

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

Сінченко Володимир Вікторович

УДК 631.51.021:631.582:633.34(477.4)

**ДИСЕРТАЦІЯ
ОПТИМІЗАЦІЯ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПРИ
ВИРОЩУВАННІ СОЇ ЗА РІЗНИХ ПОПЕРЕДНИКІВ У
ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ**

06.01.01 «Загальне землеробство»
(сільськогосподарські науки)

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата наук.

Дисертація містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання
на відповідне джерело _____ В. В. Сінченко

Науковий керівник:

Танчик Семен Петрович,

доктор сільськогосподарських наук,
професор, член-кореспондент НААН

Київ 2020

АНОТАЦІЯ

Сінченко В. В. Оптимізація основного обробітку ґрунту при вирощуванні сої за різних попередників у Правобережному Лісостепу України. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук (доктора філософії) за спеціальністю 06.01.01 «Загальне землеробство». – Національний університет біоресурсів і природокористування України Міністерства освіти і науки України, Київ, 2020.

Забезпечення стабільного зростання валових зборів сої неможливе лише розширенням посівних площ цієї культури, а більшою мірою пов'язане із підвищенням її продуктивності. Звідси, надзвичайно актуальним є обґрунтування доступних агротехнічних заходів для максимальної реалізації її генетичного потенціалу. Існуючі технології вирощування культури мають значні резерви їх удосконалення з урахуванням особливостей формування продуктивності сої та ступінь відтворення показників родючості ґрунту. Особливо залежно від оптимізації елементів технології вирощування, а саме способів основного обробітку ґрунту і розміщення після різноякісних попередників.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у теоретичному обґрунтуванні та розробленні закономірностей формування економічно і енергетично доцільної, адекватної ресурсному наповненню урожайності зерна сої залежно від попередників і основного обробітку ґрунту у Правобережному Лісостепу України.

Уперше в умовах Правобережного Лісостепу України на чорноземі типовому здійснено всебічну агротехнічну оцінку п'яти попередників сої, залежно від способу основного обробітку ґрунту, що забезпечило оптимізацію показників родючості ґрунту, підвищення урожайності та якості зерна сої за зменшення економічних та енергетичних витрат на її вирощування. Визначено структурно-агрегатний склад та щільність чорнозему типового у посівах сої; встановлені особливості формування запасів доступної вологи в ґрунті та

параметри водоспоживання сої залежно від попередників і основного обробітку ґрунту; розраховані обсяги надходження органічної речовини і елементів живлення в ґрунт за рахунок рослинних решток сої та встановлено баланс біогенних елементів за її вирощування.

Удосконалено: наукові підходи до розроблення технології вирощування сої у Правобережному Лісостепу, що сприяло покращанню фізичних та агрохімічних показників ґрунту, підвищенню продуктивності сої.

У першому розділі «Сучасний стан вивчення проблеми та обґрунтування напрямів досліджень» (огляд наукової літератури) подано короткий огляд наукової літератури вітчизняних і зарубіжних авторів.

У другому розділі дисертації «Місце, умови та методика проведення досліджень» проведено аналіз ґрунтово-кліматичних умов зони проведення досліджень, представлено схему досліду та методику проведення польових і лабораторних досліджень.

Результати досліджень викладені у розділі 3 («Родючість ґрунту за вирощування сої залежно від попередників і обробітку ґрунту») свідчать, що найефективніше рослини сої витрачають вологу після пшениці озимої за безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см – 390 м³/т, а найбільш витратно після кукурудзи на зерно і соняшника за безполицевого обробітку ґрунту (дискова борона) на 6–8 см і прямої сівби відповідно 602 і 550 м³/т та 623 і 621 м³/т. За розміщення сої після сої витрати вологи на рівні 408–409 м³/т, забезпечував безполицевий обробіток ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см і дискова борона на 12–14 см.

Встановлено зростання щільності ґрунту від сівби до повної стиглості без перевищення оптимальних значень (1,30 г/см³) за полицевого (оранка) і безполицевого обробітків ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на глибину 20–22 см. За проведення мілкого і поверхневого безполицевих обробітків ґрунту показник щільності формувався у межах 1,36–1,39 г/см³, за певного зростання у варіанті прямої сівби (1,38–1,43 г/см³). Доведено, що найвищий уміст агрономічно-цінних агрегатів у 0–10 см шарі ґрунту формувався за

безполицевого обробітку ґрунту (дискова борона) на 12–14 см і 6–8 см та розміщення сої після пшениці озимої відповідно 68,3 і 69,6 %, за прямої сівби він був на рівні 67,3 %. За безполицевого основного обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см вміст агрономічно цінних агрегатів формувався на рівні 66,7 %, а полицевого (оранка) – 64,7 %. За розміщення сої після кукурудзи на зерно, соняшнику і сої спостерігається зменшення умісту агрономічно-цінних агрегатів.

Найвищий показник коефіцієнта структурності верхнього (0–10 см) шару ґрунту на початку вегетації сої відмічено у варіантах безполицевого обробітку ґрунту (дискова борона) на 12–14 і 6–8 см: за попередника пшениця озима – 2,16 і 2,29, ячмінь ярий – 2,01 і 2,14, кукурудза на зерно – 1,96 і 2,09, соняшник – 1,98 і 2,03, соя – 1,93 і 1,99. У нижніх шарах ґрунту (10–20 і 20–30 см) цей коефіцієнт був вищим на ділянках без обертання скиби, за рахунок ущільнення цих шарів і як результат сильнішого контакту окремих частинок.

Встановлено, що параметри виносу елементів живлення з урожаєм сої розподіляються наступним чином: за виносом азоту – від 142 до 238 кг/га; фосфору – від 28,2 до 47,8 кг/га; калію – від 55,8 до 103,8 кг/га. Визначено, що витрати азоту на створення 1 тони сухої речовини врожаю сої, залежно від розміщення її після різноякісних попередників, становили: після сої – 65,7 кг, соняшнику – 73,0 кг, пшениці озимої – 73,3 кг, кукурудзи на зерно – 73,6, ячменю ярого – 74,3. Витрати фосфору формувалися у таких межах: після сої – 14,6 кг, кукурудзи на зерно – 14,6, пшениці озимої – 14,7, соняшнику – 12,8–15, ячменю ярого 14,9–15,1 кг, а калію: сої – 21,5–21,6 кг, соняшнику і пшениці озимої – 31,9–32,0, кукурудзи на зерно – 32,0, ячменю ярого – 32,2–33,4 кг.

Визначено, що на чорноземі типовому щорічно відчужується з поля з біомасою основної продукції сої від 164,7 до 276,9 кг/га NPK. Найбільшу частку від суми елементів складає азот – 69,9–72,3 %, частка фосфору становить 13,0–14,3 %, калію – 14,5–16,1 %. Кількість поживних речовин, що повертається в ґрунт з рослинними рештками, по відношенню до їх умісту в

загальній біомасі варіює від 30,4 до 35,2 %, з яких частка азоту становить 42,1–55,5 %, фосфору – 11,1–14,7 %, калію – 29,8–46,8 %.

Ефективним заходом, за вирощування сої на чорноземі типовому є поповнення азоту за рахунок симбіотичної азотфіксації. Встановлено, що кількість азоту фіксованого з повітря за вирощування сої складає від 78 до 130 кг/га. Виходячи з цього, інтенсивність балансу азоту після зернових колосових культур – від 91 до 100 %, кукурудзи на зерно – від 99 до 109 %, соняшнику – від 96 до 108 % і сої – від 100 до 105 %. Досліджувані фактори забезпечували формування позитивного балансу фосфору на рівні 40,9–49,6 кг/га і калію 54,6–88,4 кг/га в рік.

У четвертому розділі дисертаційної роботи «Урожайність і якість насіння сої залежно від основного обробітку ґрунту та попередників» встановлено, що найвищу урожайність (3,70 т/га) соя формує після пшениці озимої за проведення безполицевого основного обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см. Максимальний рівень урожайності сої після кукурудзи на зерно і соняшнику становить 2,83 і 3,12 т/га відповідно, за проведення полицевого обробітку ґрунту (оранка) на 20–22 см. За розміщення сої після сої максимум врожайності (3,42 т/га) отримано за безполицевого обробітку ґрунту (дискова борона) на 12–14 см.

У середньому за роки досліджень найвищий уміст білка (39,9–40,1 %) і жиру (20,0–20,1 %) у зерні сої та адекватні рівні валового їхнього збору (1,47–1,40 т/га) і (0,66–0,74 т/га) відповідно, отримано за розміщення її після зернових колосових культур та безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см. Кукурудза на зерно і соя як попередники забезпечили показники якості насіння на рівні 39,6 % білка і 19,8 % жиру. За розміщення після соняшнику, уміст білка становив 39,2 %, а жиру – 19,8 %.

У п'ятому розділі «Економічна та енергетична ефективність вирощування сої» дано розрахунки економічної ефективності та енергетичних витрат вирощування сої після різних попередників і основного обробітку ґрунту. Визначено, що найвищий показник умовно чистого прибутку 10,2–11,82 тис.

грн/га за рівня рентабельності 56,2 і 65,1 % отримано після зернових колосових культур та проведення безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см. Встановлено високу ефективність вирощування сої після сої за безполицевого обробітку ґрунту (дискова борона) на 12–14 см – 9,77 тис. грн/га за рентабельності 54,5 %.

Оцінюючи ефективність поєднання досліджуваних факторів слід відмітити найвищий показник енергетичної ефективності $K_{ee} = 2,66$ за вирощування сої після пшениці озимої і проведення безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см і після сої $K_{ee} = 2,56$ за проведення безполицевого обробітку ґрунту (дискова борона) на 12–14 см. Кукурудза на зерно і соняшник, як попередники, найвищий показник енергетичної ефективності $K_{ee} = 2,02$ і $2,22$ забезпечили у варіанті з проведенням полицевого обробітку ґрунту (оранка) на 20–22 см.

Ключові слова: соя, попередник, основний обробіток ґрунту доступна волога, агрофізичні показники, колообіг біогенних елементів, урожайність, продуктивність, економічна та енергетична ефективність.

ANNOTATION

Sinchenko V. V. Optimization of the primary soil tillage during soybean cultivation after various preceding crops in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. – The Manuscript.

Thesis for the degree of a candidate of agricultural sciences in Specialty 06.01.01 – general agriculture. National University of Life and Environmental Science of Ukraine. Kyiv, 2020.

It is impossible to ensure a stable increase in the gross yield of soybeans only by increasing the sown area of this crop and this is largely due to the increase in its productivity. Thus, the justification of existing agronomic measures for the maximum realization of its genetic potential is extremely important. Existing technologies for growing crops have significant reserves for their improvement, taking into account the peculiarities of the formation of soybean productivity and the degree of

reproduction of soil fertility. Especially depending on the optimization of the elements of cultivation technology, namely the methods of basic tillage and placement of predecessors of different quality.

The studies were conducted in 2015–2017 in the Right-Bank Forest-Steppe on a typical low-humus chernozem. The influence of the primary tillage and the influence of soybean preceding crops on the formation of its productivity and soil fertility are determined. The action of the studied factors on the change in the agrophysical properties of the soil, the formation of available moisture in the soil and its water consumption parameters has been established and justified, the volumes of organic matter and nutrient supply to the soil have been calculated, balance of nutrients during its cultivation. An economic and energy assessment of soybean cultivation is given depending on the primary tillage and choice of preceding crops.

It was found that soybean plants most effectively spend moisture after winter wheat when chisel cultivating 20–22 cm – 390 m³/t, and most costly after corn for grain and sunflower when 6–8 cm disking and direct sowing, respectively 602 and 550 m³/t and 623 and 621 m³/t. When placing soybeans after soybeans, the moisture consumption at the level of 408–409 m³/t provided soil treatment with chisel at 20–22 cm and disk harrow at 12–14 cm.

There was an increase in soil density from sowing to full ripeness without exceeding the optimal values (1,30 g/cm³) during plowing and chisel cultivating to a depth of 20–22 cm. For shallow and surface tillage, density was formed within 1,36–1,39 g/cm³, with a certain increase in the variant of direct seeding (1,38–1,43 g/cm³).

An effective measure in the cultivation of soybeans is symbiotic nitrogen fixation, which is from 78 to 130 kg/ha. The intensity of nitrogen balance in the cultivation of soybeans after cereals is 91–100 %, corn for grain – 99–109 %, sunflower – 96–108 % and soybeans – 100–105 %. The studied factors ensured the formation of a positive balance of phosphorus at the level of 40,9–49,6 kg/ha and potassium at the level of 54,6–88,4 kg/ha per year.

It is established that for the formation of economically and energetically expedient, adequate to the resource content of soybean seed yield should be used

chisel tillage for 20–22 cm and place soybeans after cereals. The soybean yield will be at the level of 3,50–3,70 t/ha. Of particular note is the use of soy as a precursor to soy. On average over the years of research, the highest yields of 3,42 t/ha are provided using disc harrowing by 12–14 cm. When growing soybeans after corn for grain and sunflower, it is necessary to carry out shelf tillage by 20–22 cm, which ensures soybean yields 2,83–3,12 t/ha.

