

УДК 338.312:631.582:  
631.51:631.8

© 2019

## ВПЛИВ УДОБРЕННЯ ТА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ КУЛЬТУР СІВОЗМІНИ

С.П. Танчик<sup>1</sup>, Л.В. Центило<sup>2</sup>, О.А. Цюк<sup>3</sup>

<sup>1</sup>доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН

<sup>2</sup>кандидат сільськогосподарських наук

<sup>3</sup>доктор сільськогосподарських наук, професор

Національний університет біоресурсів і природокористування України

вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна

e-mail: <sup>1</sup>zemlerob1@ukr.net, <sup>2</sup>agrokolos@i.ua, <sup>3</sup>tsyuk@ukr.net

Надійшла 22.07.2019

**Мета.** Визначити вплив різних систем основного обробітку ґрунту і способів удобрення на врожайність культур польової сівозміни. **Методи.** Польовий, статистичний (статистична обробка результатів досліджень), порівняльно-розрахунковий (визначення енергетичної ефективності вирощування культур у сівозміні). **Закладали і проводили дослід**и відповідно до загальноприйнятих методик у землеробстві. **Метеорологічні умови** впродовж досліджень у середньому виявилися типовими для Київської області, проте різнилися за кількістю опадів і сумою активних температур вище 10°C в окремі місяці та роки, унаслідок чого врожайність культур змінювалася. **Результати.** Дослідження показали, що із застосуванням органо-мінеральної системи удобрення врожайність пшениці озимої істотно не знизилася порівняно з мінеральною. Значне зниження спостерігалось за органічної системи удобрення: у ланці з люцерною — на 32%, соєю — 31,3, кукурудзою на силос — на 33,3% порівняно із застосуванням мінеральної системи. Найвищу врожайність пшениці озимої отримано на фоні полицево-безполіцевого обробітку ґрунту. Найсприятливіші ґрунтові умови для формування врожаю буряків цукрових склалися за мінеральної системи удобрення. Застосування диференційованого та полицево-безполіцевого обробітків ґрунту сприяли істотному зростанню врожайності буряків цукрових. Урожайність соняшнику була вищою за мінеральної системи удобрення. За органо-мінеральної системи вона знизилася на 6%. Урожайність за диференційованого та полицево-безполіцевого обробітків ґрунту істотно не різнилася (різниця 2,6 т/га). **Висновки.** За результатами досліджень установлено, що найкращим варіантом основного обробітку ґрунту в сівозміні виявився полицево-безполіцевий, за якого врожайність буряків цукрових, пшениці озимої після сої та кукурудзи на силос підвищилася порівняно з контролем. Застосування мілкого обробітку ґрунту призвело до зниження врожайності культур сівозміни. Впровадження органо-мінеральної системи удобрення істотно не знижувало врожайності культур сівозміни порівняно з мінеральною системою.

**Ключові слова:** чорнозем типовий, обробіток ґрунту, добрива, урожайність, продуктивність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agroviznyk201908-02>

Біопродуктивність серед усіх параметрів агроценозу — найбільш мінливий та інтегральний показник життєздатності культур сівозміни,

в якому акумулюються генетичний потенціал рослин, родючість ґрунту, погодні умови та ефективність землеробства. Її підвищення

було і залишається головним завданням сільськогосподарського виробництва.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Попри значний прогрес в аграрному секторі світової економіки питання подальшого підвищення продуктивності культур набуває з кожним роком дедалі актуальнішого значення, що зумовлено певними причинами [1–4].

Вплив способів обробітку на врожайність культур визначається складним поєднанням дії регульованих і нерегульованих факторів, серед яких головним є погодні умови, біологічні особливості культур і розміщення їх у сівозміні, фізичні властивості ґрунту, умови живлення рослин, фізико-хімічний режим ґрунту, засміченість ґрунту і посівів бур'янами.

Під польові культури проводять полицевий і безполицевий обробітки ґрунту. Єдиної думки щодо переваги одного з них у науковців і практиків немає [5, 6].

**Мета досліджень** — визначити вплив різних систем основного обробітку ґрунту і способів удобрення на врожайність польової сівозміни.

