УДК 631.14:631.6

© 2021

ВПЛИВ ЗМІННИХ ГІДРОТЕРМІЧНИХ УМОВ НА ПОЖИВНИЙ РЕЖИМ ЧОРНОЗЕМУ ТИПОВОГО ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОБІЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ ЯК ДОБРИВА

Ю.О. Тараріко¹, С.І. Кудря², В.П. Лукашук³

¹доктор сільськогосподарських наук, професор, академік НААН

^{2,3}кандидати сільськогосподарських наук

^{1,3}Інститут водних проблем і меліорації НААН

вул. Васильківська, 37, м. Київ, 03022, Україна

²Харківський національний аграрний університет імені В.В.Докучаєва

с. Докучаєвське Харківського р-ну Харківської обл., 624483, Україна

e-mail: ¹urtar@bigmir.net, ²KudryaSI.com@gmail.com, ³vita_lukashuk@ukr.net

ORCID: ¹0000-0001-8475-240X, ³0000-0003-0081-0962

Надійшла 17.05.2021

Мета. Встановити закономірності формування основної і побічної продукції рослинництва на чорноземі типовому. Оцінити обсяги застосування малоцінної частини врожаю на добриво в системі органічного землеробства. **Методи.** Під час експерименту, закладеного в 1962 р., вивчали 16 варіантів польових сівозмін. Застосовано органічну систему землеробства з використанням на добриво тільки побічної продукції врожаю: соломи зернових і бадилля буряку цукрового. **Результати.** За тривалого використання побічної продукції без застосування мінеральних добрив у Східному Лісостепу України на чорноземі типовому зернобобові культури, в середньому, забезпечують вихід зерна до 2 т/га, однорічні трави — на рівні 15 т/га зеленої маси і кукурудза на силос до 25 т/га. Вихід зерна пшениці озимої по чистому пару становить 4,21 т/га, після гороху — 3,66 і після чини — 3,42 т/га з коливаннями його співвідношення з соломою від 1:1,2 до 1:1,7. Урожайність коренеплодів буряку цукрового має середній рівень 27 т/га за співвідношення з бадиллям 1:0,4. Середня врожайність зерна гречки становить 1,2–1,3 т/га за відсутності кореляції з біомасою соломи, з коливанням співвідношення між ними від 1:1,6 до 1:3,5 і середнім значенням 1:2,2. Урожайність ячменю ярого після буряку цукрового і гречки мала середні показники — 2,16 і 1,99 т/га за співвідношення з соломою 1:1,34 і 1:1,35. **Висновки.** Аналіз урожайних даних у розрізі впливу у сівозмінах перших культур на наступні свідчить, що найбільше попередники впливають на пшеницю озиму і буряк цукровий. Отримані результати дають змогу визначити обсяги виробництва побічної продукції рослинництва за врожайними даними основної продукції з метою їх використання на добриво в системі органічного виробництва.

Ключові слова: урожайність, основна продукція, обсяги виробництва, співвідношення, органічне землеробство.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202108-08>

За розвинутої галузевої структури аграрного виробництва з тваринництвом вважали, що для стабілізації вмісту гумусу, на чорноземах типових в умовах Лісостепу України в зерно-бурякових сівозмінах потрібно вносити гною 10–12 т/га, у Степу в зерно-паро-просапних сівозмінах — 8–9, у зоні Полісся на дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах у зерно-картопляних сівозмінах — 14–15 т/га, а на легших дерново-підзолистих піщаних ґрунтах — 18–20 т/га сівозміни [1]. Нині в усіх зонах України спостерігається від'ємний баланс гумусу (0,15 т/га в середньому по країні), що пов'язано з істотним зменшенням застосування органічних добрив і зниженням питомої ваги в сівозмінах багаторічних трав [2]. У середньому втрати гумусу чорноземами України становлять до 25–30% від вихідних їхніх запасів, а щорічні його втрати — понад 20 млн т [3]. Такий гумусний стан ґрунтів потребує докорінної корекції сучасних систем землеробства і розробки заходів, які забезпечили б досягнення бездефіцитного балансу органічної речовини й енергії в ґрунті як базису сталого розвитку аграрних виробничих систем [4, 5]. Отже, за масштабного скорочення поголів'я тварин і мізерного виробництва традиційних органічних добрив нині актуальним є використання на добриво малоцінної продукції рослинництва [6–8]. Особливо це важливо за впровадження органічних систем землеробства [9], коли застосування промислових мінеральних добрив обмежене, а відтворюючі ґрунт кормові культури, зокрема багаторічні бобові трави, вирощувати немає сенсу.