On average, over the years of research, a high content of protein (39,9–40,1 %) and fat (20,0–20,1 %) in soybean grain and adequate levels of their total collection (1,47–1,40 t/ha) and (0,66–0,74 t/ha), respectively, received for placing it after grain crops and non-mold cultivation of the soil (chisel-deep-ripper) by 20–22 cm. Corn for grain and soybeans as predecessors provided seed quality indicators at the level of 39.6 % protein and 19.8 % fat. For placement after sunflower, the protein content was 39.2 %, and fat – 19.8 %.

It was determined that the highest conditional net profit rate of 10.2–11.82 thousand UAH / ha with a profitability level of 56.2 and 65.1 % was obtained after cereal crops and conducting soilless tillage (chisel-ripper) for 20– 22 cm. The high efficiency of soybean cultivation after soybean on non-sowing tillage (disk harrow) was established at 12–14 cm – 9.77 thousand UAH / ha with a profitability of 54.5 %.

Assessing the effectiveness of the combination of the studied factors, it should be noted a high energy efficiency indicator $K_{ee} = 2.66$ for soybean cultivation after winter wheat and soilless cultivation of the soil (chisel deep-ripper) for 20–22 cm and after K_{ee} soybean = 2.56 for soilless cultivation of the soil (disk harrow) 12–14 cm. Corn for grain and sunflower, as predecessors, the highest energy efficiency indicator $K_{ee} = 2.02$ and 2.22 was provided in the version with the polymeric processing (plowing) of 20–22 cm.

Keywords: soybean, preceding crops, primary tillage, available moisture, agrophysical indicators, nutrient cycle, yield, productivity, economic and energy efficiency.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Стаття у науковому фаховому виданні України

1. Сінченко В. В., Танчик С. П., Літвінов Д. В. Водний режим ґрунту за вирощування сої у Правобережному Лісостепу України. Зрошуване землеробство. 2019. № 72. С. 52–56. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, отримано й узагальнено експериментальні дані, написано статтю).*

Статті у наукових фахових виданнях України,

включених до міжнародних наукометричних баз даних:

2. Сінченко В. В., Танчик С. П. Продуктивність сої залежно від попередників у правобережному Лісостепу України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. 2018. № 286. С. 107–112. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, отримано й узагальнено експериментальні дані, написано статтю).*

3. Сінченко В. В., Танчик С. П., Літвінов Д. В. Вплив різних способів обробітку ґрунту на агрофізичні показники чорнозему типового Правобережного Лісостепу України. Рослинництво і ґрунтознавство. 2019. Т. 10. № 2. С. 41–49. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, отримано й узагальнено експериментальні дані, написано статтю).*

4. Сінченко В. В., Танчик С. П., Літвінов Д. В. Вплив різних способів обробітку ґрунту на структурно агрегатний склад чорнозему типового у Правобережному Лісостепу України. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2019. № 3 (79). Режим доступу: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi2019.03.013>. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, отримано й узагальнено експериментальні дані, написано статтю).*

5. Сінченко В. В., Танчик С. П., Літвінов Д. В. Урожайність і якість насіння сої залежно від обробітку та попередників у правобережному Лісостепу України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2019. Ч. 1. С. 217–225. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, отримано й узагальнено експериментальні дані, написано статтю).*

Тези наукових доповідей:

6. **Сінченко В. В.**, Танчик С. П. Вплив попередників на продуктивність сої в правобережному Лісостепові України. Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя: Міжнародна науково-практична конференція, м Київ, 23–25 травня 2018 року: тези доповіді. К., 2019. С. 280–281. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, отримано й узагальнено експериментальні дані, написано тези).*

7. Танчик С. П., **Сінченко В. В.**, Павлов О. С. Структурно агрегатний стан ґрунту за вирощування сої після різних попередників у Правобережному Лісостепу України. Актуальні проблеми розвитку аграрної освіти і науки та підвищення ефективності агропромислового виробництва: Міжнародна науково-практична конференція, м. Одеса, 20–21 вересня 2018 року: тези доповіді. Одеса, 2018. С. 15–17. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, отримано й узагальнено експериментальні дані, написано тези).*

8. Предко О. С., **Сінченко В. В.** Сучасні технології вирощування сої. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: VII Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених і спеціалістів, с. Центральне, 19 квітня 2019 року: тези доповіді. Вінниця, 2019. С. 93–94. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, отримано й узагальнено експериментальні дані, написано тези).*

9. Сінченко В. В. Вплив обробітку ґрунту та попередників на продуктивність сої у Правобережному Лісостепу України. Сучасні тенденції розвитку галузі землеробства: проблеми та шляхи їх вирішення: Міжнародна науково-практична конференція, м. Житомир, 13–14 червня 2019 року: тези доповіді. Житомир, 2019. С. 127–128.

10. Танчик С. П., Літвінов Д. В., Павлов О. С., Бабенко А. І., **Сінченко В. В.** Біологічний азот та його значення у землеробстві України. Органічне агровиробництво: освіта і наука: II Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 30 жовтня 2019 року: тези доповіді. К., 2019. С. 64–67. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, отримано й узагальнено експериментальні дані, написано тези).*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	13
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ПРОБЛЕМИ.....	19
ТА ОБГРУНТУВАННЯ НАПРЯМІВ ДОСЛІДЖЕННЯ. (огляд наукової літератури)	19
1.1. Соя – культура світового значення	19
1.2. Історія походження культури	20
1.3. Народногосподарське значення сої.....	24
1.4. Продуктивність сої залежно від попередників та обробітку ґрунту	30
1.5. Вплив вирощування сої на родючість ґрунту у сівозміні	41
Висновки до розділу 1	48
РОЗДІЛ 2. МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	49
2.1. Місце проведення досліджень, ґрунтові та агрокліматичні умови у роки проведення досліджень.....	49
2.2. Агрометеорологічні умови в роки проведення досліджень	50
2.3. Схема та методика проведення досліджень	55
2.4. Агротехнологічні умови в польовому досліді	58
РОЗДІЛ 3. РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОПЕРЕДНИКІВ І ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	60
3.1. Формування водного режиму ґрунту за вирощування сої.....	60
3.2. Агрофізичні властивості ґрунту за вирощування сої	67
3.2.1. Щільність складення і пористість ґрунту	69
3.2.2. Структурно-агрегатний склад чорнозему типового за вирощування сої.....	72
3.3. Поживний режим чорнозему типового за вирощування сої після різних попередників і обробітків ґрунту	80
3.4. Баланс поживних речовин у посівах сої залежно від досліджуваних чинників	93
3.4.1. Хімічний склад рослин сої та господарський винос поживних речовин урожаєм культури	95

3.4.2. Колообіг біомаси і елементів живлення у посівах сої залежно від попередника і обробітку ґрунту.....	97
3.4.3. Баланс основних елементів живлення в ґрунті за вирощування сої....	103
Висновки до розділу 3	110
РОЗДІЛ 4. УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ НАСІННЯ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ПОПЕРЕДНИКІВ	112
4.1. Урожайність насіння сої залежно від попередників та обробітку ґрунту.....	113
4.2. Продуктивність сої залежно від попередників та обробітку ґрунту	116
4.3. Якість насіння сої залежно від попередників та обробітку ґрунту.....	119
Висновки до розділу 4	122
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ	124
5.1. Економічна ефективність вирощування сої	124
5.2. Енергетична ефективність вирощування сої.....	128
Висновки до розділу 5	130
ВИСНОВКИ.....	131
РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	135
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	136
ДОДАТКИ.....	165

ВСТУП

В Україні на початок ХХІ століття щорічний дефіцит рослинного білка складає 1,5–1,8 млн. тон. Для вирішення цієї проблеми. Та забезпечення населення високоякісним харчовим білком доцільним є збільшення площ посівів зернобобових культур. Серед сільськогосподарських культур, які використовуються у сучасному світовому землеробстві соя є найпоширенішою високобілковою олійною культурою у світі. За високу харчову цінність та високоякісний білок, сою визнано стратегічною харчовою культурою. За хімічним складом насіння сої є унікальним, містить 38–45 % білка, 20 % жиру, 25–30 % вуглеводів, а також мінеральні речовини, ферменти і вітаміни.

Як стратегічна культура, вона швидко увійшла у світове рослинництво й економіку, посіла одне з чільних місць у структурі посівних площ сільськогосподарських культур, ресурсах білка та олії. А завдяки унікальному поєднанню в рослині процесів фотосинтезу і біологічної фіксації азоту – соя значною мірою забезпечує свою потребу в азоті та покращує родючість ґрунту. За статистичними даними у валових зборах зернобобових культур частка азоту становить близько 78 %. Незважаючи на те, що посіви культури вже перевищили 70 млн. га, а валовий збір – 184 млн т, темпи нарощування її виробництва не знизились і нині [20, 168, 172, 253].

Основними країнами експортерами сої є: США, Бразилія, Аргентина, Китай, Індія, Парагвай, Канада і Україна [20]. Проте необхідно відзначити, що рівень урожайності сої в Україні вдвічі менший порівняно з такими країнами як США, Аргентина, Бразилія та ін. Тому актуальним є пошук способів створення оптимальних умов для максимальної реалізації генетичного потенціалу сої [167, 168].

Збільшення виробництва насіння сої в усіх зонах вирощування пов'язане не лише з розширенням посівних площ, а і, що дуже важливо, з підвищенням її продуктивності. Для підвищенні врожайності і поліпшення якості насіння сої велике значення мають усі елементи технології її вирощування. Зокрема поява на ринку нових сортів, виникла необхідність теоретичного обґрунтування та пошуку

шляхів підвищення рівня реалізації їх генетичного потенціалу шляхом розробки нових і вдосконалення існуючих елементів технології вирощування.

Актуальність теми. Інтегральним показником, за яким оцінюють технологію вирощування сільськогосподарських культур є врожайність насіння, рівень якого – лише на 26 % обумовлений генотипом рослини. Насіннєва продуктивність сої значно залежить від технологічних прийомів вирощування. Соя є досить вимогливою культурою до розміщення після попередників та умов вирощування, що пов'язано з особливостями проростання насіння, початковим ростом, формуванням та функціонуванням симбіотичного апарату. Одним з основних заходів спрямованих на підвищення врожайності сої, створення оптимального водно-повітряного, теплового, поживного режимів, нагромадження і збереження вологи, боротьби з бур'янами, створення оптимальних умов для росту й розвитку кореневої системи. На якості проведеного обробітку ґрунту базуються всі інші наступні технологічні операції вирощування сої.

Вагомі здобутки проблемних аспектів у селекції, інтродукції та технології вирощування сої в Україні свого часу зробили А. О. Бабич, В. Г. Михайлов. Нині у цій сфері плідно працюють В. Ф. Петриченко, М. Я. Шевніков, В. П. Дерев'янський, М. І. Бахмат та інші. Обґрунтовані, зокрема теоретичні основи формування продуктивності сої залежно від регіонально мінливих природних та антропогенних чинників. Проте існуючі технології вирощування цієї культури мають чимало резервів удосконалення з урахуванням не лише підбору сортів адаптованих до ґрунтово-кліматичних умов конкретного регіону, оптимізації розміщення сої у сівозмінах (різної спеціалізації), а також вибору ефективних способів і глибини основного обробітку ґрунту для забезпечення максимальної продуктивності культури та окупності затрачених ресурсів.

Зрештою, вивчення особливостей формування продуктивності сої та ступінь відтворення елементів родючості ґрунту залежно від оптимізації елементів технології вирощування, а саме способів основного обробітку ґрунту

і розміщення після різноякісних попередників, є наразі актуальним і зумовило вибір алгоритму наукових досліджень.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертація є складовою частиною досліджень кафедри землеробства та гербології Національного університету біоресурсів і природокористування України в рамках державної наукової теми: «Наукове обґрунтування та розроблення системи енергоощадного екологічного землеробства в Лісостепу України» (номер державної реєстрації 0117U002550, 2017–2019 рр.).

Мета та завдання дослідження. Мета роботи – встановлення та розроблення закономірностей формування економічно і енергетично доцільної, адекватної ресурсному наповненню урожайності насіння сої залежно від попередників і обробітку ґрунту у Правобережному Лісостепу України.

Відповідно до мети дослідження було поставлено такі завдання:

- оцінити параметри структурно-агрегатного складу та щільності складення чорнозему типового у посівах сої залежно від розміщення її після різних попередників і застосування основного обробітку ґрунту;
- відстежити динаміку формування запасів доступної вологи в ґрунті та встановити параметри водоспоживання сої залежно від попередників і обробітку ґрунту;
- встановити обсяги надходження органічної речовини і елементів живлення в ґрунт за рахунок рослинних решток сої залежно від попередника і обробітку ґрунту;
- розрахувати баланс біогенних елементів за вирощування сої;
- встановити залежність продуктивності сої від апробованих агротехнічних заходів;
- здійснити оцінку економічної та енергетичної ефективності досліджуваних елементів вирощування сої.

Об'єкт дослідження – процес зміни показників родючості ґрунту, формування врожайності сої і якості насіння культури залежно від її розміщення після різних попередників і обробітку ґрунту.

Предмет дослідження – чорнозем типовий, соя, попередники, способи обробітку ґрунту, економічна й енергетична ефективність технології вирощування.

Методи досліджень. Загальнонаукові: аналіз, синтез – для порівняння досліджуваних факторів; спеціальні: польовий – для визначення ефективності попередників, сортів та норм висіву культури; візуальний і вимірювально-ваговий – для встановлення проходження етапів онтогенезу, забур'яненості та урожайності сої; лабораторний – для визначення показників родючості ґрунту; порівняльно-розрахунковий – для визначення продуктивності сої та економічної і енергетичної ефективності технологій її вирощування; статистичні: дисперсійний, кореляційний, регресійний – для визначення точності та достовірності експериментальної інформації.