**Матеріали та методи досліджень.** Експериментальну частину роботи виконано в 2011–2017 рр. на дослідному полі Навчально-науково-інноваційного центру агротехнологій ТОВ «Агрофірма Колос» Сквирського р-ну Київської обл. в стаціонарному досліді, основою якого є 10-гільня польова сівозміна, розгорнена в часі й просторі. Ґрунт дослідного поля — чорнозем типовий глибокий крупнопилувато-середньосуглинковий на лесі. Уміст гумусу в оброблювальному шарі — 4,6–4,8% (за Тюрнімом), легкогідролізованого азоту (за Корнфілдом) — 14,4 мг/100 г ґрунту, рухомого фосфору та обмінного калію (за Чиріковим) відповідно 15,2 і 15,2 мг/100 г ґрунту. Об'ємна маса ґрунту в рівноважному стані — 1,24 г/см<sup>3</sup>, гідролітична кислотність — 1,14 мг-екв/100 г ґрунту, рН сольове — 6,4.

Схема чергування культур у польовій сівозміні: люцерна, люцерна, пшениця озима, буряки цукрові, ячмінь, соя, пшениця озима, кукурудза на силос, пшениця озима, соняшник. У цій сівозміні застосовують 3 рівні удобрення з розрахунку на 1 га сівозмінної площі: за мінеральної системи — компост 4,5 т + N<sub>80</sub>P<sub>96</sub>K<sub>108</sub>; органо-мінеральної — компост 4,5 т + N<sub>40</sub>P<sub>48</sub>K<sub>54</sub> + 3,5 т побічної продукції і сидеральної маси; органічної — компост 4,5 т + 3,0 т побічної

продукції і сидеральної маси. У досліді використано такі добрива: компост, аміачну селітру, суперфосфат гранульований і калій хлористий.

Одним із досліджуваних факторів були системи основного обробітку ґрунту: диференційований обробіток (контроль), який рекомендований у Лісостепу і передбачає за ротацію сівозміни 5 оранок, 2 поверхневих обробітки під пшеницю озиму після сої і кукурудзи на силос і 1 чизельний обробіток під ячмінь; полицево-безполицевий передбачає за ротацію сівозміни 2 оранки під буряки цукрові та соняшник, під решту культур — безполицеві обробітки; мілкий безполицевий обробіток — під усі культури сівозміни. Площа ділянок — 240 м<sup>2</sup>, повторність варіантів у досліді 4-разова. Енергетичну ефективність, визначали за методикою О.В. Медведовського [7].

**Результати досліджень.** За даними досліджень, на врожайності люцерни першого року використання істотний вплив мали системи удобрення. Найвищою врожайність за роки досліджень була за мінеральної системи, найнижчою — у варіанті без застосування добрив (на 52% менше, ніж за мінеральної). Застосування в досліді органічної системи удобрення на основі компосту 4,5 т/га сівозмінної площі забезпечило зростання врожайності люцерни першого року використання на 2,5 т/га, що на 23% більше, ніж на контролі без добрив (таблиця).

За полицево-безполицевого обробітку врожайність становила 13,7 т/га, за мілкого безполицевого — 11,7 т/га. За роки досліджень урожайність люцерни першого року використання істотно не різнилася. Найвищу врожайність люцерни одержано на рівні 17 т/га зеленої маси у 2017 р.

Урожайність люцерни 2-го року використання на 2 укоси була вищою за врожайність першого укоси. Урожайність за мінеральної системи удобрення становила 20,7 т/га, що на 42% більше, ніж на контролі без добрив. Застосування органо-мінеральної системи удобрення призвело до значного зниження врожайності люцерни порівняно з використанням мінеральної системи удобрення. У варіанті, де формування врожайності відбулося під впливом застосування органічних добрив (4,5 т/га компосту на 1 га сівозмінної площі), приріст урожайності зеленої маси був на 3,3 т/га більшим, ніж у варіанті без застосування добрив.

