапазоні не лише за інтенсивністю освітлення посівів, проникненням променів у глибину посівів, величиною альbedo, а й за структурою сонячних променів залежно від довжини світлових хвиль. Істотно змінюються показники світлових режимів і протягом вегетації посівів (Кабанец', 2017). Сонячні промені навіть у діапазоні ФАР (частина променів сонячного спектра з довжиною хвиль від 380 до 710 нм) не однаково цінні для процесу фотосинтезу, що відбувається у клітинах хлоренхіми листових пластинок та стебел рослин конопель посівних (Mourad et al., 2020).

Листки зелених рослин, як відомо, є гетерогенними оптичними системами, що використовують енергію сонячних променів, у першу чергу, фіолетово-синього діапазону та жовто-червоної частини ФАР. Частина діапазону сонячної енергії ФАР, орієнтовно від 510 до 600 нм (світло-зеленої частини сонячного спектру або "зелене вікно") для процесів фотосинтезу поглинається оптичними структурами хлорофілів *a* і *b* орієнтовно у кількості 12–16 % і, в основному, після багаторазового відбивання у тканинах листка розсіюється (ефект дисипації) у просторі. Лише незначна частина зеленого світла

може бути засвоєна пігментами, які зосереджені у хлоропластах клітин хлоренхіми: каротином, ксантофілом, антоціанами і на наступному етапі, після передачі електронів молекулам хлорофілу *a*, використана у реакційних центрах фотосистем у процесі фотосинтезу (Rudnik-Ivashhenko, 2010; Kunz et al., 2020). Відповідно, потік енергії ФАР, який реєструється у глибині посівів, містить значну частку енергії зелених променів, які є складовою частиною діапазону світлових хвиль ФАР), проте їх цінність для процесів фотосинтезу істотно менша, порівняно з прямими сонячними променями (Rudnik-Ivashhenko, 2009).

Світлові (енергетичні) умови вегетації рослин конопель посівних проявляли безпосередній вплив, як на рослини культури та їх габітус, так і на нові сходи рослин бур'янів, що розпочинали свою вегетацію після того, як ґрунтові гербіциди послаблювали свою захисну функцію. Появу таких бур'янів у посівах називають повторним забур'яненням (Kuznesova & Bagrinceva, 2015). Контролювати повторне забур'янення складно, оскільки застосовувати гербіциди для їх знищення практично неможливо через висоту рослин культури та небезпеку викликати хімічні стреси у рослин конопель посівних. Присутність бур'янів повторного забур'янення негативно

впливає на рослини культури та знижує їх біологічну продуктивність (Campiglia et al., 2017, Kuznesova et al., 2019).

Рослини культури, що вже досягли значного росту та розвитку, мають здатність самостійно, завдяки власному продуктивному потенціалу виступати ефективними едифікаторами-домінантами у створених людиною агрофітоценозах. Після майже повного освоєння ними наявних у посівах екологічних ніш, вони позбавляють нові сходи бур'янів факторів існування, у першу чергу, одного з незамінних – енергії світла (Ahmadvand et al., 2009).

Такі прийоми взаємовпливу компонентів є цілком природними і характерними для природних і штучних рослинних комплексів – фітоценозів. Значення кожного з видів, що є складовими частинами як природних фітоценозів, так і штучно створених людиною агроценозів, у першу чергу, залежить від величини маси, яку вони здатні формувати у процесі своєї вегетації по відношенню до загальної маси, яку формує весь фітоценоз (Affi & Swanton, 2012).

Посіви конопель посівних за оптимальної оптичної щільності росту та розвитку рослин культури здатні формувати біологічну масу, що становить 97–99 % маси всіх рослин, що зростали у посівах (Кабалес', 2016). Наукові дослідження і широка виробнича практика переконливо доводять, що маса рослин бур'янів як первинного, так і повторного забур'янення, що становить не більше 1–3 % від загальної маси рослин агроценозу, не здатна проявляти істотного негативного впливу на рівень урожайності посівів культурних рослин (Kochik & Vorona, 2008). Тому дослідження щодо проходження світлового потоку до ґрунту, залежно від густоти стеблостою та вивчення його впливу на формування повторного забур'янення, є актуальним.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження по визначенню впливу світлових режимів конопель посівних на формування повторного забур'янення посівів проводили впродовж 2014–2016 років в умовах експериментальної бази Інституту луб'яних культур НААН України. Польові досліді були закладені згідно загальноприйнятих методик (Dospřehov, 1985). Матеріал досліджень – сорт Гляна.

Враховуючи, що густина посівів, у першу чергу, забезпечується нормою висіву, то схема досліді була наступною:  
 варіант 1 – норма висіву 0,5 млн шт./га;  
 варіант 2 – норма висіву 1,0 млн шт./га;  
 варіант 3 – норма висіву 1,5 млн шт./га;  
 варіант 4 – норма висіву 2,0 млн шт./га;  
 варіант 5 – норма висіву 2,5 млн шт./га.

В досліді визначали такі показники світлового режиму, як падаючий потік енергії ФАР та пропускання світла посівом

до ґрунту. Дослідження проводились із використанням фотоінтегратора конструкції Б. І. Гуляєва (Guljaev et al., 1989) із селективними світловими фільтрами, що дозволяло враховувати, у першу чергу, інтенсивність потоку енергії ФАР і визначати світловий режим посівів культури. Інтенсивність потоку енергії ФАР у посівах конопель посівних оцінювали за методикою Х. Г. Тоомінга–Б. І. Гуляєва (Tooming, 1977). Дати проведення досліджень по визначенню енергії ФАР по роках досліджень були фіксованими. Заміри проводились у третій декаді всіх місяців вегетації, а саме: 24 травня, 24 червня, 24 липня, 24 серпня, 24 вересня.

Параметри змін інтенсивності потоку енергії ФАР здійснювали у посівах культури із різною густиною рослин. Рух датчика фотоінтегратора у посівах під час кожного заміру здійснювали за тим самим маршрутом, що і у попередні заміри. Заміри інтенсивності потоку енергії ФАР проводили у 6-ти разовій повторності. Проведення замірів потоків енергії ФАР у посівах конопель посівних проводили з урахуванням фаз розвитку рослин культури у фіксовані години дня.