Мета досліджень — установити закономірності формування співвідношення основної і побічної продукції рослинництва на чорноземі типовому в східній частині Лісостепу України. Оцінити обсяги застосування малоцінної частини врожаю на добриво з метою регулювання гумусного стану ґрунту в системі органічного землеробства.

Матеріали і методи досліджень. Дослід закладено 1962 р., де вивчали 16 варіантів польових сівозмін з різними попередниками пшениці озимої: чорного пару, гороху, чини, сочевиці, квасолі, вико-вівса, сої і кукурудзи (1996–2016). Перша (№1–8) та друга (№9–16) групи сівозмін відрізняються

3-ю культурою: буряки цукрові та гречка із однаковою заключною 4-ю культурою — ячменем ярим. Площа посівної ділянки — 142,5 м², облікової — 50–100 м². Застосовували органічну систему землеробства з використанням на добриво тільки побічної продукції врожаю: соломи зернових і гички буряків цукрових [10–13]. Ґрунт стаціонарного досліді — чорнозем типовий глибокий малогумусний важкосуглинковий на лесовидному суглинку з умістом гумусу 4,94–5,21%, легкогідролізного азоту за Корнфілдом — 80–130, рухомого фосфору й обмінного калію за Чиріковим — 100–150 і 100–200 мг на 1 кг ґрунту відповідно, рН водне — 7,0. Під час закладання та проведення досліді використовували методики Б. О. Доспехова [14], П. М. Костянтинова [15], П. Ф. Деревецького [16]. Агрохімічні аналізи проводили відповідно до загальноприйнятих методів.

Результати досліджень. Врожайність перших культур сівозмін істотно коливалася стосовно особливостей умов вирощування. Так, вихід зерна гороху становив у межах 0,80–3,17 т/га з середнім значенням 1,88 т/га, чини — відповідно 0,75–2,63 та 1,70 т/га, сочевиці — 1,15–2,46 та 1,69 т/га, квасолі 0,78–4,32 та 1,81 т/га з коефіцієнтом варіації 30–33% [17]. З кормових культур, що збирали у вигляді зеленої маси, найвищою продуктивністю вирізнялася кукурудза з коливанням від 12,6 до 43,4 т/га із середнім показником 22,7 т/га. Вико-овес і соя максимально забезпечували відповідно 24 та 22 т/га, мінімально — 7 і 8 т/га з середніми значеннями 15 і 14 т/га. Тобто врожайність як зернобобових, так і кормових культур без застосування промислових мінеральних добрив є невисокою.

Обсяги накопиченої біомаси соломи також істотно коливалися за роками і на горосі були в межах 1,12–4,51 т/га з середнім значенням 2,82 т/га, на чині — відповідно 1,75–3,20 та 2,49 т/га, на сочевиці — 2,14–3,29 та 2,81 т/га і на квасолі — 1,82–4,54 та 2,55 т/га. На усіх досліджуваних бобових культурах, крім гороху, у менш сприятливі роки співвідношення зерна і соломи має тенденцію до розширення, а за високої врожайності основної продукції — до звуження. У середньому цей показник

коливався від 1,41 на квасолі до 1,66 на сочевиці із значеннями на горосі і чині на рівні 1,5.