**Зміна врожайності сільськогосподарських культур залежно від систем удобрення та основного обробітку ґрунту (2011 – 2017 рр.)**

Культура	Система удобрення				НІР <sub>05</sub>	Основний обробіток ґрунту			НІР <sub>05</sub>
	без добрив (контроль)	±% до контролю				диференційований (контроль)	±% до контролю		
		органічна	орґано-мінеральна	мінеральна			поліцево-безполіцевий	мілкий безполіцевий	
Люцерна	8,1	+3,2	+101	+107	8,4	13,6	+0,7	-14,7	9,4
Люцерна	11,2	+29	+78	+84	7,0	17,6	+1,73	-13,8	10,1
Пшениця озима	3,3	+39	+100	+106	3,2	5,4	-7,4	-14,8	3,6
Буряки цукрові	32	+24	+90	+99	3,5	51	+5,9	-14,5	6,4
Ячмінь	2,2	+31,8	+100	+113	6,8	3,7	0,0	-10,8	10,3
Соя	1,3	+38	+146	+161	7,0	2,5	0,0	-8	8,7
Пшениця озима	3,0	+53	+110	+120	3,1	5,1	+1,9	-1,9	4,9
Кукурудза на силос	35	+12	+66	+76	2,7	51	-0,4	-10,9	3,2
Пшениця озима	2,8	+50	+111	+125	4,2	4,8	+2,1	-2,1	5,6
Соняшник	1,4	+43	+121	+136	8,7	2,6	0,0	-19	11,2

Одержана врожайність люцерни 2-го року використання за диференційованого обробітку ґрунту становила 17,3 т/га, полицево-безполицевого — 17,6, мілкого безполицевого обробітку — 14,9 т/га.

Урожайність пшениці озимої за роки досліджень була в межах 3,3–6,8 т/га. За орґано-мінеральної системи удобрення врожайність пшениці озимої в 3-х полях сівозміни істотно не відрізнялася від контролю. Значне зниження врожайності пшениці озимої спостерігалось за орґанічної системи удобрення: у ланці з люцерною — на 32%, соєю — 31,3, кукурудзою на силос — на 33,3% порівняно з урожайністю за мінеральної системи. За орґано-мінеральної системи удобрення врожайність пшениці озимої істотно відрізнялася від урожайності за мінеральної системи. Так, урожайність пшениці озимої після люцерни за орґано-мінеральної системи знизилася на 0,2 т/га (НІР<sub>05</sub> = 0,18 т/га), сої — 0,4 т/га (НІР<sub>05</sub> = 0,25 т/га), після кукурудзи на силос — на 0,4 т/га (НІР<sub>05</sub> = 0,27 т/га) порівняно з урожайністю за мінеральної системи удобрення.

Серед варіантів обробітку вищою врожайність була за полицево-безполицевого обробітку ґрунту. Із застосуванням мілкого безполицевого обробітку ґрунту істотно знизилася врожайність пшениці озимої порівняно з контролем.

Урожайність буряків цукрових упродовж ротації сівозміни змінювалася в незначних межах. Так, у середньому у варіантах вона становила 32–63 т/га. Недостатнє вологозабезпечення в серпні та вересні 2015 р. негативно позначилося на коренеутворенні і, як наслідок, отримано низьку врожайність в усіх варіантах досліду. Установлено, що найсприятливіші ґрунтові умови для формування врожаю коренеплодів склалися за мінеральної системи удобрення. У середньому за роки досліджень урожайність коренеплодів за орґано-мінеральної системи була на 4,6% меншою, ніж за мінеральної системи і на 37,5%, ніж за орґанічної.

Застосування диференційованого та полицево-безполицевого обробітків ґрунту сприяють істотному зростанню врожайності буряків цукрових. Використання мілкого безполицевого обробітку зумовило зниження врожайності буряків цукрових на 14,2% порівняно з контролем.

Застосування орґано-мінеральної системи не призводить до істотного зниження врожайності ячменю порівняно з використанням мінеральної системи удобрення. Орґанічна система удобрення поступалася мінеральній на 53,2%. Це пояснюється низьким умістом елементів живлення, оскільки застосування лише орґанічних добрив за орґанічної

системи призводить до від'ємного балансу поживних речовин у ґрунті. Урожайність зерна ячменю за роки досліджень була однаковою (3,7 т/га) за диференційованого (контроль) та полицево-безполіцевого обробітків у сівозміні, а за проведення мілкого безполіцевого обробітку вона знижувалася на 10,8%.

Найвищу врожайність сої за досліджувані роки відзначено за використання полицево-безполіцевого обробітку ґрунту за мінеральної системи удобрення — 3,4 т/га, органо-мінеральної — 3,2, органічної — 1,8 т/га. За мілкого безполіцевого обробітку врожайність знижувалася. Урожайність сої за роками істотно не змінювалася.