Наукова новизна одержаних результатів. Основні результати, що визначають наукову новизну виконаного дослідження, охоплюють такі позиції:

вперше:

– в умовах Правобережного Лісостепу України на чорноземі типовому малогумусному здійснено всебічну агротехнічну оцінку попередників сої і способів основного обробітку ґрунту;

– встановлено комплексний вплив попередників (пшениця озима, ячмінь ярий, кукурудза на зерно, соняшник, соя) у поєднанні зі способами і глибиною основного обробітку ґрунту на підвищення показників його родючості, підвищення урожайності та якості насіння сої за зменшення господарських та енергетичних витрат на її вирощування;

удосконалено наукові основи розроблення технології вирощування сої у Правобережному Лісостепу, спрямовані на відтворення агрофізичних, агрохімічних показників ґрунту та підвищення урожайності і якості насіння сої;

набули подальшого розвитку:

– базова інформація щодо дієвості різних способів і глибини основного обробітку ґрунту і попередників у підвищенні ефективності вирощування сої;

– економічні та енергетичні аргументи щодо раціоналізації основного обробітку ґрунту і попередників для сої за вирощування у господарствах Правобережного Лісостепу України.

Практичне значення одержаних результатів полягає в обґрунтуванні та розробленні рекомендацій виробництву щодо економічно і енергетично доцільної технології вирощування сої шляхом добору оптимальних попередників та ефективного основного обробітку ґрунту в Правобережному Лісостепу України. Завдяки цьому урожайність насіння сої підвищилась до 3,50–3,70 т/га, вміст білка – до 38–40 %, жиру – до 19–20 %.

Результати досліджень пройшли виробничу перевірку та впроваджені у сільськогосподарське виробництво.

Особистий внесок здобувача. Здобувачем опрацьовано предметну бібліографію, розроблено програму та проведено польові й лабораторні дослідження, систематизовано та узагальнено експериментальний матеріал, сформульовано ґрунтовні узагальнення і пропозиції виробництву. З наукових праць, опублікованих у співавторстві, у роботі використано лише ті ідеї та положення, що є результатом особистої роботи здобувача.

Апробація результатів дисертації. Результати досліджень і основні положення дисертації оприлюднено на: Міжнародній науково-практичній конференції «Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя» (м Київ, 2018 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми розвитку аграрної освіти і науки та підвищення ефективності агропромислового виробництва» (м. Одеса, 2018 р.); VII Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених і спеціалістів «Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур» (с. Центральне, 2019 р.); Міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні тенденції розвитку галузі землеробства: проблеми та шляхи їх вирішення» (м. Житомир, 2019 р.); II Всеукраїнській науково-практичній конференції «Органічне агровиробництво: освіта і наука» (м. Київ, 2019 р.).

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 10 наукових праць, з яких стаття у науковому фаховому виданні України, 4 статті у наукових фахових виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз даних, 5 тез наукових доповідей.

Структура та обсяг дисертації. Загальний обсяг дисертації становить 190 сторінок. Дисертація складається з анотацій, вступу, п'яти розділів, висновків, рекомендацій виробництву, списку використаних джерел та додатків. Список використаної літератури включає 280 найменувань, у тому числі 21 латиницею.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ВИВЧЕННЯ ПРОБЛЕМИ ТА ОБГРУНТУВАННЯ НАПРЯМІВ ДОСЛІДЖЕННЯ (огляд наукової літератури)

1.1. Соя – культура світового значення

Питання забезпечення основної маси населення продуктами харчування і, у першу чергу, повноцінною білковою їжею, для багатьох країн світу більше, ніж актуальність. Проте конверсія рослинного білка в тваринний через виробництво комбикормів неоднозначна. Так, аналіз свідчень про конверсію рослинного білка, показує, що більш високе значення енергоконверсії досягається за виробництва молока (23–28 %), яєць (25–31 %), м'яса птиці (20–25 %) й свинини (15–35 %), найменше – при виробництві яловичини й баранини [93].

Традиційним джерелом рослинного білка для комбикормів є відходи виробництва рослинних олій – макуха, шроти соняшнику, ріпаку, сої та інших культур. Соя (*Glycine hispida* (L.) Merr.) – найдавніша і найпоширеніша зернобобова, високобілкова й олійна культура у світі. У зерні сої міститься 30–35 % білка, 18–25 % – жиру, 20–30 % – вуглеводів, 5–7 % – клітковини, значна кількість ферментів, вітамінів, мінеральних та органічних речовин [27, 29, 143, 262].

Високий уміст білка і надзвичайно цінна його збалансованість за амінокислотним складом, роблять сою чудовим заміником продуктів тваринного походження у харчуванні людини. Із насіння сої виробляють близько 1000 видів продуктів харчової, молочної, кондитерської та комбикормової промисловості. Її зерно використовують як, продукт дієтичного харчування, який має антисклеротичні речовини – лецитин і нефалін, необхідний для живлення нервових клітин та зелений корм для тварин [19, 22, 277, 268, 270]. Соевий білок – це також сировина для виготовлення медичних препаратів, які застосовують при лікуванні діабету, променевої та інших хвороб. Соеві продукти корисні молодим і дорослим людям. Харчові продукти

із сої – значна частина меню народів багатьох країн, а соєве молоко, тофу (сир), соєві соус і паста та інші, стали популярними не тільки в країнах Азії, але й в усьому світі. Враховуючи це разом взяте, організація ЮНЕСКО визнала сою стратегічно харчовою культурою [71].

1.2. Історія походження культури

Більшість дослідників культури соя, на основі аналізу малюнків і піктографій стародавнього китайського слова «Shu» та бронзових написів XI – VII ст. до н. е., стверджують, що соя у світовому землеробстві нараховує понад сім-шість тисяч років [45]. Свою назву соя отримала від китайського слова «Соу» або «Sho», що має визначення як «великий біб». Відомий стародавній вчений Китаю Мин-из писав, що засновник Китаю Ха-ди (за іншими свідченнями – Шен-Нунг (Shen-Nung)), який жив близько 4320 років тому, пропонував народу широко займатися сівбою сої, яку вважав однією з п'яти священних культур потрібних для існування китайської нації, поряд з рисом, пшеницею, чумизою та просом [120, 93]. Соя як лікарська культура, згадується у стародавній китайській книзі з лікарських рослин «Pen Isao Kong Mu» (2838 до н. е.) та книзі «Materia Megica» під назвою «Shi-you» (солонна культура) [66, 73, 119, 120].

Китайцям належить пріоритет відкриття харчових властивостей сої, яка з давнини була заміником м'ясних продуктів, та майже щоденною їжею. Загальновизнано, що соя є специфічним китайським продуктом. Завдяки високому вмісту повноцінного білку й жиру, соя з успіхом може замінювати м'ясні й молочні продукти.

Як широко використовувана культура, соя відображена у багатьох пам'ятниках народного епосу країн Східної Азії. Про її чудовість складали пісні, легенди, сказання. Соя була другом людини і в радощах, і в біді, рятівником від голоду і хвороб [93, 120].

Більшість вчених [64, 111, 120], які вивчали походження культури соя, вважають, що вона виникла від дикорослої форми шляхом природної гібридизації або під впливом поступового змінення клімату та дикорослого

стебла у різнім його прояві. Вони також свідчать, що батьківщиною сої була північна частина Китаю, зокрема Маньчжурія, де є її найбільший поліморфізм та багате різноманіття диких родичів [109]. Проте, за М. Вавиловим [45], соя походить з Центру, обмеженого гірськими районами Центрального та Східного Китаю; за А. Декандалем [64] – з південної Японії та острова Ява.

Незважаючи на стародавність, соя в Китаї спочатку немала самостійної назви, а об'єднувалася з іншими бобовими культурами під назвою – «боби», які позначалися словами «Сюку» або «Shu». Пізніше з'явилися назви «Sho» (біб), якою позначали тільки сою, «Та-тоу» (великий біб), «Да-доу», «Shi-you» та ін. [33]. Сою в Китаї сіяли навесні, літом і восени. Звідки вона проникла в Корею, Японію і Східну Росію [83].

Другою країною, де соя була введена в культуру і отримала статус важливої харчової культури, вважають Корею. На Японські острови перші зразки сої попали пізніше, у період 5–4 тисяч років тому з Кореї, оскільки стародавні корейські країни, довгий час колонізували японські острови. Цей висновок підтверджується повною ідентичністю форм сої Кореї та Японії [83, 109, 272].

Пріоритет відкриття сої на європейському континенті Російської імперії належить російському землепроходецьові В. Д. Пояркову, який під час подорожі по річці Амур у 1643–1646 рр., побачив на городах місцевих жителів рослини сої, які зібрав, вивчив і описав та видав книгу у Голландії під різними назвами – «Соя», «Соеві боби», «Кофе» [26, 33]. Проте перші прямі письмові згадки про сою з'явилися в архівних записах Росії тільки в 1741 році [45]. Пізніше в 1874 р. з'явилися праці про сою Л. Ярошевського та А. Семполовського [66, 109, 156, 26].

Активним пропагандистом сої на Полтавщині був і Л. А. Черноглазов, який у своєму господарстві щорічно одержував по 82–144 пуди (0,13–0,23 т/га) насіння з десятини і вважав її дуже корисною [155].

Сою у 1882 році вирощували [45] у Бесарабській губернії І. К. Макаров, під Києвом – В. І. Гомилевський. У 80–ті роки сою також вирощували в

окремих господарствах Катеринославської, Таврійської, Чернігівської, Гродненської та ін. губерніях Росії. У 1884 р. на Одеській сільськогосподарській виставці демонстрували не тільки рослини сої, але й насіння різних сортів і соєве кофе [134, 23, 232].

В кінці ХІХ з'явилось нове пожвавлення інтересу до вирощування сої після повернення з мандрівки по Азії І. Є. Овсінського і привезення у 1883 році декілька зразків досить скоростиглої сої. Разом з І. Овсінським на Поділлі розмножував і вивчав сою Л. Юркевич, який привіз насіння сої у 1899 році з Північної Кореї [73]. Сорти сої І. Овсінського не тільки вирощувались, а й стали використовуватися в якості вихідного матеріалу з акліматизації та створенні нових сортів не тільки в Росії, але й у деяких дослідних установах Європи та США, де вони були поширені під різними назвами – Угорська, Поділля, Бакшет, Чорна та інші [73].

Проте, перше детальне вивчення сортів І. Овсінського і Л. Юркевича і, в цілому культури сої в Росії, проведено ботаніком Петербургського ботанічного саду професором К. І. Максимовичем, який сою описав під назвою *Cilysine hispida* Maxim. Ця назва закріпилась стійкою на ціле століття як в Росії, так і у світі та ботаніком – мандрівником, Президентом АН СРСР В. Л. Комаровим [109]. За міжнародною ботанічною назвою соя зберегла назву [77].

До Європи соя почала надходити спочатку не як рослина, а у вигляді готового соусу, який у кінці ХVІІ ст. став активним товаром торгівлі між Сходом і Заходом. У 1712 році голландський лікар-андрівник Енгельберт Кампфер, який після подорожі у 1643 – 1646 роках по Японії, Індії та інших країнах Сходу видав книгу «Избранное описание растений, собранных в Японии» (*Amoenitatum Eoticum*), в якій наведено опис та рисунок рослин сої, назви продуктів, які виробляють та споживають в Японії й рецепти приготування соєвого соусу [118]. Проте, за Дерев'янським В. П. [66], соя в Європі була відома значно раніше за записами В. Пояркова, які були видані в Голландії у 1653 році. Проте, більш відомою, стала лише після Всесвітньої виставки у Відні 1873 році, на якій китайці експонували багато продуктів із сої.

Демонстрація продуктів із сої на Віденській виставці (1873 р.), опис культури В. Поярковим (1653 р.) та Е. Кампфером (1712 р.), сприяли першим спробам культивування соєвих бобів у Голландії – у 1737 р., поблизу Парижа – у 1739 р., Німеччині – у 1870 р., Швеції – у 1873р., Болгарії, Угорщині, Польщі, Чехословаччині та Югославії – у кінці XIX ст. [66].

В Англії та Німеччині почали виробляти «соєве борошно» з метою його застосування у харчовій промисловості. Після визначення значної кількості білка й олії в насінні сої, її почали використовувати для виготовлення олії, тістечок, мила, але найбільше продукти переробки насіння сої застосовували у харчовій промисловості. Швейцарський ботанік-натураліст К. Лінней у книзі «Species Plantarum» (1737 р.) зробив перший схематичний опис рослин сої під двома назвами: *Glycine hispida* та *Phaseolus* [119, 120]. Проте ці назви не закріпилися як у науковій так і практичній літературі. Німецький ботанік Konrad Moench в 1794 р. повторно після К. Ліннея, описав рослини сої, але під назвою *Soja hispida* Moench.