Забур'яненість посівів визначали кількісним і кількісно-ваговим методом у кінці вегетації конопель посівних. Для цього по діагоналі ділянки у 4-х місцях на однакових відстанях на поверхню ґрунту накладали рамки, площею 0,25 м<sup>2</sup> на кожному повторенні досліді. У межах кожної рамки визначали видовий склад бур'янів, їх масу та кількість. Обліки бур'янів проводили згідно вимог «Методики випробування і застосування пестицидів» (Tribel' et al., 2001). Статистичний аналіз результатів досліджень (Jermantraut, 2003) проводили з використанням прикладної комп'ютерної програми Statistica-6 (Osipov et al., 2017).

**Результати.** Умови вегетації молодих рослин бур'янів повторного забур'янення від самого початку їх росту і розвитку після виходу на поверхню ґрунту у посівах конопель посівних були різними. У першу чергу, істотно відрізнялись світлові режими для таких рослин.

Основним параметром, що впливав на істотну зміну показників оптичної щільності та проективного покриття бур'янами протягом вегетації конопель посівних є густина стеблостою культури. Відповідно до схеми досліді густина стояння рослин культури у посівах конопель посівних за варіантами значно коливалась. На формування стеблостою, у першу чергу, впливала норма висіву та польова схожість насіння (табл. 1). За результатами досліджень густина посівів конопель посівних коливалась по варіантах від 450 тис. стебел до 2,2 млн/га. Крок між варіантами коливався від 350 до 580 тис. стебел на 1 га посівів.

Таблиця 1

Формування густоти стеблостою коноплями посівними, 2014–2016 рр.

Варіант досліді	Норма висіву, млн шт./га	Польова схожість, %	Густина стеблостою, млн шт./га
Варіант 1	0,5	89	0,45
Варіант 2	1,0	85	0,85
Варіант 3	1,5	80	1,20
Варіант 4	2,0	81	1,62
Варіант 5	2,5	88	2,20

Формуючи загальне уявлення про динаміку проходження світлового потоку до ґрунту необхідно розглянути величину світлового потоку, який надходив у той чи інший період вегетації, коли проводилися заміри потоку енергії ФАР.

Його надходження розподілялось наступним чином (рис. 1): падаючий світловий потік мав загальну тенденцію до зниження показників під час вегетації рослин, за виключенням періоду з 24 травня по 24 червня.

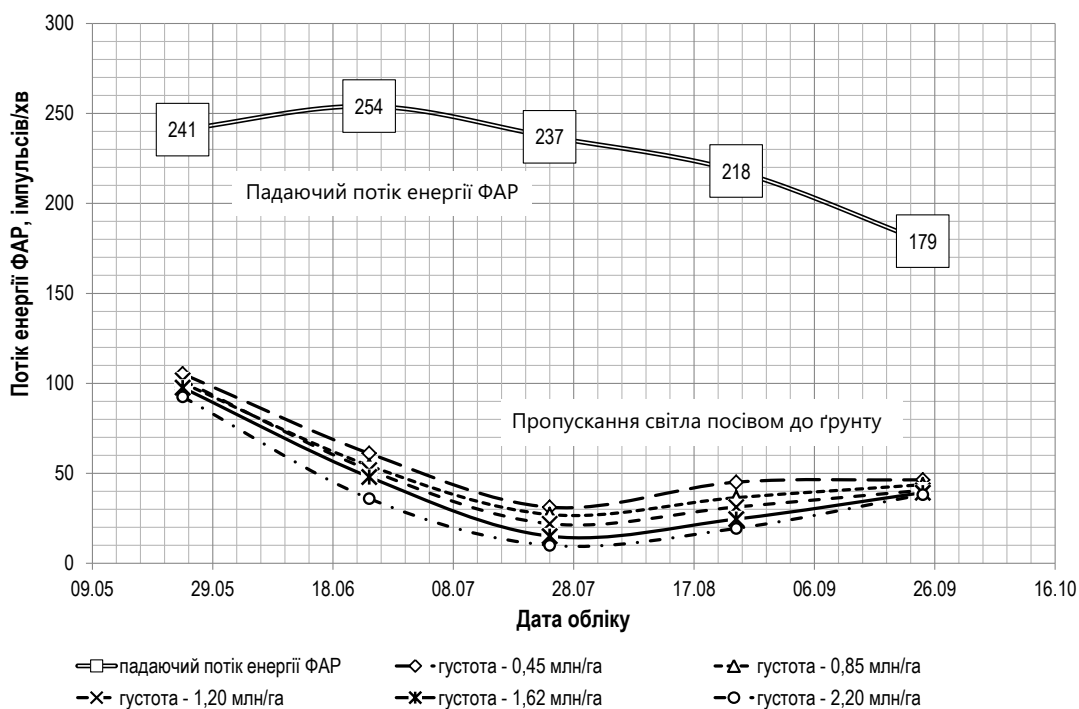


Рис. 1. Динаміка падаючого потоку енергії ФАР та пропускання світла до ґрунту в посівах конопель посівних, 2014–2016 рр.

Динаміка падаючого потоку енергії ФАР описувалася поліноміальним рівнянням другого ступеню (1) з точністю до 98,8 %

$$Y = -0,008 x^2 + 700,23 x - 2E + 07 \quad (1)$$

Менш точним описом динаміки зазначеного параметра, з точністю у 75 %, є лінійне рівняння (2), яке вказує на те, що за виключенням спостережень 24 червня, динаміка падаючого потоку енергії ФАР в процесі спостереження знижувалась із середньою інтенсивністю 0,5 імпульсів фотоінтегратора/хв. за добу;

$$Y = -0,521 x + 23197 \quad (2)$$

При дослідженні динаміки пропускання світла посівом до ґрунту за варіантами досліджень встановлено, що всі варіанти мали загальну тенденцію. Незважаючи на різну інтенсивність зміни показників, залежно від густоти стояння, векторне направлення функцій було характерним для усіх варіантів дослідіду.