Кукурудза — культура високих потенційних можливостей формування врожаю зеленої маси в умовах Лісостепу. Урожайність кукурудзи на силос у середньому за ротацію сівозміни була в межах 30–62 т/га зі значним коливанням у варіантах досліджу.

Із застосуванням органо-мінеральної та органічної систем істотно знижувалася врожайність кукурудзи на силос, відповідно на 6,4 та 37% порівняно із застосуванням мінеральної системи удобрення.

Серед обробітків ґрунту спостерігалася чітка закономірність. За мілкого безполіцевого обробітку формувалася на 11,7% нижча врожайність, ніж у системі основного обробітку ґрунту за полицевого обробітку.

За даними досліджень, на врожайність соянишки значний вплив мали системи удобрення. Найсприятливіші умови склалися у варіанті із застосуванням мінеральної системи удобрення — середня врожайність становила 3,3 т/га. За органо-мінеральної системи удобрення врожайність знизилася на 6%. На 39% меншою порівняно з контролем була врожайність соянишки за органічної системи удобрення. Урожайність за диференційованого та полицево-безполіцевого обробітків ґрунту істотно не різнилася (різниця 2,6 т/га).

За умов екологізації на чорноземі типовому врожайність основних сільськогосподарських культур не зазнала значних змін порівняно з урожайністю за використання мінеральної системи удобрення.

У середньому за ротацію сівозміни врожайність культур становила: люцерни — 12,9 т/га, люцерни — 16,6, пшениці озимої — 5,0, буряків цукрових — 49, ячменю ярого — 3,5,

сої — 2,4, пшениці озимої — 5,1, кукурудзи на силос — 48,6, пшениці озимої — 4,8, соянишки — 2,4 т/га.

Із впровадженням органо-мінеральної системи удобрення за вирощування всіх культур сівозміни урожайність була вищою, ніж у варіанті без унесення добрив.

Аналізуючи вплив систем удобрення на врожайність культур сівозміни, слід відзначити, що немає істотної різниці між органо-мінеральною і мінеральною системами удобрення за вирощування люцерни першого і другого років використання і соянишки.

Спостерігалася значна різниця між впливом органо-мінеральної і мінеральної систем удобрення на вирощування пшениці озимої після всіх попередників, буряків цукрових, ячменю, сої, кукурудзи на силос.

Застосування органічної системи удобрення істотно знижувало врожайність культур сівозміни порівняно з використанням органо-мінеральної і мінеральної систем удобрення.

Урожайність культур залежить від поєднання багатьох факторів, зокрема умов живлення рослин, удобрення, біологічних особливостей культури [8].

Показником оцінки різних систем обробітку ґрунту, як і інших агротехнічних заходів, є кількість і якість урожаю сільськогосподарських культур [9].

Позитивний вплив безполіцевого, мінімального і полицевого обробітків на продуктивність сільськогосподарських культур виявлено в різних ґрунтово-кліматичних зонах. При цьому за мінімізації обробітку ґрунту врожайність сільськогосподарських культур не лише не знижувалася, а й у ряді випадків, навіть збільшувалася за загального зменшення енерговитрат на обробіток [10, 11].

У сучасному землеробстві досить актуальними є питання, пов'язані з мінімізацією енергетичних витрат на вирощування сільськогосподарської продукції. До найперспективніших технологій належать такі, за яких енерговитрати на виробництво продукції зменшено, а коефіцієнт енергетичної оцінки, навпаки, збільшено. Розрахунок енергетичної ефективності показав, що за органо-мінеральної системи удобрення енергоємність вирощування культур становила 176,6 ГДж/га, або на 16,9% більше від енергоємності за мінеральної системи удобрення. Із застосуванням

органічної системи удобрення енерговитрати становили 121,4 ГДж/га, або на 31% менше, ніж за органо-мінеральної.

Установлено, що найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності ( $K_{ee}$ ) спостерігали у варіанті без унесення добрив — 7,3. За органо-мінеральної системи удобрення він становив 6,9, що на 13,1% перевищувало  $K_{ee}$  за мінеральної системи. Менш енергоощадним було використання мінеральної системи удобрення.

Енергетично ефективними виявилися варіанти полицево-безполицевого ( $K_{ee}$  — 7,0) та диференційованого обробітків ( $K_{ee}$  — 6,8), енергетично менш ефективним — мілкий

безполицевий ( $K_{ee}$  — 6,5), що зумовлено нижчою врожайністю культур сівозміни в цьому варіанті.