Для експертного встановлення обсягів накопичення на полі біомаси досліджуваних бобових культур стосовно умов регіону розрахунковим способом можна також використовувати такі рівняння: (1) для гороху, (2) для квасолі, (3) для чини, (4) для сочевиці.

$$y=1,145x+0,67 \quad (1)$$

$$R^2=0,72,$$

$$y=0,824x+1,06 \quad (2)$$

$$R^2=0,81,$$

$$y=0,986x+0,80 \quad (3)$$

$$R^2=0,73,$$

$$y=0,95x+1,09 \quad (4)$$

$$R^2=0,83,$$

де x — врожайність зерна; y — врожайність соломи.

Аналіз впливу різних чинників на врожайність зерна і соломи пшениці озимої здійснювали за сівозмiнами з чорним паром, горохом і чиною. У середньому за 18 років досліджень вихід зерна по чорному пару становить 4,21 т/га, по гороху — 3,66 і по чині 3,42 т/га; соломи — відповідно 6,17, 5,47 та 4,81 т/га із співвідношенням 1,47, 1,50 та 1,41. У найбільш сприятливому 2005 р. врожайність пшениці озимої по зазначених попередниках становила 6,84, 6,04 і 5,54 т/га, соломи накопичувалося 6,84,

6,04 та 5,54 т/га із їх співвідношенням 1,2. Навпаки, найнижча продуктивність культури становила по зерну 1,81, 1,69 і 1,58 т/га, по соломі — 3,10, 2,86 і 2,62 т/га із співвідношенням на рівні 1,7. Отримані результати свідчать про однакову закономірність динаміки продуктивності культури стосовно особливостей умов окремих років по всіх трьох попередниках з коефіцієнтом варіації 33–37%. Також в усіх випадках виявлено тісну кореляцію між врожайністю зерна і соломи, а також між коливанням співвідношення між ними по різних попередниках. Кореляційний аналіз багаторічних рядів врожайних даних по пшениці озимій, умов зволоження, агрохімічних показників ґрунту свідчить про наявність прямого зв'язку між кліматичним водним балансом і кількістю доступного азоту (5), запасами азоту і врожайністю зерна (6) та зворотного зв'язку між азотним режимом і пропорцією між основною та побічною продукцією (рис. 1).

$$y=0,219x+140 \quad (5)$$

$$R^2=0,57,$$

де x — кліматичний водний баланс, мм;
 y — запаси азоту, кг/га.

$$y=0,0284x-7 \quad (6)$$

$$R^2=0,68,$$

де x — запаси азоту, кг/га; y — врожайність зерна, т/га.

Так, наприклад, якщо запаси азоту сплук, що легко гідролізуються відповідно

Рис. 1. Залежність між запасами азоту та співвідношенням зерна і соломи пшениці озимої: —■— — запаси N_г по пару; —*— — запаси N_г по гороху; —◆— — співвідношення соломи і зерна пшениці по пару; —■— — співвідношення соломи і зерна пшениці по гороху

до особливостей погодних умов у полі чорного пару зростали у шарі 0–30 см до 460 кг/га, то співвідношення між зерном і соломою було на рівні 1,3. За зниження кількості доступного азоту до 320 кг/га відбувається зростання цього показника до 1,7. Тобто з поліпшенням азотного живлення частка стеблової частини збільшується щодо колосової. Загалом розрахувати кількість соломи стосовно врожайності зерна пшениці озимої можна за формулою (7):

$$y = 0,98x + 2 \quad (7)$$

$$R^2 = 0,9.$$

Врожайність настувної культури за пшеницею озимою — гречки також залежала від особливостей умов окремих років та істотно коливалася у часі. У сівозміні з чорним паром у найменш сприятливому році вихід зерна становив 0,81 т/га, максимально сягав 1,92 т/га з середнім рівнем 1,33 т/га та коефіцієнтом варіації 23–25%. Ці показники щодо соломи відповідно становили 2,16, 4,83 і 2,85 т/га, але достовірного зв'язку між основною та побічною продукцією цієї культури не встановлено з коливанням співвідношення від 1,6 до 3,5 і середнім значенням 2,2. Як видно на прикладі сівозмін з чорним паром і горохом, закономірності цього показника стосовно особливостей умов року зберігаються по усіх попередниках пшениці озимої.