Так, динаміка пропускання світла у перші два місяця спостережень мала тенденцію до зниження. Швидкість зниження у варіанті з густиною стеблостою 0,85 млн шт./га складала 1,2 імпульсу фотоінтегратора/хв. за добу ( $R^2 = 0,98$ ), а у варіанті з густиною у 2,2 млн шт./га – 1,4 імпульсу фотоінтегратора/хв. на добу ( $R^2=0,96$ ). Ці показники є граничними (крайовими) для дослідіду. Стартові дані по варіантах різнилися і протягом всього періоду спостережень. Пропускання світла до ґрунту зростало у напрямі від варіантів з більшою густиною стеблостою до варіантів з меншою. Мінімальні значення показників по всіх варіантах відзначалися 24 липня і в подальшому спостерігалось їх збільшення. Це пояснюється початком фази формування насіння рослинами у посіві. Саме

в цю фазу розвитку інтенсивність фотосинтезу в рослин є максимальною, і при подальшому вегетуванні її параметри знижуються, що і пояснює більшу проникливість світла до ґрунту у посівах конопель.

Результати досліджень повторного забур'янення залежно від густоти стеблостою на одиницю площі конопель посівних вказували на те, що динаміка показників забур'яненості (кількості та маси бур'янів) та кількості стебел коноплі посівної на 1 га мала зворотною лінійну залежність (рис. 2). Так, залежність кількості бур'янів від густоти стеблостою на 96,3 % описувались таким зворотнім лінійним рівнянням (3):

$$Y = -20,36 x + 60,7 \quad (3)$$

При цьому, динаміка формування вагових показників забур'яненості на 89,2 % описувалась зворотнім лінійним рівнянням, яке мало наступний вигляд (4):

$$Y = -3,00 x + 7,17 \quad (4)$$

Для визначення дат надходження енергії ФАР до ґрунту, які були критичними при формуванні повторного забур'янення у посівах конопель посівних, була побудована множинна лінійна кореляція між кількістю бур'янів (Y) та пропусканням світла до ґрунту ( $X_n$ ).

Встановлено, що основні аргументи впливу – це значення інтенсивності пропускання світла до ґрунту на дати замірів 24 липня та 24 вересня. На підставі отриманих даних побудована прогностична модель (5), яка описувалась рівнянням:

$$Y = +9695,91 - 5,18313 x_3 - 70,4083 x_5 \quad (5)$$

де  $x_3$  – дані замірів 24.07,  $x_5$  – дані замірів 24.09.

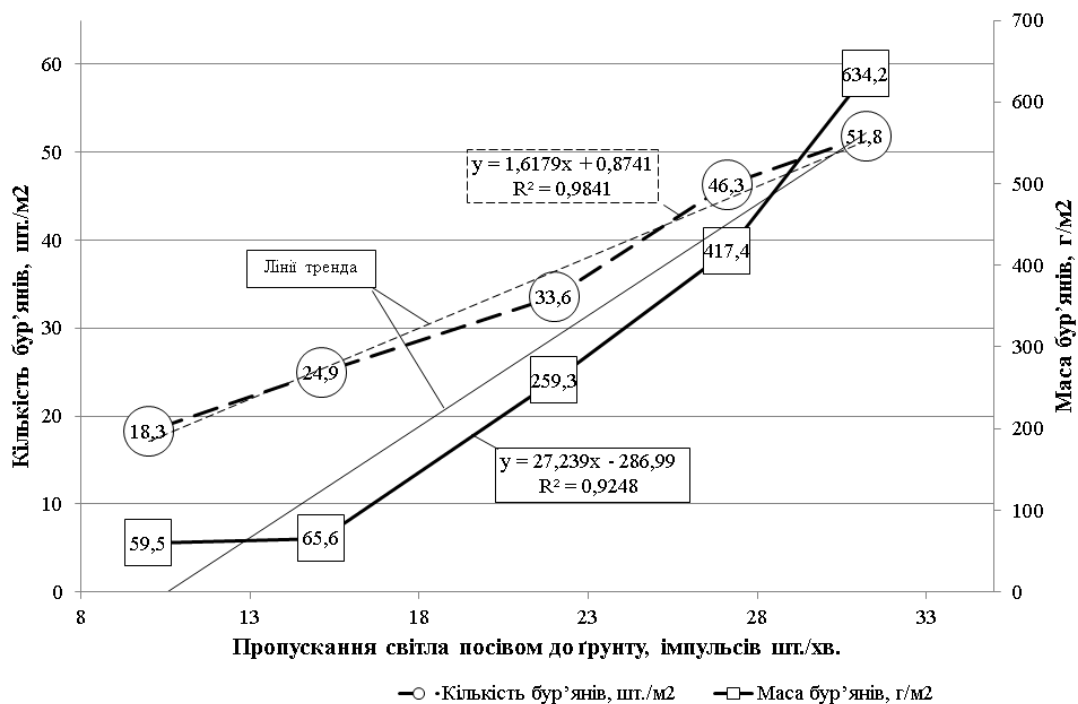


Рис. 2. Динаміка формування показників забур'яненості при повторному забур'яненні залежно від густоти стеблостою, середнє за 2014–2016 рр.

Ця модель мала наступні статистичні характеристики: стандартне відхилення – 21,33, стандартну помилку – 0,087, коефіцієнт детермінації – 0,992.

Графік залежності параметрів забур'яненості від пропускання світла до ґрунту на дату заміру 24.07 визначав формування кількості бур'янів у вигляді лінійного рівняння (рис. 3) з точністю 98,4 %, яке вказувало на збільшення кількості бур'янів із кроком 1,6 шт./м² на 1 імпульс фотоінтегратору/хв.