Максимальних значень енергетичний коефіцієнт досягнув у варіантах із найменшою витратою енергії (без добрив), що свідчить про економію енергії за вирощування культур у сівозміні в цих варіантах досліджу.

Унесення високих доз мінеральних добрив за мінеральної системи удобрення забезпечувало зростання абсолютних величин виходу енергії, однак зумовлювало збільшення її витрат на формування продукції і зниження коефіцієнта енергетичної ефективності.

## **Висновки**

Урожайність культур 10-пільної сівозміни залежала від систем основного обробітку ґрунту та удобрення. За результатами досліджень установлено, що найкращим варіантом основного обробітку ґрунту в сівозміні виявився полицево-безполицевий, за якого врожайність буряків цукрових, пшениці озимої після сої та кукурудзи на силос підвищилася порівняно з контролем. Із застосуванням мілкого обробітку ґрунту врожайність культур сівозміни знижувалася. Впровадження органо-мінеральної системи удобрення

істотно не знижувало врожайності культур сівозміни порівняно із застосуванням мінеральної системи.

За ефективністю енерговитрат найраціональнішим виявився варіант без застосування добрив ( $K_{ee}$  = 7,3) порівняно з використанням мінеральної системи ( $K_{ee}$  = 6,1).

Серед систем основного обробітку ґрунту в сівозміні найбільш енергетично ефективними виявилися полицево-безполицевий і диференційований обробітки ґрунту, менш ефективним — мілкий безполицевий обробіток.

**Танчик С.П.<sup>1</sup>, Центило Л.В.<sup>2</sup>, Цюк А.А.<sup>3</sup>**

*Національний університет біоресурсів і природопольовання України, ул. Героїв Оборони, 15, г. Київ, 03041, Україна; e-mail: <sup>1</sup>zemlerob1@ukr.net, <sup>2</sup>agrokolos@i.ua, <sup>3</sup>tsyuk@ukr.net*

### **Влияние удобрення и обработки почвы на урожайность культур севооборота**

**Цель.** Определить влияние различных систем основной обработки почвы и способов удобрения на урожайность культур полевого севооборота.

**Методы.** Полевой, статистический (статистическая обработка результатов исследований), сравнительно-расчетный (определение энергетической эффективности выращивания культур в севообороте). Закладывали и проводили опыты в соответствии с общепринятыми методиками в земледелии. Метеорологические условия в течение исследований в среднем оказались типичными для Киевской области, однако отличались по количеству осадков и сумме активных температур выше 10°C в отдельные месяцы и годы, в результате чего урожайность культур изменялась. **Результаты.** Исследования

показали, что использование органо-минеральной системы удобрения существенно не снизило урожайность пшеницы озимой по сравнению с минеральной. Существенное снижение наблюдалось при органической системе удобрения: в звене с люцерной — на 32%, соей — 31,3, кукурудзы на силос — на 33,3% по сравнению с применением минеральной системы. Самая высокая урожайность пшеницы озимой была на фоне отвално-безотвальной обработки почвы. Благоприятные почвенные условия для формирования урожая корнеплодов создавались при минеральной системе удобрения. Применение дифференцированной и отвално-безотвальной обработок почвы способствовало существенному росту урожайности сахарной свеклы. Урожайность подсолнечника была существенно выше при использовании минеральной системы удобрения. При применении органо-минеральной системы урожайность уменьшилась на 6%. Урожайность при дифференцированной и отвално-безотвальной обработках почвы существенно не отличалась (разница 2,6 т/га). **Выводы.** По результатам исследований установлено, что



наилучшим вариантом основной обработки почвы в севообороте оказался отвально-безотвальный, при котором урожайность свеклы сахарной, пшеницы озимой после сои и кукурузы на силос возросла по сравнению с контролем. Применение мелкой обработки приводило к снижению урожайности культур севооборота. Использование органико-минеральной системы удобрения существенно не снижало урожайности культур севооборота по сравнению с минеральной системой.