У процесі опрацювання отриманих даних було встановлено, що на врожайність

соломи гречки впливають сумарні запаси доступного фосфору й обмінного калію у 0–30 см шарі ґрунту, які залежно від умов року коливалися від 600 до 1200 кг/га (рис. 2). Водночас установлено зворотні залежності між умістом цих елементів і кількістю опадів за січень–квітень (8, 9):

$$y = -0,538x + 228 \quad (8)$$

$$R^2 = 0,72,$$

$$y = -0,621x + 258 \quad (9)$$

$$R^2 = 0,63,$$

де x — кількість опадів за 1–4-й міс., мм; y — уміст фосфору (8) або калію (9), мг/кг.

Коливання врожайності коренів буряків цукрових залежно від особливостей умов року у середньому по сівозмінах було у межах 14–41 т/га з середнім рівнем 27,4 т/га, гички — відповідно 6,1–15,3 та 9,9 т/га, але достовірне співвідношення між ними — 0,4. Закономірностей змін врожайності коренеплодів і гички під впливом певних специфічних чинників зв'язку між виходом основної та побічної продукції культури не встановлено. Водночас існує невисока статистична залежність між співвідношенням коренів і гички та врожайністю коренеплодів і прямої залежності між цим співвідношенням і врожайністю гички з $R^2 = 0,50–0,55$.

Ячмінь ярий вирощували після буряків цукрових і гречки. Його врожайність відповідно коливалася у межах 0,77–3,27 та 0,82–4,24 т/га із середніми показниками 2,16

Рис. 2. Залежність між запасами фосфору і калію та врожайністю соломи гречки: —♦— — фосфор і калій (кг/га) у сівозміні з паром; —■— — фосфор і калій (кг/га) у сівозміні з горохом; —▲— — врожай соломи (т/га) у сівозміні з паром; —×— — врожай соломи (т/га) у сівозміні з горохом

і 1,99 т/га з коефіцієнтом варіації 36–37%. Середні обсяги накопичення ячмінної соломи становлять після гречки 2,42, після буряків цукрових — 2,71 т/га із співвідношенням 1,34 та 1,35. Показник достовірності апроксимації між урожайністю зерна ячменю по попередниках становить $R^2=0,64$, між співвідношенням основної і побічної продукції — $R^2=0,79$. Тобто на продуктивність культури здебільшого впливали незалежно від попередника одні й ті самі чинники стосовно особливостей умов окремих років. Пошук взаємозв'язків між отриманими експериментальними даними виявив залежність між сумарними запасами азоту, фосфору і калію, врожаєм зерна і соломи та співвідношенням основної і побічної продукції. Так, кількість елементів живлення залежно від умов зволоження окремих років коливалася у 0–30 см шарі ґрунту від 800 до 1500 кг/га. Достовірність апроксимації цього показника з виходом соломи становить $R^2=0,62$, а із співвідношенням основної і побічної продукції — $R^2=0,67$ (рис. 3). У свою чергу, кореляційний зв'язок між соломою і зерном ячменю ярого відбувається з достовірністю $R^2=0,66$. Це положення підтверджується зіставленням співвідношення основної і побічної продукції культури за роками у різних сівозмінах, що включають чорний пар і буряки цукрові, горох і буряки, а також пар і гречку з $R^2=0,76$ – $0,98$ з коливанням 0,9–2,7 та середніми значеннями — відповідно 1,36,

1,38 і 1,34. Для розрахунку обсягів соломи ячменю, що залишається на полі, для умов регіону можна використовувати формулу (10):

$$y=0,6923x+1,1143 \quad (10)$$

$$R^2=0,86,$$

де y — вихід соломи; x — урожайність зерна.