Маса бур'янів також лінійно залежала від пропускання світла на дату заміру і знижувалась із швидкістю 27,3 г/м² на 1 імпульс фотоінтегратору/хв. Слід зазначити, що на відрізку від 10 до 15 імпульсів фотоінтегратору/хв. маса бур'янів знижувалась лише на 1,2 г/м², що складало 4,5 % від прогнозу. Така закономірність вимагає пошуку пояснення даного явища.

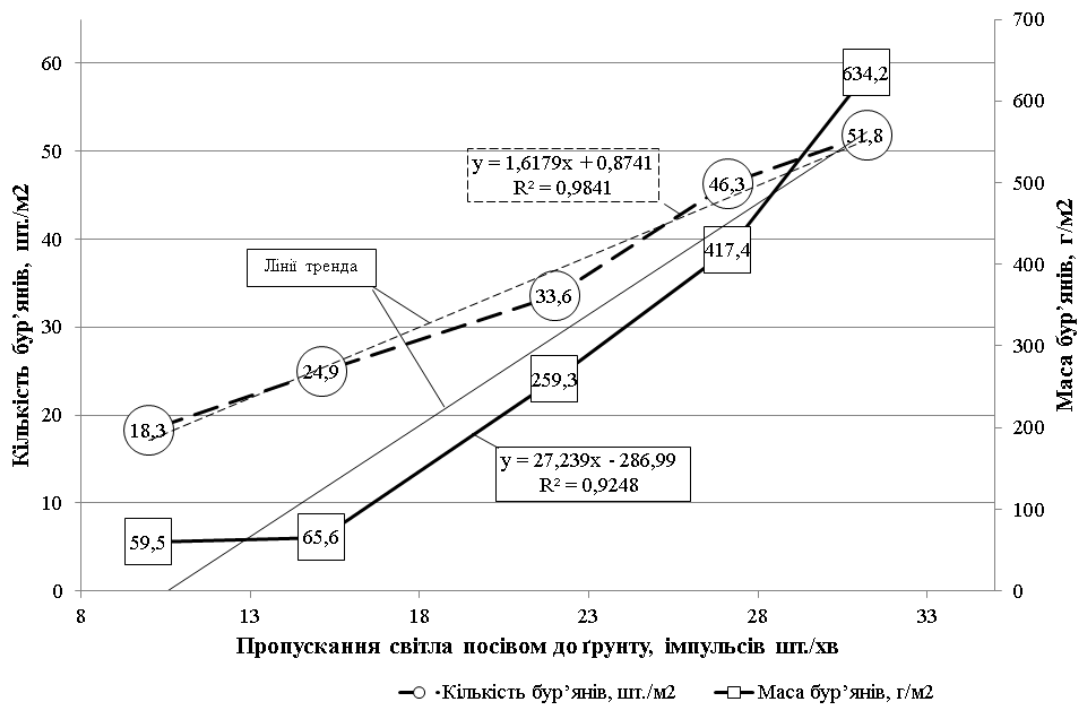


Рис. 3. Динаміка формування забур'яненості залежно від показників пропускання світла до ґрунту на дату обліку 24.07, 2014–2016 рр.

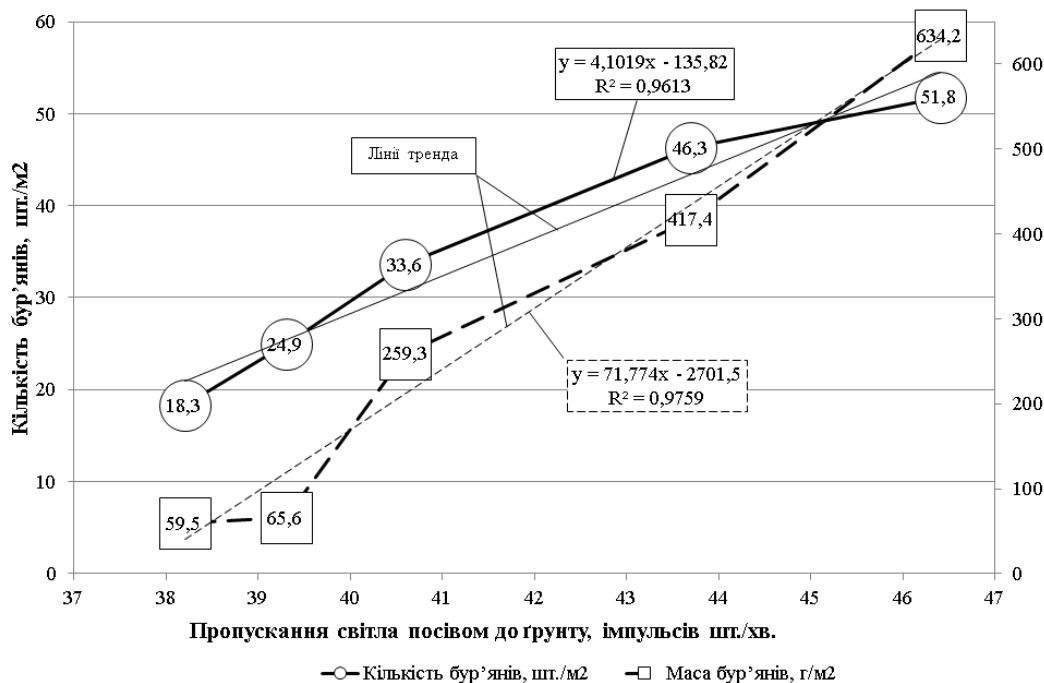
При побудові графіку залежності кількості бур'янів та їх маси від кількості енергії ФАР, що потрапила в нижній ярус посівів конопель посівних на дату заміру 24 вересня (рис. 4), встановлено, що кількісні показники забур'яненості на 96,1 % описувались рівнянням лінійної регресії (6), яка мала вигляд:

$$Y = 4,10x - 135,82 \quad (6)$$

Маса бур'янів також була тісно зв'язана із пропусканням світла посівом до ґрунту. Ця залежність на 97,6 % описувалась лінійним рівнянням (7):

$$Y = 71,77x - 2701,5 \quad (7)$$

Інтенсивність зростання кількості бур'янів залежно від пропускання світла до ґрунту в вересні складала 4,1 шт./м<sup>2</sup>, а їх маса – 71,8 г/м<sup>2</sup> на 1 імпульс фотоінтегратору/хв. Таким чином, енергія ФАР в осінній період у 2,6 рази була більш впливовою на розвиток повторного забур'янення, ніж надходження потоку світла до ґрунту у липні.