Ф. Габерляндт маючи результати досліджень у ботанічних садах з вивчення колекційних зразків сої, і не зовсім вдалі досліди з її акліматизації в Європі [8, 33], з особливим інтересом оглядав зразки сої на Всесвітній Віденській виставці (1873 р.). Результатом цього огляду стала публікація низки статей і книги «Культура волохатого гороху» (1877 р.) та «Можливості вирощування сої в Європі» (1878 р.), в яких висловлював високу характеристику сої, обґрунтовані рекомендації по її вирощуванні навіть у тих районах, де кукурудза не дозрівала. За його думкою, соя може стати найважливішим харчовим продуктом не тільки для людей країн Європи, а й у світі, даватиме білок і жири – джерело життя й здоров'я [33].

На кінець XIX ст. продукти сої стають товаром, який Англія, Франція, Німеччина, Італія та інші країни стали імпортувати, зокрема соєвий соус, з Китаю, Японії та інших країн Сходу. З 1908 року інтерес до сої в Європі значно підвищився, що спонукало Ц. Фрувірта організувати компанію по вирощуванні

сої в Центральній Європі. Проте задум Ц. Фрувірта не мав успіху, оскільки врожайність сої була досить низькою [73].

У США соя потрапила на початку XIX ст., спочатку у штат Пенсильванія (1804 р.), а потім – в штат Массачусетс (1829 р.). Після цього, почалось її широке вивчення і в 1890 році її вивчали майже всі дослідні установи, для чого в 1898 році в США було завезено велику кількість сортосразків сої з Азії і Європи та розпочата цілеспрямована селекція [66]. Проте до початку XX ст., в США сою вирощували на зелений корм і тільки з 1907 р. – на зерно, а площі посіву якої з кожним роком швидко збільшувались. З 20 тис. га в 1907 р. вони зросли в 30–ті роки до 1 млн. га, в 1940 р. – до 1,92 млн, в 1950 р. – до 5,6 млн, в 1960 р. – 10,8 млн га [77, 271]. Збільшення площ посіву, дозволило сої зайняти четверте місце серед прибуткових сільськогосподарських культур і перше місце-серед олійних культур Західної півкулі. У ці роки на долю США припадало близько 57 % усього світового врожаю сої. Вирощування сої у США – це приклад практичного використання досягнень науки з селекції рослин, фізіології, фітопатології, а також систем обробітку ґрунту, техніки за доглядом, збирання й економіки. Тільки разом все це взяте, зробило сою високоприбутковою культурою [77].

Підводячи підсумок походження культури сої, можна зробити висновок, що її появі на Європейській частині Російської імперії і, взагалі в Європі, українські дослідники-мандрівники, зробили першочерговий внесок. Це, насамперед, І. Подоба, Полтавське товариство сільського господарства, В. Гомилевський та І. Овсінський.

1.3. Народногосподарське значення сої

Соя вже багато років належить до найважливіших сільськогосподарських культур світового землеробства. Її вирощують на п'яти континентах, вона більш поширена серед зернобобових і олійних культур, відіграє ключову роль у зерновому, харчовому й кормовому балансах багатьох країн світу [180].

Соя має широкий спектр використання, проте, в основному її використовують для виготовлення олії, після чого залишається шрот, з великим

вмістом білка. Із соєвої олії частково виробляють біодизельне паливо. Соєвий шрот, який є багатим джерелом білка, використовують для виробництва комбікормів та виготовлення білкового волокна. Крім соєвої олії, із невеликої частки насіння (близько 20 %) виробляють соєве борошно, яке використовується для одержання ізольованих соєвих концентрованих структурних білків, які у харчовій промисловості додають для виготовлення хліба, тортів, м'яса, ковбасних виробів та ін. Багато харчових продуктів, включаючи тофу, соєве молоко, соєвий сир, соєвий соус, паста та інші вироби із сої. Крім білків і олії, насіння сої містить ряд ферментів, групи вітамінів та особливі речовини-антиокислювачі, які уповільнюють процеси окислення, що характеризує сою як продовольчу і кормову культуру [192, 270]. Крім продовольчих і кормових продуктів, соя широко використовується в промисловості: це лаки, фарби, пластмаси, клей, лінолеум, мило, мастильні матеріали – тобто безвідходна культура.

Перша і Друга світові війни, міжнародне становище, що склалося після війни, приклади Японії та Німеччини з включення продуктів сої в раціони харчування військових, значний приріст народонаселення, прийняття Всесвітньою організацією охорони здоров'я нового методу оцінки якості білка – амінокислотного коефіцієнту білків (PDCAAS), нестача білків тваринного походження і необхідність його заміни рослинними високоякісними білками, стали приводом для бурхливого росту посівних площ і виробництву культури.

За перше десятиріччя XXI ст., соя мала найвищі темпи приросту виробництва. Так, за даними продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (Food and Agriculture Organization, FAO), виробництво сої у світі за цей час збільшилось в 7,8 рази, пшениці – у 3,3 рази, кукурудзи – у 3,4 рази порівняно з 2001 роком. За прогнозами, впродовж наступних 10 років виробництво сої зросте на 70–80 млн т і становитиме 330–350 млн т [236].

За даними АПК-Інформ [234], світове виробництво сої у 2001 році досягло 135 млн т (ріст у 5,9 рази), у 2016 р. – 336,6 млн т (ріст в 10,8 рази) порівняно з 1960 роком (31 млн т), у 2017 р. – 346 млн т (або в 11,2 рази).

Значення сої у виробництві продуктів харчування, кормів для тваринництва й біопалива переконливо демонструє ріст валових зборів сої трьома ведучими країнами світі: США, Бразилією та Аргентиною за період від 2001 по 2016 рік [234]. У 2015 р. сою вирощували у 91 країні світу на площі 118 млн га, одержано 313 млн т насіння. За валовим збором сої країни розподілились: США – 106,8 млн т; Бразилія – 96,5 млн т; Аргентина – 56,8; Китай – 12,4; Індія – 10,5; Парагвай – 8,5; Канада – 6,1; Україна – 3,9 млн т [235].

За посівними площами сої в XXI ст. відбулася також зміна регіону розповсюдження культури – перше місце посів Американський континент з достатньою рівномірною кількістю опадів і тепла, де рослини сої забезпечені на лише сприятливими умовами для росту і розвитку, але й для формування високої врожайності насіння. На Північну і Південну Америку у XXI столітті припадає 87,9 % загальної світової площі посіву, на Азію – 8,4; Європу – 2,9; Африку – 0,8 % [203].

У Індії та Китаю, де природно-кліматичні умови значно суворіші, сконцентровано 17 % світових площ посівів сої, валовий збір насіння – 22,7 млн т, врожайність, відповідно – 1,0–1,2 і близько 1,9 т/га. Слід також відмітити, що в XXI ст. спостерігався не лише ріст посівних площ сої, а й збільшення її врожайності. Так, у США врожайність сої за період 1992–2014 рр. зросла на 27 %; Бразилії – на 41; Аргентині – на 21; Китаю – на 26; Індії – на 8 % [202, 203]. США стали світовим лідером з вирощування сої. Площі її посіву в 2015 р. становили понад 34 млн га, валовий збір насіння – близько 113 млн т, урожайність – 3,16 т/га. Проте рекордна урожайність становили 11,4 т/га, одержана на окремій ділянці і середня по фермі – 4,98 т/га у штаті Міссурі [60, 201, 203].

У США, соя є однією із важливіших статей доходу, без неї є неможливим швидке вирішення проблеми забезпечення країни рослинним білком, підвищення продуктивності в рослинництві й тваринництві. Продукти із сої – це вирішення продовольчої проблеми, розвитку тваринництва й птахівництва, формування експертних ресурсів. Для розширення посівів сої з 309 га у 1909

році до 27,5 млн га у 2001 році у США було декілька чинників. Першим чинником стало створення у 1925 році Національної асоціації виробників сої (сьогодні Американська соєва асоціація), яка займалася розширенням виробництва й використання сої. Другим чинником було створення Джоном Харви Келгт вегетаріанського санаторію «Беттл-Крик», в якому «штучне м'ясо» із сої було основним продуктом їжі, і широко користувалось у представників церкви адвентистів сьомого дня. Останні відігравали велику роль у розвитку соєвій харчовій промисловості США. Третім чинником стало визначення у 1980 р. Керівництвом країни сої в якості альтернативного м'яса та прийняття у 1990 році Державної програми з наукових досліджень сої, на яку щорічно витрачалось і витрачається понад 60 млн доларів за рахунок чого близько 100 селекціонерів в державних і власних установах забезпечують фермерів сортами для кожного регіону. Четвертим чинником є створення і впровадження у виробництво сортів і ГМ-технологій, частка яких становить близько 90 %. Використання ГМ-технологій значно знизили витрати на боротьбу з бур'янами, хворобами й шкідниками, що підвищило рентабельність вирощування культури [234, 235]. Як слідство, країна вийшла на перше місце по виробництву та експорту сої та продуктів її переробки [118].

Бразилія – друга країна у світі за площею вирощування (31,5 млн га), валовим збором насіння (104 – 117 млн т), та середньою урожайністю (2,96 т/га) [60]. Зростання виробництва сої почалося з 80-х років минулого століття за рахунок розширення площ посівів, створення великих корпорацій та більш родючих ґрунтів. У 2014 році в Бразилії отримали 97,2 млн т насіння сої, з яких 46 млн т – подали на експорт, виробили 291 млн т соєвого шроту, половину якого використали на корм тваринам й птиці, а другу половину – експортували. Недивно, що ця країна займає передові позиції експорту м'яса у світі.

В Аргентині в 1961 році соя займала близько однієї тисячі гектарів. Проте, починаючи з 80-х років, завдяки підтримки фермерів-соєвиробників, площі посіву почали різко зростати і у 2016 році досягли близько 25 млн га, на яких зібрано 55, 5 млн т насіння сої. Світове виробництво і ринок сої стоїть на

трьох «Китах – виробників – експортерів»: Бразилія, США, Аргентина. Вони формують виробництво й пропозицію для світового імпорту – Китаю, який щорічно імпортує 97–100 млн т сої [148].

Тому досвід США, Бразилії та Аргентини з вирішення проблеми білка й олії за рахунок виробництва сої заслуговує на широке використання і впровадження у інших країнах світу, у тому числі і Україні. В Європі сою вирощують у 10 країнах (Італія, Франція, Румунія, Угорщина, Болгарія та інші) на площі понад 2 млн га. Проте її виробництво сконцентровано у 3-х країнах – Італія (1,25 млн т), Франція (0,22 млн т) та Австрії (0,04 млн т) [118].

Високий технологічний рівень вирощування сої у Італії та Франції передбачає добір сортів з високим генетичним потенціалом врожайності, обов'язкове інокулювання насіння різними штамми бульбочкових бактерій виду *Rhizobium*, застосування засобів захисту рослин та зрошення. За такого рівня агротехніки, середня врожайність насіння сої в Італії становить 3,7 т/га, у Франції – 2,7 т/га [201, 202]. Країни ЄС, насамперед Німеччина прийняттям цільової політики вирішення проблеми високопротеїнових кормів забезпечують завдяки великим обсягам імпорту сої та ріпаку. Так, у 2014 р. в країнах ЄС вирощено лише 1,7 млн т насіння сої (що у 2,3 рази менше, ніж в Україні), проте закуплено – 12,75 млн т насіння і 19,3 млн т шроту сої, а вироблений шрот (29,4 млн т) використано в якості корму в тваринництві й птахівництві [233, 234].

В Україні, соя за дуже короткий час стала однією з найбільш поширених і найважливіших не лише як кормових, але й продовольчих культур [96]. Так, якщо у 1977 році площі посіву цієї культури становили лише 13,5 тис. га, то у 2015 р. – 2,16 млн га. Одночасно зросла і врожайність сої – від 1,36 т/га у 1977 році до 2,36 т/га у 2015 р. [171]. У 2016 році в Україні зібрано 4,3 млн т насіння сої з урожайністю 2,31 т/га.

За посівними площами і валовими зборами насіння сої, Україна займає перше місце серед країн ЄС і восьме – у світі [203], та вперше вийшла на світовий рівень вирощування зернобобових культур. Це сталося завдяки тому,

що соя стала однією з найбільш прибуткових та експортно-привабливих культур, що дало змогу значно поліпшити загальний стан агропромислового комплексу.

Слід також відмітити, що за останні три роки (2014–2016 рр.) Україна стала рекордсменом за відсотком експорту сої, обігнавши світових виробників сої США та Бразилію. Важливими чинниками, що сприяли зростанню площ посівів збільшенню валових зборів та врожайності сої, було прийняття галузевої програми «Соя України 2008–2015 рр.», затвердженої спільним наказом Міністерства аграрної політики України та Української академії аграрних наук від 28.05.2008 р. за № 336/53, створення у 2003 р. асоціації «Українська асоціація виробників і переробників сої» на чолі з В. Н. Тимченком та у 2005 р. – Науково-дослідного інституту сої на базі компанії «Арніка» у Глобенському районі Полтавської області по створенню сортів та первинного насінництва сої [78].

За словами президента Української асоціації виробників сої В. В. Тимченко, поступальний рух продуктів соєвого комплексу буде зберігатися, виробництво соєвих бобів в Україні збільшиться приблизно в 1,2 рази – від 4,28 млн т за підсумками 2016 р. до майже 5,34 млн т у 2020 році. Відповідно, у найближчі роки, збільшиться об'єм виробництва: соєвої олії – з 170 до 370 тис. т (в 2,1 рази), соєвого шроту – з 750 до 1,13 млн т (в 1,5 рази). За словами академіка НААН України В. Петриченко, до 2020 р., ємкість українського ринку сої може збільшитися з теперішніх 4,3 млн т до 5,9 млн т у 2020 р., а до 2025 р. – до 6,5–7,0 млн т. [167, 168, 169]. Жодна країна Європи не має таких можливостей для нарощування об'ємів виробництва сої, як Україна – з її родючими ґрунтами, сприятливим кліматом, потужним науковим потенціалом, сортами нового покоління, новітніми технологіями вирощування [114, 187, 190, 247].