Аналіз врожайних даних щодо впливу перших культур на наступні свідчить про наявність певних закономірностей. Так, найбільшою мірою попередники впливають на наступну пшеницю озиму. У середньому за роками найвища її врожайність — після чорного пару (4,21 т/га). Після інших перших бобових культур вихід зерна був достовірно нижчим на 13–19%. Після кукурудзи пшениця забезпечує у середньому за роками досліджень 2,8 т/га, що майже на 34% менше від пару. Аналогічна закономірність спостерігається на буряках цукрових. Після гороху і чорного пару середня врожайність культури була на рівні 28–29 т/га, після інших бобових попередників вихід коренеплодів достовірно знижувався до рівня 27 т/га, після кукурудзи — до 26 т/га. Меншою мірою досліджувані попередники впливали на гречку і особливо найбільш віддалений у часі ячмінь ярий. Хоч існує досить вагома статистична залежність, що підтверджує наявність такого впливу. Так, наприклад, залежність між рядами врожайних даних гречки і пшениці озимої після попередників є достовірним $R^2=0,66$.

Рис. 3. Залежність між запасами азоту, фосфору і калію та врожайністю соломи і зерна ячменю ярого: — ромб — запаси NPK, кг/га; — квадрат — солома, т/га; — трикутник — зерно, т/га; — хрестик — співвідношення (1996–2016)

Ці закономірності стосуються і побічної продукції. На пшениці озимій кількість соломі після чорного пару становила майже 6,2 т/га, після кукурудзи — на рівні 4,0 т/га, з $R^2 = 0,64-0,66$ між культурами сівозміни. Таке положення пояснюється тим, що кукурудза на силос на відміну від інших попередників має відносно високу продуктивність і винос з ґрунту доступних елементів живлення. Наприклад, за середньої врожайності зернобобових 2 т/га із зерном виноситься з ґрунту азоту приблизно 70 кг/га, фосфору — 18, калію — 26 кг/га (усього 114 кг/га). Якщо продуктивність кукурудзи 23 т/га зеленої маси, то з нею буде вилучено біогенних елементів майже удвічі більше. Особливо це порівняння стосується чорного пару, де макро- і мікроелементи взагалі зберігаються для наступних культур.

Істотний вплив перших культур досліджуваних сівозмін у часі виявлявся в однаковій пропорції на основну і побічну продукцію, що відбивалося у вирівнюванні співвідношення між ними. Якщо порівнювати сумарну за 20 років продуктивність досліджуваних сівозмін у середньому по 4-х полях, то перевагу матиме ротація з горохом — 40 т/га зерна та 60 т/га сухої речовини соломи. Сівозміни з паром, чиною, сочевицею і квасолею за цими показниками можна вважати рівноцінними з продуктивністю за основною продукцією

34–37 т/га, за побічною — 52–56 т/га із співвідношенням між ними 1,5 (рис. 4). За впровадження в цьому регіоні подібних сівозмін для виробництва органічної продукції рослинництва (круп, борошна) з метою визначення обсягів накопичення малоцінної частини врожаю на добриво для відтворення гумусного стану ґрунту доцільно використовувати рівняння (11):

$$y = 1,23x + 10,2 \quad (11)$$

$$R^2 = 0,85,$$

де x — продуктивність сівозміни за основною продукцією; y — вихід побічної продукції.

У сівозмінах з кормовими культурами, зелену масу яких перераховано на суху речовину і зараховано до основної продукції (не використовують на добриво), продуктивність ріплі становить 42–48 т/га із співвідношенням до побічної продукції на рівні 0,8–1,0. Тобто щодо поповнення органічного вуглецю мінералізованого гумусу у зернових сівозмінах у ґрунт надходило 2,6–3,0 т/га, у кормових — 1,9–2,2 т/га сухої речовини. У перерахунку на підстилковий гній [18] це відповідатиме 9–10 та 7–8 т/га, що має забезпечувати відновлення гумусного стану у Лісостеповій Зоні України. З іншого боку, якщо коефіцієнт гуміфікації соломи прийняти за 0,2 [19], а щорічна мінералізація гумусу під зерновими становить 1,2 т/га, то за внесення 3 т/га сухої речовини орга-