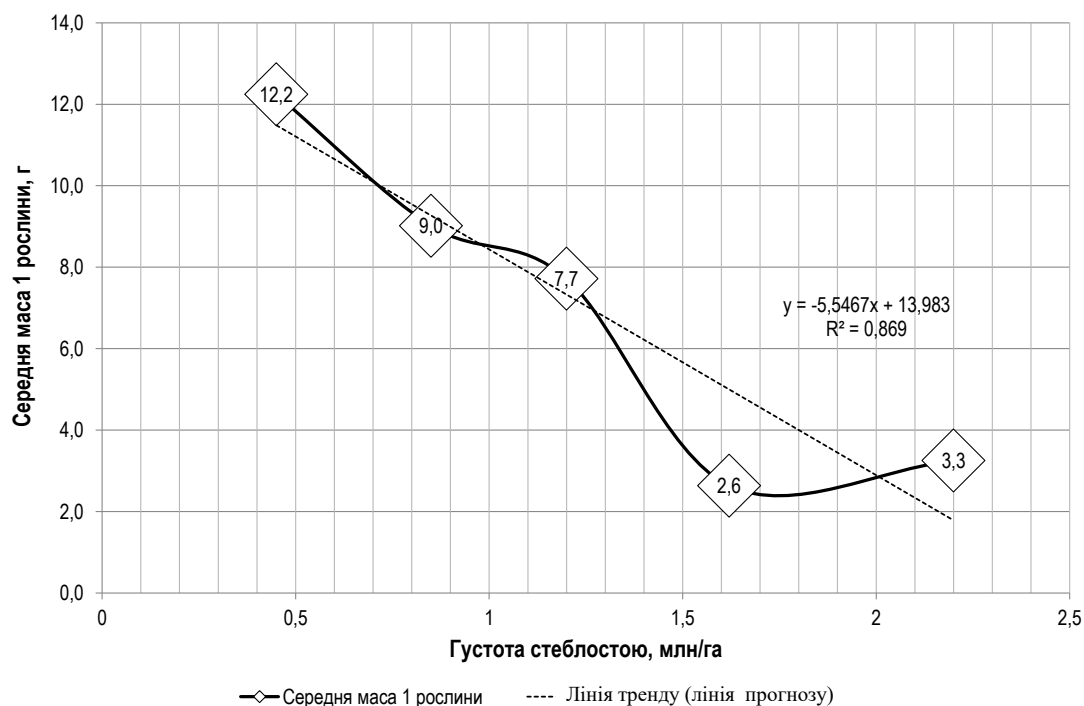
**Рис. 4.** Динаміка формування показників забур'яненості залежно від показників пропускання світла до ґрунту на дату обліку 24.09, 2014–2016 рр.

При більш детальному аналізі формування повторної забур'яненості у посівах з різною густотою стояння рослин встановлено, що посіви конопель посівних, які мали найменший стеблостій (0,45 млн шт./га), у процесі своєї вегетації формували найменшу оптичну щільність. Проективне покриття таких посівів наступало пізніше, порівняно з іншими варіантами дослідів. Відповідно, до нижнього ярусу посівів і до поверхні ґрунту в таких посівах надходила найбільша кількість світла. Обліки, проведені 24.09, виявили наявність у таких посівах конопель посівних рослини бур'янів повторного забур'янення у кількості 51,8 шт./м<sup>2</sup> з біологічною масою 634 г/м<sup>2</sup>, або 6,3 т/га.

З підвищенням густоти стояння рослин конопель посівних у варіантах дослідів, оптична щільність посівів поступово збільшувалась і тому умови для появи нових сходів рослин бур'янів ускладнювались. У варіанті із густотою стояння 0,85 млн шт./га кількість бур'янів зменшилася на 10,6 %, а їх маса – на 34,2 % відносно попереднього варіанту. При стеблостої рослин конопель посівних у 1,2 млн шт./га середня кількість сходів бур'янів повторного забур'янення у роки проведення досліджень становила 33,6 шт./м<sup>2</sup>, а маса складала 2,59 т/га. У варіанті з густотою стояння рослин 1,62 млн шт./га показники забур'яненості знизилися відносно першого варіанту на 51,9 % за кількістю бур'янів та на 89,7 %

за їх масою. У посівах конопель посівних з максимальною густотою стояння рослин культури у дослідях (2,2 млн шт./га) кількість бур'янів повторного забур'янення була найменшою і досягала у середньому лише 18,3 шт./м<sup>2</sup>. Маса бур'янів у таких посівах була зовсім незначною – 0,60 т/га. Відповідно і негативний вплив присутності бур'янів повторного забур'янення для рослин культури був мінімальним.

Зміни рівня освітленості у нижньому ярусі посівів конопель посівних залежно від різної густоти їх стояння проявляли диференційований вплив на умови росту і розвитку рослин бур'янів повторного забур'янення. Крім змін чисельності сходів бур'янів різних видів, результати обліків фіксують й інші зміни. Такі зміни можна оцінити за показниками середньої маси однієї рослини повторного забур'янення на ділянках варіантів дослідів (рис. 5). Якщо у посівах рослин культури з мінімальною густотою стояння (0,45 млн шт./га) бур'яни повторного забур'янення формували в середньому масу на одну рослину 12,2 г або 100 % (середня маса рослини бур'янів незалежно від видового складу забур'яненості), то з підвищенням показників оптичної щільності посівів конопель посівних змінювалась й інтенсивність потоку світла, у першу чергу, енергії ФАР, яка доходила до нижнього ярусу посівів, що розміщений біля поверхні ґрунту.



**Рис. 5.** Динаміка формування середньої маси рослин бур'янів залежно від густоти стеблостою конопель посівних, середнє за 2014–2016 рр.