Незважаючи на швидке зростання площ посіву і валових зборів насіння за останнє десятиріччя, прогнозується зменшення площ посіву і валових зборів насіння сої. Причиною цього є ухвалення урядом України ПДВ під час

експорту сої та соняшнику. Головна ідея такого рішення – стимулювати внутрішню потребу, зменшити експорт шроту та олії. Проте, за один рік неможливо так суттєво збільшити потужності переробки, експорт буде, а площі посіву будуть скорочуватись, виробники недотримувати ПДВ [247].

1.4. Продуктивність сої залежно від попередників та обробітку ґрунту

Соя культурна – однорічна трав'яниста рослина з прямостоячим, гілчастим, невилягаючим стеблом, покритим рудими або білими волосками, середньою висотою 60–100 см (з коливанням від 20 до 200 см). Коренева система стрижнева, добре розвинена. Головний корінь відносно короткий, проте інколи проникає у ґрунт на глибину 1,5–2,0 м. Від головного кореня у його верхній частині відходять першого-четвертого порядків бічні коріння, які розміщуються в шарі ґрунту 0–30 см і становлять близько 60 % маси коріння. На головному корені та бічних коріннях масово з'являються кореневі волоски, а при інокуляції активними штамами бульбочкових бактерій, утворюються різної величини бульбочки, в яких відбувається біологічна фіксація азоту [17, 21, 137, 161].

Соя – вологолюбива рослина короткого дня, сформована в умовах мусонного клімату, важко переносить затінення. Одночасно соя є дуже пластичною до умов вирощування, про що свідчить широкий ареал її розповсюдження. Протягом декількох тисячоліть у різних екологічних регіонах виділились форми сої з різною реакцією на фактори середовища [119, 120, 161, 274, 276, 280].

Після сівби, насіння сої починає набубнявіти, для чого поглинає не менше 130–160 % води від власної маси. Для нормального набубнявіння потрібен запас вологи в ґрунті близько 30 мм в шарі 0–20 см. Після повного набубнявіння, у насінні починаються процеси росту з утворення ростового (головного) кореня, який поступово заглиблюється у ґрунт. Одночасно на кінці кореня відбувається поява волосків та росте підсім'ядольне коліно, яке через 5–7 днів після сівби, з'являється на поверхні ґрунту у вигляді паростка з двома білими сім'ядолями. Під час появи сходів, головний корінь і паросток

використовують харчові речовини насіння, а з частковою появи на сім'ядолях зеленуватої пігментації, починається самостійне живлення молодої рослини. Побічні, особливо великі корені, спочатку ростуть горизонтально на відстань 40–70 см від головного кореня, а потім починають занурюватись на різну глибину в залежності від типу ґрунтів, способів його основного обробітку, температури в орному шарі та ін. [88, 117, 223, 224]. Для рослин сої характерне мілке розміщення основної частини коренів. Більшість з них залягає в шарі ґрунту 0–30 см, а на добре родючих і за достатньою вологістю – в шарі від 30 до 60 см [278].

На перших етапах росту, корені рослин сої ростуть швидше, ніж стебло. Так, за результатами досліджень В. Єнкена [83], на третій день після появи сходів, довжина головного кореня становила 18 см, а на п'ятий день – 25 см за довжини паростка (стебла) 7 см. Динаміка добового приросту висоти рослин сої свідчить, що у період від 5 до 25 днів після сходів, приріст у висоту був незначним від 0,21 до 0,75 см за добу і тільки починаючи з 25 дня вегетації, інтенсивність приросту висоти стебла різко зростала. Максимальним – 1,21–1,72 см за добу він був у між фазний період від бутонізації до початку цвітіння [53, 54].

Повільний ріст стебла у початковий період розвитку, невелика його висота, та мала густота посівів (50–60 шт./м) не дозволяють рослинам сої конкурувати з бур'янами. Тому засміченість полів є значною перешкодою в одержанні високих і стабільних урожаїв сої. Кожний центнер сирогої маси бур'янів спричиняє недобір понад 13 кг насіння сої, навіть одна рослина шириці гібридної на 1-му погонному метрі може знижувати врожай сої на 18 %.

Бур'яни не лише пригнічують ріст і розвиток рослин сої, але й погіршують якість насіння, споживаючи з ґрунту багато поживних речовин і вологи, та є розповсюджувачами шкідників та збудників хвороб, ускладнюють догляд за посівами і збиранням врожаю, засмічують його своїм насінням. Усе це призводить до непродуктивних витрат праці і коштів на проведення

додаткових заходів – лушення ґрунту, культивація, оранка, обприскування посівів гербіцидами, очищення й сушки насіння [207, 208, 209, 237].

За свідченням видатного знавця культури сої в Україні А. К. Лещенко [119], у першій – початку другої половини ХХ ст., агротехнічні заходи вирощування сої вивчали понад 25 наукових і навчальних закладів у різних регіонах України. Як правило, сою розміщували у зерновій сівозміні після пшениці озимої, висіяної після чистого або зайнятого пару і рідше – після інших колосових, а травопільній системі – у другому чи третьому полі після багаторічних трав. Тоді також істотне значення мала і скоростиглість сортів сої – чим раніше збирали сою, тим довшим був період для якісної і своєчасної підготовки ґрунту під озимі культури або зяблевої оранки. Проте, майже всі досліді були короткочасні і проводились у багатопільних сівозмінах за умов насичення їх соєю понад 20 %, тому лише невелику кількість отриманих висновків можна використовувати в інтересах виробництва.

У зв'язку із цим особливого значення набуває наукове обґрунтування та розробка технологічних прийомів вирощування високих і стабільних урожаїв насіння сої [74, 221, 225]. Тільки чисті від бур'янів соєві поля є гарантом таких врожаїв. Тому, перш ніж розпочати вирощувати сою, слід дуже уважно поставитись до вибору поля та дати відповідь – для яких цілей заплановано вирощування культури – на одержання насіння чи кращого попередника для послідувочої культури [56, 57]. Крім цього, слід враховувати ринкову привабливість кінцевого продукту, склад і співвідношення основних інгредієнтів насіння, урожайність, фізико-біологічні властивості, а також Агрокліматичні і природні умови [259]. Про вибір для сої поля можна привести досвід агронома СТОВ Агрофірми «Агро-Рось» Черкаської області, який впродовж майже 10 років отримує врожайність сої понад 3,00 т/га на коло [38]. Вибір поля під посів сої має свої правила. Перше: придатні всі типи ґрунтів за винятком дуже легких піщаних, важких глинистих та заболочених. Друге: допускається вирощування сої на слабокислих ґрунтах, однак слід пам'ятати, що засвоєння рослинами сої мінеральних речовин суттєво знижується. Третє:

найкращими ґрунтами є чорноземи, темно-сірі та каштанові. Четверте: кислотність ґрунту (рН) має бути 5,6–7,0. І нарешті, п'яте правило: не сіяти сою на полях поблизу насаджень білої та жовтої акації, однорічних бобових і багаторічних трав через наявність спільних шкідників. Категорично не допускається розміщувати сою по бобовим культурам, соняшнику та ріпаку.

Перехід до ринкової економіки зумовив виробників сільськогосподарської продукції перерозподілити сільськогосподарські культури на економічно привабливі і непривабливі, перейти на інтенсивні системи вирощування та скорочені сівозміни. Швидкими темпами почали збільшуватися посівні площі соняшнику, ріпаку, кукурудзи на зерно, сої, та скорочуватися, площі посіву кормових культур (кукурудзи на силос і зелений корм, багаторічних і однорічних трав). Почали вивчати не сівозміни, а ланки сівозмін, зокрема: пшениця – соя, кукурудза – соя та ін.

Аналіз літературних джерел зазначив, що урожайність сої залежить як від сорту, так і від попередника, місця культури в сівозміні, підготовки ґрунту і насіння, строку сівби і глибини заробки, догляду за посівами, методу боротьби зі шкідниками та хворобами. Дотримання всіх правил вирощування дає максимальний ефект лише тоді, коли метеорологічні умови найбільше відповідають біологічним потребам рослин [67, 68, 69, 70, 83, 94, 120, 128, 136, 161].

Соя є досить вимогливою культурою до попередників та умов вирощування [50, 79]. Це пов'язано з особливостями проростання насіння, початковим ростом, формуванням та функціонуванням симбіотичного апарату [84]. При виборі попередника для вирощування сої, а також і використання її в якості майбутнього попередника для послідувочої культури, слід враховувати, що на перших етапах росту сої здебільше розвивається коренева система, а ріст стебла (паростка) дуже повільний, що і зумовлює низьку конкуренту здатність сої у боротьбі з бур'янами. Тому головна вимога до попередника – слабка засміченість насінням бур'янів, відсутність багаторічних кореневищних і дводольних бур'янів на полі та щільність ґрунту в межах 1,1–1,3 г/см³ [94].

Найкращими попередниками є озимі і ярі зернові колосові культури, кукурудза на зелений корм та силос, після збирання яких залишається достатнього часу для пошарового обробітку ґрунту, або сівби післяжнивних сидеральних культур [76, 161].

За вирощування сої в якості попередника для майбутньої культури, її слід висівати по кукурудзі на зерно, овочевим та деяким просапним культурам. Проте, слід пам'ятати, що під час вегетації кукурудзи не слід вносити триазинові гербіциди, оскільки вони згубно діють на сою [47, 48, 71, 72].

Із цього можна зробити висновки, що вивчення впливу попередників на врожайність сої в сівоzmіні, а не в ланці, заслуговує подальшого дослідження, що буде сприяти підвищенню врожайності не лише сої, а й усіх культур сівоzmіни [14].

Науково обґрунтоване чергування культур у сівоzmіні передбачає, з одного боку, правильний підбір сприятливих для вирощування культур попередників, а з другого – оптимальне насичення сівоzmін однорідними культурами, яке враховує допустиму періодичність вирощування їх у полях сівоzmіни. При такій побудові сівоzmіна максимально виконує основну біологічну функцію – фітосанітарну – і позбавляє посіви сільськогосподарських культур від зайвого застосування хімічних засобів захисту врожаю. У ній порівняно з беззмінними посівами культур ураженість рослин хворобами і шкідниками зменшується у 2–4 рази [9, 10, 108]

У сучасних умовах перерозподілу сільськогосподарських культур на користь економічно привабливих культур, для сої з'явилась реальна можливість зайняти чільне місце в структурі посівних площ в кожному регіоні країни. За результатами досліджень вчених Харківського національного університету ім. В. В. Докучаєва [161], Кіровоградської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН [119, 162] та ін., соя є найменш чутливою до сівоzmінного фактору, тому її можна вирощувати у сівоzmінах усіх регіонів України, а за умов високої культури землеробства та достатньої

кількості добрив, її можна вирощувати у скорочених сівозмінах (ланках), повторних та беззмінних посівах.

Сучасні, науково обґрунтовані короткоротаційні сівозміни повинні забезпечувати раціональне використання землі, поліпшувати водний та поживний режим ґрунту, створювати основи для найбільш ефективного використання органічних і мінеральних добрив, підвищувати родючість ґрунту. Проте, найвищі врожаї та найбільший вихід продукції з одиниці площі одержують лише за умов освоєння в Лісостепу п'ятипільних сівозмін: соя – пшениця яра – ріпак озимий – пшениця озима – кукурудза на зерно; соя – пшениця озима – цукрові буряки – гречка – кукурудза на силос; пшениця озима – соя – картопля – ячмінь ярий – кукурудза на силос; багаторічні трави (конюшина) – пшениця озима – соя – кукурудза на зерно – ярий ячмінь з підсівом конюшини [32].

В інституті сільського господарства північного сходу НААН у 2007–2013 рр. провели дослідження з вивчення розміщення сої в ланках короткоротаційних сівозмін. За результатами багаторічних досліджень, було встановлено, що урожайність сої на 68 % визначалась умовами року, на 26,5 % – від складу ланок та схеми чергування культур у сівозміні. Істотної різниці між попередниками і їх впливу на врожайність сої: пшениця озима (2,57 т/га) і кукурудза на зерно (2,54 т/га) не виявлено [147].

Повторні посіви, особливо у нових регіонах вирощування і при сівбі на другий рік поспіль, сприяють підвищенню врожайності сої, що є результатом збільшення кількості бульбочкових бактерій у ґрунті, поліпшення його фізичного стану, поживного режиму та очищення поля від бур'янів [148, 149, 151]. Врожайність сої у беззмінних посівах на Кіровоградській ДСГДС НААН була на 0,09 т/га вищою, порівняно з їх врожайністю за розміщення по кукурудзі на зерно [120].

Повторні і беззмінні посіви сої в сівозмінах, багаторічні власні наукові роботи із соєю, вивчення вітчизняного й зарубіжного досвіду, дозволили академіку А. Бабичу із співавторами [20] розробити так званий «кукурудзяно-

соєвий пояс» України, який включає правобережний і лівобережний Лісостеп, північний, центральний і південно-західний Степ, лісостепові райони Полісся та Західного регіону, зрошувані землі південного Степу [43].