Рис. 4. Сумарна у часі продуктивність сівозмін по дослідних полях за основною і побічною продукцією та її співвідношення: ■ — основна продукція сівозмін; ■ — побічна продукція сівозмін; □ — співвідношення (1996–2016)

Потреба в соломі для забезпечення бездефіцитного балансу гумусу, т/га

Сівозміна	Втрати гумусу		Надходження соломи		Утворилося гумусу з соломи	Втрати гумусу без соломи	Потрібно соломи	
	за 40 років	за рік	за 20 років	за рік			всього	додатково
Чистий пар	7,9	0,2	52	2,5	0,49	0,69	3,5	1,0
Горох	4,1	0,11	61	2,9	0,58	0,69	3,4	0,6
Чина	5,1	0,13	56	2,7	0,53	0,66	3,3	0,7
Вико-овес	7,3	0,19	45	2,1	0,43	0,62	3,1	1,0
Соя	7,7	0,2	43	2,1	0,41	0,61	3,1	1,0
Кукурудза	5	0,13	48	2,3	0,46	0,59	2,9	0,7

нічних добрив його баланс становитиме мінус 0,6 т/га [20, 21].

Фактичні втрати гумусу у період досліджень (1996–2016) становили від 4 т/га у сівозміні з горохом до 8 т/га у сівозміні з чорним паром, відповідно 100 і 200 кг/га на рік. За 20 років у ґрунт фактично надійшло від 43 т/га соломи у сівозміні із соєю до 61 т/га у сівозміні з горохом, відповідно від 2,9 до 2,1 т/га (таблиця). Установлено певну статистичну залежність між втратами гумусу і надходженням рослинної біомаси за сівозмінами (рис. 5), що дає змогу оцінювати тенденції змін гумусного стану ґрунту стосовно умов і біопродуктивності в окремі роки або періоди в регіоні. Якщо коефіцієнт гуміфікації соломи 0,2, то з неї буде накопичено у ґрунті по сівозмінах близько 0,41–0,58 т/га гумусу. Це дає змогу

встановити обсяги втрат гумусу у разі, якщо побічна продукція на добриво не використувалася.

Наявні особливості агрометеорологічних умов, показники продуктивності культур, співвідношення основної та побічної продукції, обсяги надходження останньої у ґрунт дають змогу компенсувати втрати гумусу по сівозмінах на 67–84%.

Відповідно в даних умовах це досягається збільшенням кількості внесеної біомаси на 0,6–1,0 т/га, або на 16–33%, у середньому по сівозмінах — на 25%. Єдиним способом кардинально збільшити біопродуктивність посівів є застосування мінеральних добрив. Систематичне їх внесення у середніх $N_{90}P_{115}K_{58}$ і підвищених $N_{120}P_{120}K_{120}$ дозах під буряки цукрові дає змогу збільшити врожайність основної і побічної продукції

Рис. 5. Залежність між втратами гумусу та надходженням органічної речовини нетоварної частини врожаю у ґрунт: —■— надходження соломи; -♦- втрати гумусу

у середньому по сівозмінах відповідно по дозах на 27 і 33%. Застосування під ячмінь $N_{40}P_{40}K_{40}$ та $N_{60}P_{60}K_{60}$ підвищувало продуктивність культури на 21 і 33%. Завдяки підживленню пшениці озимої N_{30} її врожайність зростала на 13%. Тобто мінеральні добрива можуть бути засобом ефективного регулювання і стабілізації гумусного стану

чорнозему типового в умовах регіону. Це протиріччя між додержанням умов органічного землеробства та дегуміфікацією й агрохімічною деградацією чорноземів вирішується способом розвитку тваринництва, коли в агроєкосистемі забезпечується рециркуляція біогенних елементів на рівні 90–100%.