Із погіршенням освітлення листків молодих сходів бур'янів, знижувалась їх здатність засвоювати енергію сонячних променів та формувати органічні речовини. Відповідно, показники формування середньої маси однієї рослини бур'янів повторного забур'янення за таких умов були меншими. Так, у посівах конопель посівних з густотою стояння 0,85 млн шт./га маса однієї рослини бур'янів повторного забур'янення становила у середньому за роки проведення досліджень 9,0 г/рослину. Отже, надходження світла до ґрунту при збільшенні густоти стеблостою в 1,9 рази (від 0,45 до 0,85 млн шт./га) зменшувало середню масу однієї рослини бур'яну на 26,2 %. На ділянках наступного варіанту дослідів, де густота рослин культури у період вегетації була на рівні 1,2 млн шт./га умови вегетації сходів рослин бур'янів повторного забур'янення були ще менш сприятливими, ніж на ділянках попередніх варіантів. Середній показник величини накопичення маси рослин бур'янів повторного забур'янення у роки проведення досліджень становив 7,7 г/рослину або 14,4 % до показників попереднього варіанту. Тобто, підвищення рівня густоти стояння рослин культури і, відповідно, зростання показників оптичної щільності посівів конопель посівних від 0,45 до 1,2 млн шт./га, призводило до зниження показників середньої маси однієї рослини бур'яну повторного забур'янення на 36,9 % від максимального показнику у досліді. Наступне підвищення густоти стояння рослин культури у посівах до 1,65 млн шт./га призводило до значного зниження показників накопичення маси сходів бур'янів повторного забур'янення різних видів. Середня маса однієї рослини в цьому варіанті знизилась до 2,6 г/рослину або становила тільки 21,3 % від максимального показника у досліді.

Таке істотне зниження здатності молодих сходів різних видів бур'янів здійснювати процеси фотосинтезу та формувати свою масу найбільш вірогідно є наслідком переви-

щення фізіологічної межі можливостей адаптації фотосинтетичного апарату до умов існування в умовах високого рівня дефіциту світлової енергії (Cousens & Mortimer, 1995). Такі рослини повторного забур'янення виживали, проте були нездатні формувати достатню надземну масу для послідовного росту і розвитку. Морфологічно сходи багатьох видів бур'янів тривалий період своєї вегетації перебували в іматурному стані органогенезу (Golovackaja & Karnachuk, 2015) і були не здатні формувати генеративні структури та досягти віргінільного етапу органогенезу (Tishhenko & Konopljа, 2020). До таких бур'янів відносять, наприклад, рослини *Setaria glauca* (L.) Pal. Beauv., *Amaranthus retroflexus* L., *Chenopodium album* L., *Solanum nigrum* L. та ін.

Частина рослин повторного забур'янення зберігала здатність досягати наступних етапів органогенезу: віргінільного, генеративного та сенильного. Проте вони залишалися неотенічними (карликовими) за розмірами та величиною накопиченої маси. У тих рослин, які спромоглись сформувати повноцінні насінини, насіннева продуктивність була на рівні кількох відсотків від рослин бур'янів того ж виду, що мали можливість росту і розвитку за кращих умов освітленості.

Подальше загущення посівів до 2,2 млн шт./га не призвело до зниження показнику середньої маси одного бур'яну повторного забур'янення. Тобто, при густоті стояння 1,65 млн шт./га спостерігається критичний рівень проходження енергії ФАР до ґрунту за період вегетації для формування повноцінних рослин бур'янів за повторного забур'янення. Саме цим пояснюється різке зниження інтенсивності падіння загальної маси бур'янів при збільшенні густоти стеблостою від 1,65 до 2,2 млн шт./га на фоні лінійного зменшення кількості бур'янів.

**Обговорення.** Проблема повторного забур'янення є загальною і важливою для всіх сільськогосподарських куль-

тур (Fried et al., 2017; Kostjuchko & Lihochvor, 2018). Враховуючи те, що основою для росту та розвитку автотрофних рослин є забезпечення їх енергією ФАР, то густина стояння культурних рослин у посіві є фактором, що безпосередньо впливає на надходження енергії до ґрунту, де саме починають проростати та розвиватися бур'яни при повторному забур'яненні (Lipitan, 2010; Varanasi et al., 2016). В результаті досліджень встановлено, що у посівах конопель посівних залежно від густоти стеблостою з'являються бур'яни повторного забур'янення з різними параметрами біомаси та морфологічними ознаками, що цілком узгоджується з даними, які отримані на інших культурах (Bilalis et al., 2010). Встановлені закономірності залежності кількості та маси бур'янів повторного забур'янення від густоти стояння культурних рослин у розрахунку на 1 га узгоджуються з результатами дослідів, які проводили на інших культурах (Ivashhenko, 2014). Критичні дати, які визначені як особливо впливові на формування повторного забур'янення, також знаходять підтвердження у дослідках інших вчених (Holt, 1995). Пояснити те, що сходи багатьох видів бур'янів тривалий період своєї вегетації морфологічно перебували в іматурному онтогенетичному стані органогенезу і у більшості своїй не змогли сформувати генеративні органи та досягти віргінільного етапу органогенезу при визначеній густоті стояння рослин, будь-якими іншими факторами, крім дефіциту ФАР неможливо (Ballaré & Casal, 2000). Розробка систем захисту посівів від бур'янів із врахуванням фітоценотичних факторів нині є перспективною (Westwood et al., 2018; Vlasova et al., 2020) і потребує подальшого дослідження.

**Висновки.** В результаті проведених досліджень закономірно узагальнити, що густина стояння посівів конопель і, відповідно, їх оптична щільність є достатньо дієвим, ефективним і екологічним фактором впливу на процеси забур'янення. Найбільш ефективне застосування вищезазначеного чинника впливу на показники повторної забур'яненості посівів за наявності у процесі вегетації періодів, при яких дуже ускладнене або неможливе проведення будь-яких агротехнічних або хімічних заходів проти нових сходів бур'янів.