Соя та кукурудза, мають близькі вимоги до умов вирощування, добре поєднуються у ланках сівозмін, доповнюють одна одну, а зони їх вирощування збігаються. Академік А. Бабич [15] зазначав, що заміна ланки сівозміни – горох (2,3 т/га) – пшениця озима (4,8 т/га), яка дає в сумі 71 т/га зерна за два роки, ланкою – соя (21 т/га) – кукурудза (80 т/га) – в сумі 101 т/га, що на 30 т/га більше (тобто є більш продуктивнішою). Ось чому створення і впровадження «соєва-кукурудзяного поясу» в Україні означає новий етап в землеробстві і сприяє збільшенню виробництва зерна, підвищенню родючості ґрунту і зростанню продуктивності орних земель [15, 16, 18, 145, 151]. Так, у соєво-кукурудзяній сівозміні: соя – кукурудза (1:1) врожайність сої становить 1,95 т/га (100 %), кукурудза на зерно – 8,74 т/га (100 %), а у сівозміні – соя – кукурудза – кукурудза (1:2), відповідно 2,21 (110 %) і 8,72 т/га (107 %), сівозміні – соя – кукурудза – кукурудза – кукурудза (1:3) – 2,52 т/га (120 %) і 8,28 т/га (106 %).

Насичення короткоротаційної сівозміни кукурудзою від одного до трьох полів за наявності одного поля сої, забезпечило значне збільшення кормових одиниць як на полі вирощування сої, так і кукурудзи – у першому випадку за рахунок підвищення врожайності сої (1,95 до 2,79 т/га), а в другому – збільшення площі посівів кукурудзи [165, 166].

За С. Ретьманом, Ф. Мельничуком та В. Келеда [185] для сої найкращими попередниками є озимі та ярі зернові, кукурудза, особливо на силос та зелений корм через раннє звільнення полів. Кращі попередники – буряки цукрові, картопля, багаторічні трави. До незадовільних попередників можна зарахувати зернобобові культури та багаторічні бобові трави і культури – господарі збудників склеротініозу, такі як соняшник та хрестоцвіті. Сою повертати на те ж поле рекомендується не раніше ніж через два роки.

Соя цінна не лише, як білково-олійна культура, але й ще гарний попередник для зернових культур через зменшення посівних площ гороху, багаторічних і однорічних трав, кукурудзи на силос та зелений корм. Все це разом вимагає пошуку шляхів для формування високопродуктивних сівозмін, бо ніщо не дається так дешево і не слугує так ефективно, як правильний вибір чергування культур на полях і в часі [42, 145, 255]. При цьому слід звертати увагу і на високу дохідність культури сої, яка навіть за середньої врожайності 1,5 т/га по доходності рівнозначна соняшнику з урожайністю 2,0–2,2 т/га, тобто стоїть у ряді самих економічних культур [240].

Обробіток ґрунту. Обробіток ґрунту є основною ланкою в системі вирощування сої як на насіння, так і в якості попередника. На його якості базуються всі інші наступні технологічні операції вирощування сої [140].

Обробіток ґрунту забезпечує створення оптимального водно-повітряного, теплового, поживного режимів, нагромадження і збереження вологи, боротьбу з бур'янами, загортання в ґрунт мінеральних та органічних добрив, післяжнивних решток, вирівнювання поверхні поля, оптимальних умов для росту й розвитку кореневої системи, біологічній фіксації азоту бульбочковими бактеріями та проведення якісної сівби [127, 188]. В Україні, в більшості регіонів, основним обробітком ґрунту є класична оранка на різну глибину з використанням полицевих плугів, яка забезпечує ефективне загортання післяжнивних решток. Рідше використовують поверхневий обробіток ґрунту як з обертом скиби, так і без неї і нульовий обробіток ґрунту.

Вибір систем обробітку ґрунту залежить, насамперед, від ґрунтово-кліматичних умов зони (кількість за вегетаційний період, механічний склад ґрунту та ін.), матеріально-технічної бази господарства, стану забур'яненості поля, попередника, особливостей культури (сорт) та ін. Будь-який спосіб обробітку ґрунту повинен забезпечувати максимальне накопичення й збереження вологи, щільність ґрунту в межах 1,1–1,25 г/см³, знищення бур'янів, вирівнювання поверхні поля, наслідком яких будуть дружні сходи, а втрати під час збирання врожаю – мінімальними [127].

Збільшення шпаруватості орного шару ґрунту сприяє підвищенню його вологості в осінньо-весняний періоди, покращує аерацію та активність аеробних азотфіксуючих бактерій під час вегетації рослин сої [44, 146].

Дослідженнями багатьох авторів [243], було встановлено, що глибина оранки під сою має свої особливості і повинна диференціюватися відповідно типу ґрунту, попередника та забур'яненості поля. Проте вона є темою численних дискусій [103]. Так, Бабич А. О. та ін. [23], Bobrecka-jamro D. And Pizlo H., [261] та багато інших вважають, що соя не дуже вимоглива до глибини основного обробітку ґрунту і формує майже рівний врожай від поверхневого обробітку до оранки 25–27 см. В протилежність цих стверджень, відомий російський дослідник культури сої В. Б. Єнкен [83] на великому власному й закордонному дослідках показав, що збільшення глибини оранки під сою, підвищує її врожайність на 143–208 % порівняно з оранкою на 15 см. На полях із глибокою оранкою рослини сої мають добре розвинуту кореневу систему, могутній кущ з більшою кількістю бобів, що й сприяє підвищенню врожайності [24].

Поглиблення оранки сприяє не лише підвищенню врожайності сої, але й боротьбі з бур'янами, хворобами та шкідниками. Проте, для визначення глибини основного обробітку ґрунту під сою, слід підходити з глибини обробітку під попередню культуру. Так, якщо під попередню культуру оранка була на глибину 20–23 см, то під сою слід орати глибше – на 25–27 см і навпаки: за основного обробітку під попередник 25–27 см, під сою можна проводити оранку на 20–23 см [160, 161].

У сучасному землеробстві все більше уваги приділяється менш витратним та ґрунтозахисним системам обробітку ґрунту – мінімальний (поверхневий) та нульовий, які залишають на поверхні ґрунту рослинні рештки [89, 82].

Поверхневий (мінімальний) обробіток ґрунту забезпечує зниження енергетичних витрат шляхом скорочення кратності процесів, зменшення глибини обробітку та об'єднання декількох операцій в одному робочому

процесі [161]. Проте найменш інтенсивним і більш економічним способом обробітку ґрунту під сою в багатьох країнах світу є технологія No-till, яка в умовах глобалізації економіки вважається майбутньою системою землеробства. Нині технологія No-till у світі застосовується на площі понад 100 млн га у США – 25,8 млн га (23 % площі ріллі), Бразилії – 23,6 млн га (60 % площі ріллі), Аргентині – 18,3 млн га (60 % площі ріллі), Канаді – 12,5 млн га. Ці країни нині є основними експортерами насіння сої [184].

В Україні багато господарств одержують хороші врожаї сої з мінімальним та нульовим (No-till) обробітком ґрунту. Мінімальний обробіток ґрунту та No-till технологія з кожним роком привертає все більше уваги виробників сої. Прикладом впровадження може слугувати господарства «Великообухівське» з Полтавщини [86, 87].

Підсумки впливу систем обробітку ґрунту на врожайність сої, можна зробити результатам досліджень індійських вчених з співавторами, за якими оранка забезпечувала більш високі врожаї сої, ніж мінімальний обробіток (-2,2 %) та пряма сівба (-21,0 %) [192].

Удобрення. Потребу сої в добривах слід визначати особливостями культури у процесі вегетації рослин. Так, на початку росту і розвитку соя потребує менше поживних речовин – 6–16 % від загальної кількості азоту, 8–12 % – фосфору та 9–23 % – калію (сходи – початок цвітіння), у період формування бобів і наливу насіння, соя споживає основну (максимальну) кількість елементів живлення [152, 189]. Азот найбільше споживається від фази бутонізації до цвітіння та під час інтенсивного наростання вегетативної маси. Фосфор сприяє збільшенню кількості генеративних органів та розвитку бульбочок на коренях [63, 138, 139]. Найбільшу кількість калію рослини використовують під час формування бобів і наливу насіння [1, 2, 3, 101, 267]. На підставі цього Ф. Адамень із співавторами [4] зробили висновок, що розрахунки внесення добрив слід робити за етапами органогенезу – максимальна їх потреба у сої під час цвітіння – повного наливу насіння (початкове пожовтіння листя).

А. Бабич [23] та Є. Огурцов і В. Міхєєв [161] зазначають, що при плануванні удобрення сої, слід враховувати ще й скоростиглість сортів. Так, середньо – і пізньостиглі сорти за рахунок довшого періоду вегетації розвивають більш потужну кореневу систему, яка збільшує насиченість рослин сої макро- і мікроелементами з глибинних шарів ґрунту – отже вони менше залежні від величини добрив. Натомість ранні сорти потребують кращого живлення, на яке вони чітко реагують збільшенням врожаю [116, 248].

У підвищенні ефективності впливу добрив, велике значення має вапнування ґрунту та інокуляція насіння [98, 230, 231]. Так, за даними В. Петриченко [168] вапнування ґрунту в умовах Лісостепу на фоні NPK збільшувало врожайність сої на 0,40 т/га (+18 %) порівняно з контролем – 1,84 т/га. Додавання інокуляції підвищило врожайність на 0,66 т/га (+23 %). Аналогічні результати впливу вапнування ґрунту в умовах Степу отримано Ф. Адамень [4]. Середній приріст врожайності сої від вапнування становив 0,12–0,16 т/га (6–9 %), а разом з інокуляцією насіння – 0,69–0,74 т/га (17–30 %).

Із цього можна зробити висновки, що в живленні рослин одним із найважливіших елементів агротехнології у вирощуванні сої є передпосівна інокуляція насіння азотфіксуючими бактеріями. Недаремно лідери за площею вирощування та врожайності сої США, Бразилія, Аргентина та Канада інокулюють майже всі площі посіву сої. Так, у США інокулюють 100 % посіву, Бразилії і Канаді – по 60 %, в Аргентині – 100 %. Україна щороку інокулює близько 50 % площ, хоча на більшості з них соя вирощується вперше або нещодавно [60]. Інокуляція – це не тільки засіб підвищення врожайності сої, але й за природою екологічно чистий й економічний порівняно із внесенням хімічних добрив.

Тому підвищення продуктивності сої потребує створення технології вирощування сої яка забезпечить комплексний підхід вибору попередників, способів обробітку, сортів і т. д. [193].

1.5. Вплив вирощування сої на родючість ґрунту у сівоzmіні

За свідченням видатних світових дослідників сої [192], у ведучих соєсіючих країнах світу, агротехніка її вирощування – це приклад практичного використання досягнень науки з селекції, насінництва, фізіології, фітопатології, систем обробітку ґрунту, використання й розробка техніки та економіки. Тільки за такого вивчення та впровадження, зробило сою найбільш привабливою й прибутковою культурою [77]. Соя, як культура, стала не лише основним джерелом отримання рослинної олії та білка, а й джерелом валютних надходжень за рахунок експорту знежирених шротів.

За свідченням Сингх Г. та Шивакумара Б. [192], ще в давнину було відомо роль сої у поліпшенні властивостей ґрунту завдяки глибокому й широкому розповсюдженні її головного стрижневого та побічних коренів, збереженні родючості ґрунту і вологи, її густого і щільного листя, внеску у збагачення азотом за рахунок біологічної азотфіксації й покращенню здоров'я ґрунту. Крім цього, соя була добрим сидератом та однією із ведучих сільськогосподарських культур для вирощування в умовах богари за обмеженої кількості вологи, змішаних та проміжних посівах. Стійкість до нестачі води, позитивний вплив на родючість ґрунту, дії комах-шкідників, зробили сою в ХХ ст. широко придатною культурою для вирощування майже у всіх регіонах світу [192].

Проте головною особливістю сої, яка зробила її привабливою для використання у багатьох системах землеробства, є ефективна біологічна фіксація азоту з повітря шляхом взаємодії рослин з бактеріями видів *Rhizobium* в кореневих бульбочках, які еволюціонували з основного (Китай) і вторинного (Індія) центрів походження і за темпами росту діляться на: швидко – повільно – і проміжнорослі [265, 267]. Найбільш поширеними і активними є бактерії виду *Bradyrhizobium japonicum* (повільноростучі) [260, 264, 265]. За свідченням Вожегової Р. та ін. [53, 54] в ґрунтах України практично відсутня аборигенна азотфіксувальна мікрофлора, у зв'язку з чим виникає потреба у проведенні

інокуляції насіння сої певними (активними) штамами мікроорганізмів, вирощених штучно.

Також слід зазначити, що районах з давньою історією і досвідом культивування бобових культур, приріст урожайності від інокуляції складає 10–15 %, тоді як для нових ареалів культивування бобових, ґрунти яких не мають бульбочкових бактерій, підвищення продуктивності культур досягає більше 50 % [263, 269, 275, 279].