Висновки

За тривалого заорювання тільки побічної продукції без застосування мінеральних добрив у Східному Лісостепу на чорноземі типовому зернобобові культури у середньому за роками (1996–2016) забезпечують вихід зерна до 2 т/га, однорічні трави — на рівні 15 т/га зеленої маси та кукурудза на силос — до 25 т/га. У таких умовах у зернобобових співвідношення зерна і соломи становить 1,5 з тенденцією до розширення цього показника в несприятливі та звуження у сприятливі роки. Вихід зерна пшениці озимої по чорному пару становить 4,21 т/га, по гороху — 3,66 і по чині — 3,42 т/га з коливанням його співвідношення з соломою від 1,2 до 1,7. Зіставлення багаторічних рядів врожайних даних по пшениці озимій, умов зволоження та агрохімічних показників ґрунту свідчить про наявність прямого зв'язку між водним балансом і кількістю доступного азоту, запасами азоту і врожаєм зерна. Середня врожайність зерна гречки становить 1,2–1,3 т/га за відсутності кореляції з біомасою соломи з коливанням співвідношення між ними від 1,6 до 3,5 та середнім значенням 2,2. Установлено залежність між сумарною кількістю фосфору і калію та врожайністю побічної продукції культури та зворотні залежності між вмістом цих елементів у попередній рік та кількістю опадів за січень–квітень в наступному році. Середня врожайність коренів буряків

цукрових становить 27 т/га за співвідношення з гичкою 0,4. Закономірності змін врожайності коренеплодів і гички під впливом певних чинників повторюються в усіх сівозмінах, але достовірного зв'язку між врожаєм основної і побічної продукції культури не встановлено. Врожайність ячменю ярого по буряках цукрових і гречці мала середні показники 2,16 і 1,99 т/га за співвідношення з соломою 1,34 та 1,35. Пошук взаємозв'язків між отриманими експериментальними даними свідчить про наявність залежності між сумарними запасами азоту, фосфору і калію, врожаєм зерна і соломи та співвідношенням основної і побічної продукції. Аналіз врожайних даних щодо впливу перших культур на наступні культури свідчить, що найбільшою мірою попередники впливають на пшеницю озиму і буряки цукрові. Найсприятливіші умови складаються в сівозміні з чорним паром, менш ефективною є сівозміна з кукурудзою на силос. Істотний вплив перших культур досліджуваних сівозмін у часі виявлявся однаковою мірою і на основну і на побічну продукцію, що відбивалося у вирівнюванні співвідношення між ними на вказаних вище показниках. Отримані результати дають змогу визначати обсяги виробництва відходів рослинництва за врожайними даними основної продукції з метою їх використання на добриво в системі органічного виробництва.

Tarariko Yu¹., Kudria S.², Lukashuk V.³

^{1,3}Institute of water problems and land reclamation of NAAS, Kyiv, Ukraine, ²Kharkov National Agrarian University named after V. V. Dokuchayev,

Kharkiv, Ukraine; e-mail: ¹urtar@bigmir.net, ²KudryaSl.com@gmail.com, ³vita_lukashuk@ukr.net; ORCID: ¹0000-0001-8475-240X, ³0000-0003-0081-0962

Influence of variable hydrothermal conditions on the nutritional regime of typical chernozem and efficiency of by-products as fertilizer

Goal. To determine patterns of formation of the main and by-products of crop production on typical chernozem. To assess the use of low-value parts of the crop for fertilizer in the system of organic farming. **Methods.** During an experiment established in 1962, 16 variants of field crop rotations were studied. An organic system of agriculture was applied with the use of only by-products of the crop for fertilizer: grain straw and sugar beet tops. **Results.** With long-term use of by-products without the use of mineral fertilizers in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine on typical chernozem, legumes, on average, provide grain yield up to 2 t/ha, annual grasses — at the level of 15 t/ha green mass, and corn for silage up to 25 t/ha. The grain yield of winter wheat on pure fallow is 4.21 t/ha, after peas — 3.66, and after the