Встановлений прямий лінійний зв'язок між пропусканням світла до ґрунту посівами конопель посівних та кількістю і масою бур'янів. Критичними датами надходження енергії ФАР до ґрунту для формування повторного забур'янення були третя декада липня та третя декада вересня. При густоті стояння рослин конопель посівних у 1,65 млн шт./га склалися умови, при яких більшість рослин бур'янів у повторному забур'яненні не досягла віргінільного етапу органогенезу. Тобто, можна стверджувати, що саме в посівах із густрою стеблостою 1,65 млн шт./га досягаються умови для найменшого розвитку повторного забур'янення за рахунок мінімуму приходу енергії ФАР, необхідної для повноцінної генеративної продуктивності бур'янів.

Таким чином, розробка прийомів контролювання процесів повторного забур'янення посівів конопель на основі фітоценотичних факторів заслуговує на широке впровадження у аграрне виробництво як достатньо ефективних та екологічно обґрунтованих заходів.

#### **Бібліографічні посилання:**

1. Kabanec', V. (2017). Vplyv svitlovykh rezhimiv na yakist' volokna konopel'. [Influence of light conditions on quality of hemp fiber]. *Visnik agrarnoi nauky*, 95(4), 23–27 (in Ukrainian). doi: 10.31073/agrovisnyk201704-04
2. Mourad, R., Jaafar, H., Anderson, M., & Gao, F. (2020). Assessment of Leaf Area Index Models Using Harmonized Landsat and Sentinel-2 Surface Reflectance Data over a Semi-Arid Irrigated Landscape. *Remote Sensing*, 12(19), 3121. doi:10.3390/rs12193121
3. Rudnik-Ivashhenko, O. I. (2010). Vmist hloroplastiv u listkah roslin prosa ta ih rol' v procesi fotosintezu. [Content chloroplasts in leaflets of plants millet is photosynthesis process]. *Naukovi dopovidi NUBiP*, 3(19), 11–18 (in Ukrainian).
4. Kunz, L. Y., Redekop, P., Ort, D. R., Grossman, A. R., Cargnello, M., & Majumdar, A. (2020). A phytophotonic approach to enhanced photosynthesis. *Energy & Environmental Science*, 13(12), 4794–4807. doi: 10.1039/D0EE02960B
5. Rudnik-Ivashhenko, O. I. (2009). Produktivnist' fotosintezu v roslin prosa za fazami jogo rozvitku na riznih fonah mineral'nogo zhivlennja [The productivity of photosynthesis at the plants of millet after the phases of development and mineral feed]. *Naukovi dopovidi NUBiP*, 3 (in Russian).
6. Kuznecova, S. V., & Bagrinceva, V. N. (2015). Sornye rastenija v posevah kukuruzy. [Weedage in the maize crops] *Zemledelie*, 6 (in Russian).
7. Campiglia, E., Radicetti, E., & Mancinelli, R. (2017). Plant density and nitrogen fertilization affect agronomic performance of industrial hemp (*Cannabis sativa* L.) in Mediterranean environment. *Industrial Crops and Products*, 100, 246–254. doi:10.1016/j.indcrop.2017.02.022
8. Kuznecova, S. V., Bagrinceva, V. N., & Guba, E. I. (2019). Sravnitel'noe izuchenie jeffektivnosti gerbicidov v posevah kukuruzy v Stavropol'skom krae. [Comparative efficiency study of herbicides in corn crops in Stavropol territory]. *Plant Protection News*, 2 (in Russian).
9. Ahmadvand, G., Mondani, F., & Golzardi, F. (2009). Effect of crop plant density on critical period of weed competition in potato. *Scientia Horticulturae*, 121(3), 249–254. doi:10.1016/j.scienta.2009.02.008
10. Afifi, M., & Swanton, C. (2012). Early physiological mechanisms of weed competition. *Weed Science*, 60(4), 542–551. doi.org/10.1614/WS-D-12-00013.1
11. Kabanec', V. M. (2016). Osoblivosti svitlovykh rezhimiv u posivah konopel' posivnih. [Features light modes in hemp crops]. *Visnik Sums'kogo nacional'nogo agrarnogo universitetu. Serija: Agronomija i biologija*, 9, 101–106 (in Ukrainian).
12. Kochik, G. M., & Vorona, L. I. (2008). Fitocenotichnij kontrol' bur'janiv u agrocenozah zoni Polissja. [Phytophotonic control of bur'yaniv in agrocenoses of the Polissya zone]. *Zbirnik naukovih prac' Nacional'nogo naukovogo centru Institut zemlerobstva NAAN*, 2, 3–10. (in Ukrainian).
13. Dosphehov, B. A. (1985). Metodika polevogo opyta [Methods of field experience]. M.: Prosveshhenie. (in Russian).