За сівби інокульованого насіння бактеріями *Bradyrhizobium japonicum*, одночасно з ростом коренів і кореневих волосків, відбувається їх проникнення у кореневі волоски, які утворюються на кінчиках коренів. Бактерії і коренева система утворюють кореневі бульбочки. Початок формування кореневих бульбочок за даними американських вчених відбувається на четвертий день після появи сходів, а за вітчизняних [13, 124] – після появи першого трійчастого листка, або через 7–10 днів після появи сходів. Як тільки бактерії *Bradyrhizobium japonicum* проникають у кореневий волосок, починається процес формування кореневих бульбочок у вигляді особливої форми – бактероїдів. Останні за допомогою енергії починають фіксувати азот, перетворювати його в аміак й передавати рослині, де він у вигляді уреїдів транспортується по рослині. З цього часу й розпочинається біологічна фіксація атмосферного азоту, а масова – приблизно через чотири тижні після проростання насіння і триває аж до старіння рослини [124].

Бульбочкові бактерії живуть з бобовими рослинами в симбіозі, тобто приносять один одному взаємну користь: бактерії засвоюють азот із атмосфери й перетворюють його в стан, який може бути використано рослинами, а останні, в свою чергу, постачають бактеріям вуглець, який рослини засвоюють із повітря у вигляді вуглекислого газу [183].

Кількість бульбочкових бактерій та їх «робота» залежать від багатьох чинників і величини кореневої системи, температури й кислотності ґрунту, освітлення, постачання киснем, вмісту в ґрунті поживних речовин. Так, за Вожеговою Р. з співавторами [53], коренева система однієї рослини сої з

урахуванням кореневих волосків, становить 7–8 тис. см² ґрунтового покриву з загальною довжиною 400–600 м. Кількість корневих бульбочок на одну рослину сої становить: 22,1–42,8 [2], 23,2–29,2 [244], 24–42 шт. [215].

Азотфіксація проходить нерівномірно: у фазі формування трійчастих листків (3 тижні) фіксується в межах 10 % загальної кількості азоту; у фазах бутонізації та цвітіння (також приблизно 20 днів) – 27–30 %, утворення бобів (2 тижні) – зв'язується найбільше азоту – понад 25 %. Під час наливу та дозрівання насіння, азотфіксація сповільнюється, що виявляється у втраті рожево-червоного кольору бульбочками та старіння й відмирання [80, 124, 242].

На зв'язування (симбіоз) азоту кореневими бульбочками потребується велика кількість енергії – 16 молекул АТФ (аденозитрифосфат) на одну молекулу N₂, а за Лопушняка В. [124], для зв'язування 1 кг атмосферного азоту, рослина сої витрачає таку кількість асимілянтів, що може забезпечити формування 12 кг сухої речовини.

Бульбочки краще утворюються й діють за умов достатнього вмісту кисню. Це пов'язано з тим, що під час азотфіксації, бактерії мають високу інтенсивність дихання: для перетворення однієї молекули азоту витрачають чотири молекули кисню. У погано аерованому ґрунті в бульбочках знижується вміст леггемоглобіну й різко послаблюється їхня здатність до азотфіксації [248].

Однак, скільки фіксує азоту соя – дуже важливе питання, на яке важко дати вірну відповідь, оскільки на фіксацію впливає дуже багато чинників. Соя у процесі вегетації на площі 1 га може одержувати з повітря різну кількість азоту. Так, в Китаї [211] – близько 50 кг азоту, що дорівнює 250 кг сірчанокислового амонію; в Індії [192] – 242 кг на богарі і 425 кг – на зрошенні, в Україні [142] – від 40 до 500 кг.

За даними Сингх Г. і Шивакумера Б. [192], вміст азоту в рослинах сої становить від 0 до 450 кг/га, що визначається рівнем фіксації (0–95 %). В богарних умовах рівень фіксації азоту становить 100 кг N/га (41,4 %) на

надземну частину рослини і близько 142 кг N/га (58,6 % – на кореневу систему). В умовах зрошення фіксація азоту збільшується і становить відповідно, 175 кг N/га і 248 кг N/га. Фіксований азот соя використовує на формування насіння, стебла з листками та коренів.

Вожегова Р. з співавторами [53] та ін. величину фіксованого азоту соєю з повітря збільшують до 70–75 % від загальної потреби, проте без його кількості. Трудність визначення величини фіксованого й залишеного азоту в ґрунті, багато дослідників пояснюють великою його рухомістю, Сингх Г. і Шивакумар Б. [192], посилаючись на дослідження багатьох вчених повідомляють, якщо сою вирощувати у чистому виді і у суміші з кукурудзою, то за вирощування у чистому виді залишає у вигляді опалого листя, коренів і бульбочок 4,84 т/га біомаси, у суміші з кукурудзою – 1,75–2,36 т/га, або відповідно 60 і 21,7–29,3 кг/га азоту.

Сингх Г. і Шивакумар Б. [192] підраховали, якщо припустимо відношення коренів до надземної частини рослин 1:3, то збір врожаю насіння 2 т/га за відсоткового відношення врожаю насіння до повної маси рослин 0,33, соя залишить близько 2 т/га кореневої біомаси під землею та 1 т біомаси у вигляді опалого листя. Додаток такої кількості органічної речовини культурою, яка росте на протязі чотирьох місяців, проявляє значний вплив на властивості ґрунту і, зокрема, збільшення вмісту азоту. В цілому в Індії соя за рахунок біомаси – опалі листя, коріння, бульбочки і прикоренева зона привносить в ґрунт відповідно 7,02–16,94 (11,98) кг/га; 11,65–28,33 (20,24); 3,31–8,91 (6,11) і 11,30–23, 80 (17,55), або в сумі 55,88 кг/га азоту [272].

Більшість вітчизняних робіт з сої, це результати досліджень перших видатних вчених культури сої – В. Єнкена [83] та А. Лещенко [119]. В. Єнкен, проаналізував велику кількість досліджень по сої, як в Радянському Союзі, так і за кордоном, констатував, що в середньому соя може фіксувати із повітря й ґрунту 130–150 кг/га азоту, з яких 30 % або 39–45 кг/га залишає в ґрунті для майбутньої культури. Трохи більший показник залишеного азоту в ґрунті – 40–60 кг/га наводить А. Лещенко, проаналізував дослідження в Україні. Проте

пізніші наукові роботи – це повторення, проте без посилань на джерела: Дерев'янський В. [66] – 50–70 кг/га; Цибульніков В. та ін. [240] – до 100; Вожегова Р. та ін. [53] – 90–120 кг в умовах зрошення; Бірюкова І. [38] – 40–60 кг; Фадєєв Л. [234] – 45 кг/га та ін. Наведені дані свідчать, що це питання дуже суперечливе і потребує більш широких досліджень.

Другою особливістю сої є здатність рослин використовувати важкорозчинні сполуки не тільки верхніх, а й нижніх шарів ґрунту й включати їх у колообіг живлення як самої сої, так і послідуєчих культур сівозміни [238, 248].

Стрижневий корінь рослин сої успішно проникає у глибокі шари ґрунту навіть у важких умовах, чим самим забезпечує використання води і поживних речовин, зокрема сполук фосфору і калію, а після розкладу коренів у ґрунті залишає пори, які полегшують проникнення в глибокі горизонти ґрунту коріння наступних культур сівозміни [238].

За О. Бахмат [30, 31, 32], соя на свій ріст і розвиток із ґрунту та повітря використовує понад 80 % азоту і фосфору та близько 50 % – калію. Фосфор має вирішальне значення для швидкого й правдивого росту рослин. Проте, самими визначальними функціями фосфору в розвитку рослин є збереження і перенос енергії при азотфіксації, роботи мембрани і передачі генетичного матеріалу. Фосфор також має вирішальне значення для розвитку кореневої системи та формування насіння, хоча його вміст у зібраному насінні становить 0,5–0,6 % [28, 29].

Сої потрібен також калій, який є важливим для фізіологічних процесів, зокрема у переносі асимілянтів, активізації ферментів, регулюванні водного режиму та фотосинтезу. Калій також сприяє утворенню бульбочок, збільшує масу насіння і вміст білка, хоча декілька знижує вміст олії [210].

Завдяки добре розвиненій кореневої системи засвоєння фосфору і калію із нижніх шарів, соя значно поліпшує фосфорно-калійний режим ґрунту, посилює його аерацію, внаслідок чого зростає його родючість, кількість корисних мікроорганізмів та їх життєдіяльність [248].

Проте, якщо азот рослиною перетворюється в білок і олію та без азотисті екстрактивні речовини (понад 80 %), то фосфор і калій у рослині знаходяться тільки в золі, яка найбільше міститься у листві (понад 10 %) та коренях (близько 5 %) [83, 118, 119, 120, 192,]. Звідси, зароблене в ґрунт опале листя та корені є основними елементами збагачення ґрунту залишковим фосфором та калієм. Знайомство з величиною залишеного соєю вмісту фосфору й калію в ґрунті, що наводять автори з вивчення сої, дивуєшся їх результатами, які протирічать один одному, або повторюють ранішні, причому без посилань на джерела.

Перше знайомство з величиною залишених соєю запасів фосфору й калію, ми знаходимо в працях В. Єнкена [83] та А. Лещенко [119]. Так, В. Єнкен, посилаючись на досліді Є. Старостина (1932 р.), наводить, що при заорюванні зеленої маси сої на 1 га запаси фосфору збільшувались на 10–13 кг проте більш широке повідомлення зробила А Лещенко, яка відмічала, що соя за вирощування на зерно, залишає в середньому на 1 га 20–25 кг фосфору, 30–40 кг – калію, а за вирощування на зелену масу, відповідно 90 і 60 кг/га. Є. Огурцов з співавторами [161] повторює результати А. Лещенко з посиланням на видання [119] та рекомендації М. Бобро [39], які також дублюють А. Лещенко.

Не знайшли результатів досліджень з вивчення величини залишків фосфору та калію соєю в іноземній літературі. Так, індійські професори Сингх Г. і Шивакумар Б. [192] свідчать, що соя завдяки глибокій і добре розвиненій кореневій системі і опалого листя може залишити в ґрунті до 3 т/га біомаси (2 т коренів + 1 т опале листя). Додавання такої кількості органічної речовини культури, яка росте близько чотирьох місяців, безумовно робить вплив на властивості ґрунту.

Біомаса, яка містить легкозасвоювані азотні, фосфорні та калійні сполуки, є основними елементами родючості ґрунту, зокрема накопиченню гумусу. Так, В. Єнкен у своїх працях [83], відмічав, що соя сприяє накопиченню гумусу, величина якого еквівалентна приблизно 25–30 т/га гною.

А. Лещенко [119] стверджувала, що родючість ґрунту і збільшення врожайності послідовних культур після сої відбувалось за рахунок залишення після збирання добре розвиненої кореневої системи з бульбочковими бактеріями та опалого листя з високим вмістом азоту, фосфору й калію.

Проте, конкретне збільшення величини гумусу під впливом вирощування сої, у сівозміні ми знайшли тільки у праці Ф. Адаменя [2]. Так, вміст гумусу в шарі ґрунту 0–40 см у сівозміні з соєю був на 0,28 % більшим, ніж у сівозміні без сої. Найбільше його накопичувалось у верхніх шарах: 0–10 см – 3,17 % та 10–20 см – 2,93 % (табл.1.1)

Таблиця 1.1

Вміст гумусу у шарі ґрунту 0–40 см після двох ротацій п'ятипільних сівозмін з соєю і без неї (середнє за 1978–1988 рр.)

Шари ґрунту, см	Вміст гумусу, %		
	Перед закладанням дослідів	Після двох ротацій сівозміни з соєю	Після двох ротацій без сої
0–10	2,47	3,17	2,96
10–20	2,70	2,93	2,61
20–30	2,14	2,66	2,37
30–40	1,44	2,88	1,99
0–40	2,19	2,79	2,51

Із цього можна зробити висновок, що здатність сої засвоювати й перетворювати важкорозчинні сполуки фосфору й калію у легкорозчинні залишки мало вивчена, тому потребує широких досліджень як у теоретичному, так і практичному значенні.

Аналізуючи наукові джерела з вивчення питання впливу рослин сої на агрофізичні властивості ґрунту, зокрема щільності, пористості, аерації та водопроникнення, ми не знайшли ні одної роботи. Більшість робіт висвітлюють вплив способів та глибини основного обробітку на агрофізичні показники Белінський Ю. В. [35], Петриченко В. Ф. та ін. [172], Олєпир Р. В. [162, 163], Вожегова Р. А. з співавторами [53], Бикова О. Є та ін. [36] та ін. Проте Р. Вожегова з співавторами [54] прийшли до висновку, що як способи, так і глибина основного обробітку ґрунту на агрофізичні властивості та сумарні витрати води посівами сої майже не впливали. Водночас витрати води на

формування однієї тони врожаю (коефіцієнт водоспоживання) дуже різний, що можна пояснити різницею в урожайності.

Перше вітчизняне повідомлення з відношення сої до води ми знайшли у А. Лещенко [119], яка на підставі дослідів Ерастівської дослідної станції, свідчить, що соя більш економно витрачає воду під час вегетації і після збирання насіння залишає в шарі ґрунту 0–100 см більше вологи (14,2 %) ніж соняшник (11,7 %) та льон (10,6 %).

Сучасні дані дуже суперечливі. Так Панасюк О. Я. [166] відмічає, що соя більше витрачає вологи під час вегетації, що значно зменшує запаси вологи в ґрунті після збирання (16,5–17,6 мм), ніж запаси після кукурудзи (22,1–26,4 мм).