rank — 3.42 t/ha with fluctuations in its ratio with straw from 1:1.2 to 1:1.7. The yield of sugar beet roots has an average level of 27 t/ha in the ratio of tops 1:0.4. The average grain yield of buckwheat is 1.2–1.3 t/ha in the absence of correlation with straw biomass, with fluctuations in the ratio between them from 1:1.6 to 1:3.5, and an average value of 1:2.2. The yield of spring barley after sugar beet and buckwheat had an average of 2.16 and 1.99 t/ha for the ratio of straw 1:1.34 and 1:1.35. **Conclusions.** Analysis of yield data in terms of the impact of crop rotations of the first crops on subsequent ones shows that predecessors mostly affect winter wheat and sugar beet. The obtained results make it possible to determine the production volumes of crop by-products according to the yield data of the main products to use them for fertilizer in the system of organic production.

Key words: yield, main products, production volumes, ratio, organic farming.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202108-08>

Бібліографія

1. *Методичні рекомендації щодо ведення біологічного землеробства*. Київ, 1991. 74 с.
2. *Статистичний збірник «Сільське господарство України» за 2016 рік*. Київ. Державна служба статистики України, 2016. 246 с.
3. *A Woredwatch Institute Report on Progress Toward a Sustainable Society*. Postel S. State of the World. New York, London. 1994. P. 3–21.
4. *Формування стійких агроєкосистем*. Київ: Вид-во ДІА, 2007. 560 с.
5. *Формування сталих агроєкосистем: теорія і практика*. Київ: Аграрна наука, 2005. 508 с.
6. Кольбе Г., Штумп Г. Солома як добриво; пер. з нім. Москва: Колос, 1972. С. 5–20.
7. Балаєв А.Д., Гаврилюк М.В., Недбаєв В.Н. Трансформація органічної речовини чорноземних ґрунтів під впливом тривалого застосування різних систем обробітку і добрива. *Вісник Курської державної сільськогосподарської академії*. 2015. № 1. С. 47–49.
8. Носко Б.С. Шляхи підвищення родючості ґрунтів в сучасних умовах сільськогосподарського виробництва. Київ: Аграрна наука, 1999. 110 с.
9. *Наукові основи ефективного розвитку землеробства в агроландшафтах України*. Київ: ВП «Едельвейс», 2015. 428 с.
10. Seidel R., Moyer J., Nichols K., Bhosekar V. Studies on long-term performance of organic and conventional cropping systems in Pennsylvania. *Organic Agriculture*. 2017. № 7. P. 53–61. doi: 10.1007/s13165-015-0145-z
11. Ki Song Lee, Young Chan Choe. Environmental performance of organic farming: Evidence from Korean small-holder soybean production. *J. of Cleaner Production*. 2019. V. 211. P. 742–748. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.11.075
12. de Ponti T., Rijk B., van Ittersum M. K. The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural Systems*. 2012. V. 108. P. 1–9. doi: 10.1016/j.agsy.2011.12.004
13. Roos E., Mie A., Wivstad M. et al. Risks and opportunities of increasing yields in organic farming. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2018. V. 38. № 14. doi: 10.1007/s13593-018-0489-3
14. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1985. 351 с.
15. Константинов П.Н. Основы сельскохозяйственного опытного дела. Москва: Сельхозгиз, 1952. 446 с.
16. Деревицкий П.Ф. Опытное дело в растениеводстве. Кишинев: Штиинца, 1962. 616 с.
17. Лакін Г.Ф. Биометрия. Москва: Высшая школа, 1990. 352 с.
18. Georgeta B., Remus P. Climatic water balance dynamics over the last five decades in Romania's most arid region, Dobrogea. *J. Geogr. Sci.* 2015. № 25 (11). P. 1307–1327.
19. Расчет баланса гумуса и потребности в органических удобрениях. *Методические рекомендации*. Владимир, 1987. 16 с.
20. *Нормативи ґрунтозахисних контурно-меліоративних систем землеробства*. Київ, 1998. 158 с.
21. Долгополова Н.В. Факторы плодородия в биологическом земледелии Лесостепи Центрального Черноземья. *Региональный вестник*. 2016. № 2 (3). С. 27–29.