**Ключевые слова:** чернозем типичный, обработка почвы, удобрения, урожайность, продуктивность.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201908-02>

Tanchyk S.<sup>1</sup>, Tsentylo L.<sup>2</sup>, Tsiuk O.<sup>3</sup>

National university of bioresources and nature management of Ukraine, Heroiv Oborony Str., 15, Kyiv, 03041, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup>zemlerob1@ukr.net, <sup>2</sup>agrokolos@i.ua, <sup>3</sup>tsyuk@ukr.net

### **Effect of fertilizers and soil cultivation on productivity of cultures of crop rotation**

**The purpose.** To determine effect of different systems of basic soil cultivation and methods of fertilizing on productivity of crops of field rotation. **Methods.** Field, statistical (statistical analysis of results of probes), comparative-calculation (determination of power efficiency of growing crops in crop rotation). They carried out experiments according to conventional techniques in farming agriculture. Weather conditions during probes on the average appeared typical for Kiev area, however they differed on rainfall and sum of active

temperatures above 10°C in some months and years, and as a result productivity of crops varied. **Results.** Probes have shown that use of organic-mineral fertilizer system has not essentially lowered productivity of winter wheat in comparison with mineral one. Essential lowering was observed at organic fertilizer system: in a link with Lucerne — on 32%, soya bean — 31,3, corn for silage — on 33,3% in comparison with use of mineral system. The highest productivity of winter wheat was on the background of moldboard-subsoil cultivation. Favorable soil conditions for yield of root crops were created at mineral fertilizer system. Application differential and moldboard-subsoil cultivation promoted essential growth of productivity of sugar beet. Productivity of sunflower was essentially above at use of mineral fertilizer system. At application of organic-mineral system productivity was diminished by 6%. Productivity at differential and moldboard-subsoil cultivations essentially did not differ (a variance was 2,6 t/hectare). **Conclusions.** By results of probes it is established that the best alternative for basic soil cultivation in crop rotation had appeared moldboard-subsoil one. Its use secured increased productivity of beet sugar, winter wheat after soya bean and corn for silage as compared to control. Application of shallow cultivation led to lowering of productivity of cultures of crop rotation. Use of organic-mineral fertilizer system essentially did not reduce productivity of cultures of crop rotation in comparison with mineral system.

**Key words:** typical chernozem, soil cultivation, fertilizers, yield ability, productivity.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk201908-02>

## **Бібліографія**

1. Бойко П.І., Фурманець М.Г. Вплив попередників на вологозабезпеченість і урожайність пшениці озимої у західному Ліссестепу. 36. наук. праць. ННЦ «Інститут землеробства НААН». Київ: Едельвейс, 2012. Вип. 1–2. С. 10–14.
2. Мірошніченко М.М., Доценко О.В., Панасенко Є.В., Ніконенко В.М. Наукові основи удобрення озимої пшениці за даними ґрунтово-рослинної діагностики. Харків: ФОП Федорко М.Ю., 2013. 32 с.
3. Петриченко В.Ф., Корнійчук О.Ф. Фактори стабілізації виробництва зерна пшениці озимої в Ліссестепу Правобережжю. *Вісник аграрної науки*. 2018. № 2. С. 17–23.
4. Бойко П.І., Літвінов Д.В., Демиденко О.В. та ін. Продуктивність сільськогосподарських культур у різноморфних сівозмінах на типових чорноземах. *Вісник аграрної науки*. 2016. №12. С. 11–14.
5. Ткаліч І.Д., Олексюк О.М., Ткаліч Ю.І., Кулик А.О. Основний обробіток ґрунту під польові культури. *Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони*. 2011. № 1. С. 15–20.
6. Rhoton F.E. Influence of Time on Soil Response to no-till Practices. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 2000. V. 64. P. 700–709.
7. Медведовський О.В., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Київ: Урожай, 2002. 217 с.
8. Лісовий М.В., Шимель В.В., Ніконенко В.М. Ефективність мінеральних добрив під пшеницю озиму на чорноземі типовому Ліссестепу Лівобережного високого. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 5. С. 16–21. doi.org/10.31073/agrovisnyk201905-01
9. Фатеев А.І., Мартиненко В.М., Собко М.Г. Продуктивність культур сівозміни і винос елементів живлення за різних систем удобрення та обробітку ґрунту. *Вісник аграрної науки*. 2016. № 3. С.11–14.
10. Алметов Н.С. Влияние способов обработки почвы на урожайность зерновых и картофеля. *Земледелие*. 1997. № 2. С. 25–26.
11. Шишлянников И.Д. Минимализация обработки почвы под поздние культуры. *Земледелие*. 1997. № 3. С. 24–25.