14. Guljaev, B. I., Rozhko, I. I., Rogachenko, A. D., Golik, K. N., Mitrofanov, B. A., & Borisjuk, V. A. (1989). Fotosintez, produkcionnyj process i produktivnost' rastenij. [Photosynthesis, production process and plant productivity]. Kiev: Nauk. dumka (in Russian).
15. Tooming, H. G. (1977). Solnechnaja radiacija i formirovanie urozhaja. L., Gidrometeoizdat, 200 (in Russian).
16. Tribel, S. O., Sigar'ova, D. D., & Sekun, M. P. (2001). Metodiki viprobuvannja i zastosuvannja pesticidiv. K., Svit (in Ukrainian).
17. Jermantraut, Je. R. (2003). Statisticheskij analiz mnogofaktornyh jeksperimentov. [Statistical analysis of multivariate experiments] Polevye jeksperimenty dlja ustojchivogo razvitija sel'skoj mestnosti, 70–73 (in Russian).
18. Osipov, M. A., Dmitrenko, N. N., & Jakovleva, E. A. (2017). Ocenka polevyh issledovanij metodom dispersionnogo analiza v programme Statistica. In [Evaluation of field research by analysis of variance in the program Statistica]. Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa. (pp. 26-27) (in Russian).
19. Cousens, R., & Mortimer, M. (1995). Dynamics of weed populations. Cambridge University Press, Cambridge.
20. Golovackaja, I. F., & Karnachuk, R. A. (2015). Rol' zelenogo sveta v zhiznedejatel'nosti rastenij [Role of green light in physiological activity of plants]. Fiziologija rastenij, 62(6), 776–791 (in Russian).
21. Tishhenko, L. N., & Konoplja, R. A. (2020). Novye priemy kontrolja sornyh rastenij v posevah propashnyh kul'tur [New methods of control of weeds in row crops]. In Agrarnaja nauka-sel'skomu hozjajstvu, 314–316 (in Russian).
22. Fried, G., Chauvel, B., Reynaud, P., & Sache, I. (2017). Decreases in crop production by non-native weeds, pests, and pathogens. In Impact of biological invasions on ecosystem services. Springer, Cham, 83–101.
23. Kostjuchko, S. S., & Lihochvor, V. V. (2018). Vpliv sistem gerbicidnogo zahistu na segetal'nu roslinnist' u posivah cukrovih burjakiv u drugij polovini vegetacii. [Sugar-beets damage by diseases depending on fertilizers and fungicides]. Zhurnal agrobiologii ta ekologii. 5(1), 63–67 (in Ukrainian).
24. Lipitan, R. M. (2010) Rol' svitla u procesah zabur'janennja posiviv cukrovih burjakiv litom [The role of light in the weeding of sugar beet crops in summer]. Roslini-bur'jani: osoblivosti biologii ta racional'ni sistemi ih kontroljuvannja v posivah sil'skogospodars'kih kul'tur, 123–126 (in Ukrainian).
25. Varanasi, A., Prasad, P. V., & Jugulam, M. (2016). Impact of climate change factors on weeds and herbicide efficacy. In Advances in agronomy. Academic Press, 135, 107–146. doi: 10.1016/bs.agron.2015.09.002
26. Bilalis, D., Papastylianou, P., Konstantas, A., Patsiali, S., Karkanis, A., & Efthimiadou, A. (2010). Weed-suppressive effects of maize–legume intercropping in organic farming. International Journal of Pest Management, 56(2), 173–181. doi: 10.1080/09670870903304471
27. Ivashenko, O. O. (2014). Povtorne zabur'janennja posiviv kukurudzi vimagae uvagi [The repeated contamination of crops of corn demands attention]. Karantin i zahist roslin, 12, 5–8 (in Ukrainian).
28. Holt, J. S. (1995). Plant responses to light: a potential tool for weed management. Weed Science, 43(3), 474–482.
29. Ivashenko, O. O. (2010). Kontroljuvannja bur'janiv u posivah sil'skogospodars'kih kul'tur u sistemah stijkogo zemlerobstva. [Weed control in crops in sustainable farming systems]. Zbirnik naukovih prac' Nacional'nogo naukovogo centru Institut zemlerobstva UAAN, (3), 78–83 (in Ukrainian).
30. Westwood, J. H., Charudattan, R., Duke, S. O., Fennimore, S. A., Marrone, P., Slaughter, D. C., Swanton C. & Zollinger, R. (2018). Weed management in 2050: perspectives on the future of weed science. Weed science, 66(3), 275-285. doi:10.1017/wsc.2017.78
31. Vlasova, O. I., Smakuev, A. D., Perederieva, V. M., Volters, I. A., Drepa, E. B., & Bezgina, Y. A. (2020). Peculiarities of forming the weed component of agrophytocenosis of corn hybrids depending on the methods of basic soil treatment in the temperate moisture area. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 548(5), 052052. doi: 10.1088/1755-1315/548/5/052052

**Kabanets V. M.**, PhD (Agricultural Sciences), Associate Professor, Director, Institute of Agriculture of the North-East of NAAS of Ukraine, Sad, Sumy region, Ukraine

#### **INFLUENCE OF LUMINOUS FLUX PARAMETERS ON THE FORMATION OF RE-WEEDING OF HEMP CROPS**

*Light (energy) growing conditions of hemp plants have a direct effect on both crop plants and their habitat, as well as on new seedling plants of weeds that began their vegetation after soil herbicides weakened their protective function. The appearance of such weeds in crops is called re-weeding. Re-weeding is difficult to control.*

*It is fair to say that the density of hemp crops and, consequently, their optical density is a very effective, cheap and environmentally friendly factor influencing weeding processes. The application of such factors of influence on the indicators of re-weeding of crops is especially effective, when the application of any agronomic or chemical methods on new weed seedlings is very difficult or simply impossible.*

*Studies conducted during 2014–2016 in the field experiment of the Institute of Bast Crops of NAAS to determine the influence of light regimes of hemp sowing on the formation of re-weeding crops provided five options with different stocking densities of hemp sowing, which formed different indicators of optical density of crops. The experiment determined such indicators of the light regime as the incident energy flux of the headlights and the transmission of light by sowing to the ground. Weed surveys were performed according to the requirements of the "Pesticide Test and Application Methods". Crop weeds were determined quantitatively and quantitatively by weight.*

*As a result of the conducted researches the regularities of weed formation at different density of stems, as well as between weed parameters and light regimes of sowing hemp crops were established. There is a direct linear relationship between the transmission of light to the soil by sowing hemp and the number and weight of weeds. The critical dates for the release of FAR energy into*



*the soil for re-weeding were the third decade of July and the third decade of September. With a standing plant density of 1.65 million units/ha, conditions developed under which most weed plants in repeated weeding could not reach the virgin stage of organogenesis. That is, it can be argued that it is in crops with a stem density of 1.65 million units/ha conditions are achieved for the least development of re-weeding due to the minimum energy input of the headlights required for full generative productivity of weeds.*

*Thus, the development of methods for controlling the processes of re-weeding of hemp crops based on phytocenotic factors deserve widespread introduction into agricultural production, as quite effective and environmentally friendly.*

**Key words:** *technology, PAR dynamics, plant density, weeds.*

*Дата надходження до редакції: 30.12.2019 р.*