Цибунільков В. А. та Панчихин С. В. [240] зазначають, що соя економно втрачає воду і залишає після себе значні запаси води для послідуєчих культур. Вона поліпшує водно-фізичні властивості та водопроникність ґрунту [84, 248] потребує на 27 % менше води, ніж кукурудза [93].

В іноземних виданнях ми не знайшли посилань відносно потреби сої до води, а лише те, що більшість дослідників сої вважають, що завдяки густого й щільного листя, соя сприяє збереженню вологи у ґрунті. Так суперечливість свідчить, що питання потреби сої у волозі як під час вегетації, так її залишкових запасів у ґрунті після збирання насіння, залишається мало вивченим, тому потребує широкого дослідження.

Висновки до розділу 1

Таким чином, можна зробити загальні висновки з огляду існуючої вітчизняної та іноземної літератури: питання оптимізації розміщення сої після попередників і вибір основного обробітку ґрунту є актуальною для виробництва і маловивченою сьогодні в Україні проблемою, тому завданням дисертаційної роботи є встановлення та розробленні закономірностей формування продуктивності насіння сої залежно від попередників і обробітків ґрунту економічно і енергетично доцільної та адекватної ресурсному наповненню.

РОЗДІЛ 2

МІСЦЕ, УМОВИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Місце проведення досліджень, ґрунтові та агрокліматичні умови у роки проведення досліджень

Експериментальні дослідження із вивчення впливу попередників, способів і глибини обробітку ґрунту під сою в Правобережному Лісостепу України виконувались впродовж 2015–2017 рр. у дослідній сівоzmіні ТОВ «Вікторія Агро» с. Бурти Кагарлицького району Київської області.

Досліджений ґрунт – чорнозем типовий малогумусний, за даними агрохімічного аналізу вихідних зразків, уміст гумусу (за Тюрінім) в 0–30 см шарі 3,84 %, лужногідролізованого азоту – 180–182 мг/кг, рухомого фосфору (за Чириковим) – 106 мг/кг, рухомого калію (за Чириковим) – 81 мг/кг ґрунту. Ґрунт характеризується середнім рівнем забезпечення азотом, фосфором, і калієм. $pH_{\text{сол.}}$ – 6,90, гідролітична кислотність – 2,64 мг/екв на 100 г ґрунту, ступінь насичення основами 88 %. Тобто ґрунт є типовим для зони проведення досліджень, має високий потенціал родючості, а при своєчасному і якісному виконанні технологічних операцій за сприятливих метеорологічних умов забезпечує високі і сталі врожаї сільськогосподарських культур.

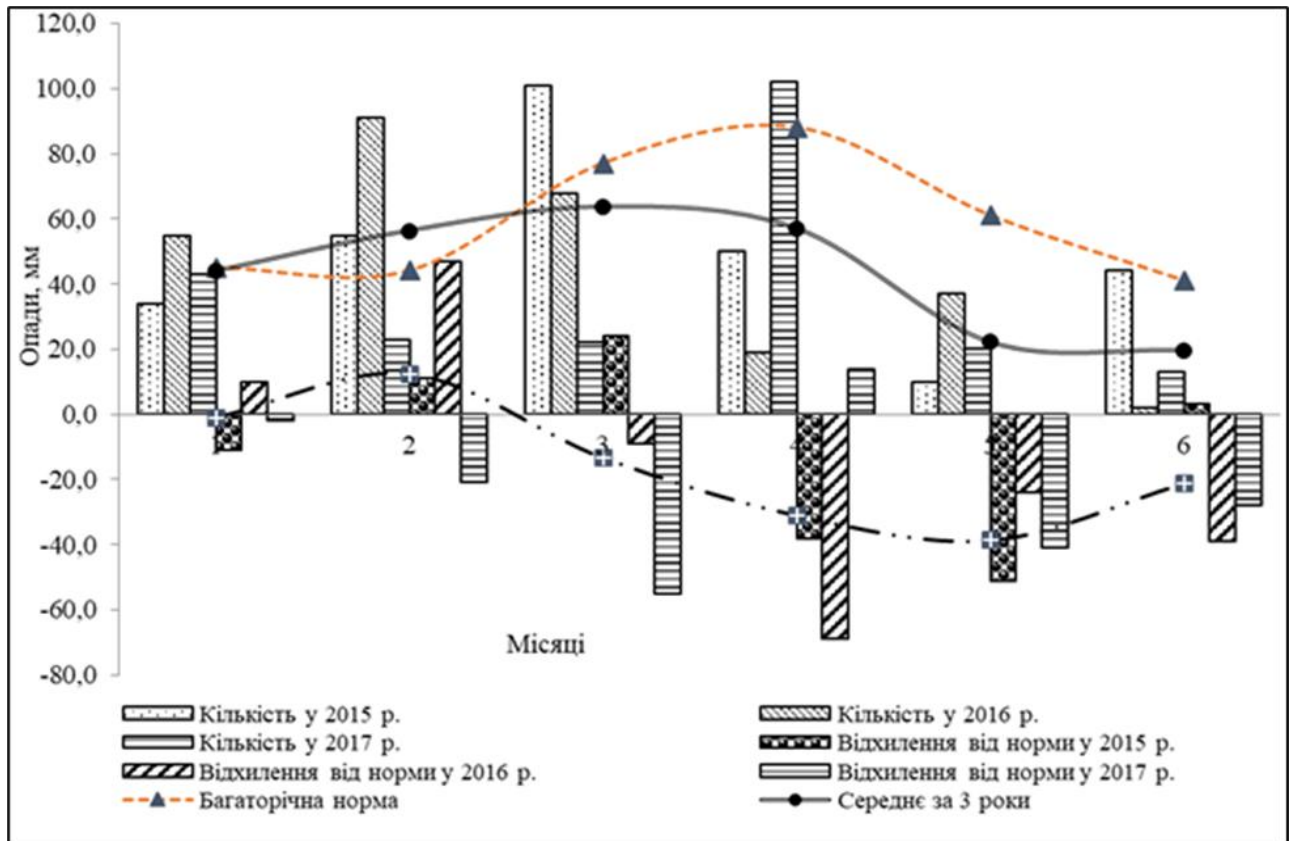
Клімат зони проведення досліджень – помірний з нестійким зволоженням. Зима холодна із значною амплітудою коливання температури повітря в окремі дні. Весна і літо характеризуються нерівномірним розподілом опадів і проявом у окремі роки посушливих явищ. Опади часто зливогого характеру, вітри переважно західного і південно-західного напрямів. Осінь помірно тепла. Середньорічна кількість опадів коливається від 340 до 600 мм і більше. За вегетаційний період випадає у середньому 350 мм опадів. Середній гідротермічний коефіцієнт (ГТК) за останні 30 років становить 1,2. Середньорічна температура повітря дорівнює $+7,2^{\circ}\text{C}$, коливання температури у межах років від $4,5^{\circ}\text{C}$ до $9,5^{\circ}\text{C}$. Середня відносна вологість повітря – 78 %.

Тривалість зимового періоду становить 112 днів з коливаннями від 87 до 132 днів. Характерні різкі коливання температури повітря в зимові місяці, чергування відлиг і морозних періодів. Мінімальна температура повітря в зимовий період коливається від -9°C до $-35,5^{\circ}\text{C}$ постійний сніговий покрив спостерігається впродовж 80 днів. Мінусова температура за середньорічними даними спостерігається до III декади квітня. Безморозний період становить 160 днів. Перехід середньодобової температури повітря через $+5^{\circ}\text{C}$, що визначає вегетацію більшості сільськогосподарських культур настає у I декаді квітня і закінчується у II декаді листопада. Тривалість вегетаційного періоду складає 160 днів. Сума позитивних температур за вегетаційний період становить $2600\text{--}2900^{\circ}\text{C}$ підвищена температура навесні іноді супроводжується суховіями, а за зниження – заморозками на поверхні ґрунту. Помірна температура повітря у травні у окремі роки переходить у жарке літо, коли максимум температури може досягати $+39^{\circ}\text{C}$. Високі температури за низької відносної вологості повітря несприятливо відображаються на рості і розвитку сільськогосподарських культур.

Аналіз багаторічних даних показує, що в зоні проведення досліджень кліматичні умови в основному сприятливі для вирощування усіх сільськогосподарських культур, у тому числі сої.

2.2. Агрометеорологічні умови в роки проведення досліджень

У цілому погодні умови у роки проведення досліджень формувалися у відповідності зазначеному агрокліматичному району, проте кожен рік мав свої певні особливості з формування температурного режиму, вологозабезпечення (рис. 2.1 і 2.2, додаток А) та коефіцієнта зволоження за Івановим, що не могло не вплинути на ріст і розвиток сої (рис. 2.3, додаток А.1).



Примітка. 1 - квітень; 2 - травень; 3 - червень; 4 - липень; 5 - серпень; 6 - вересень.

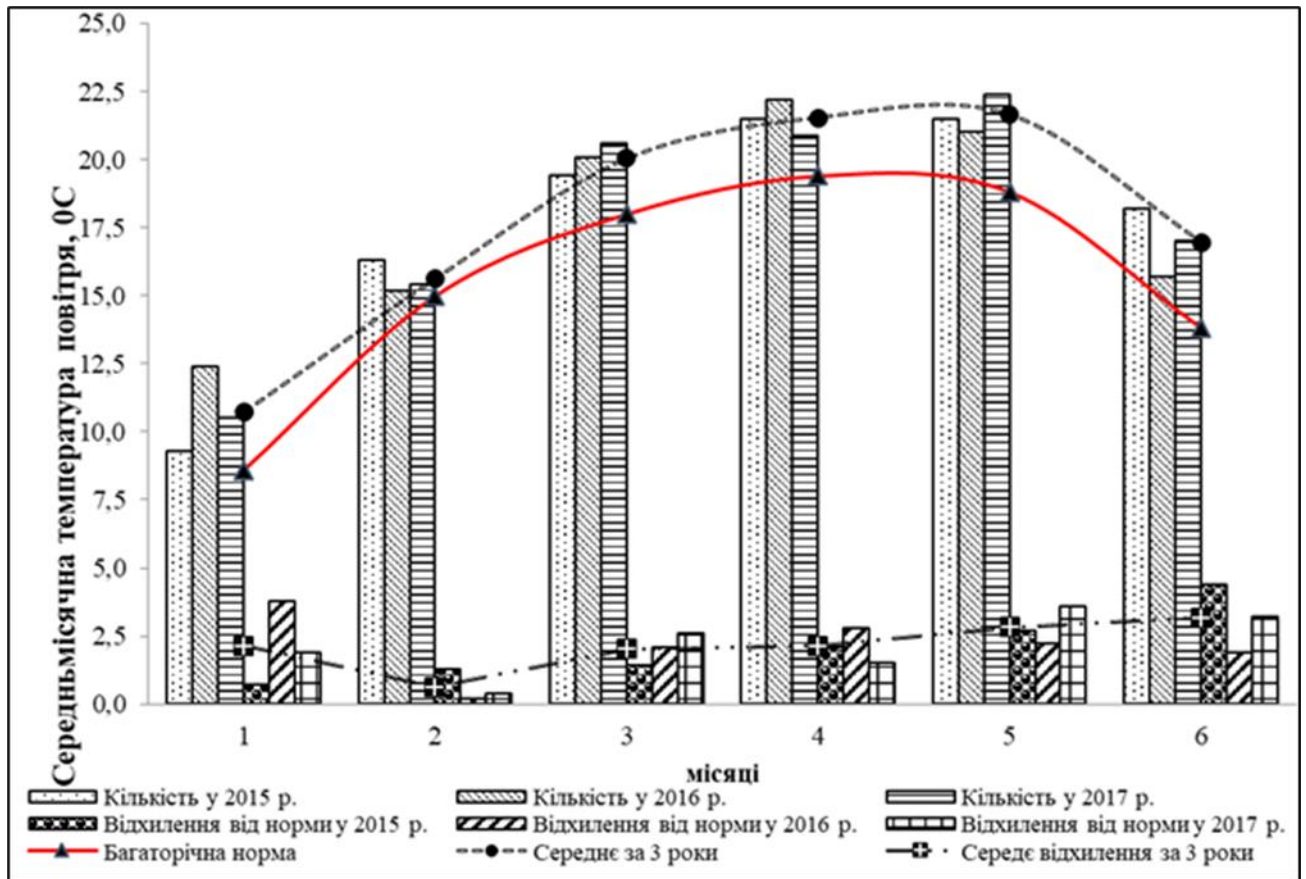
Рис. 2.1. Характеристика погодних умов за показником кількості опадів, мм (середнє за 2015–2017 рр.)

Таблиця 2.1

Коефіцієнт істотності відхилень (K_i), 2015–2017 рр.

Роки	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень
2015	-0,4	0,3	0,6	-1,0	-1,3	0,1
2016	0,4	1,3	-0,2	-1,8	-0,6	-0,9
2017	-0,1	-0,6	-1,3	0,4	-1,1	-0,6

У таблиці 2.1 наведено коефіцієнти істотності відхилень погодних умов за сумою опадів і середньомісячної температури повітря від їх багаторічної норми (K_i), який у цьому випадку виконує роль критерію адекватності фактичних величин показників погоди у роки проведення досліджень їх багаторічній нормі, тобто критерію типовості. Неістотними є відхилення при яких коефіцієнт істотності відхилень менший ± 1 , істотними – при K_i в межах $\pm 1-2$ і екстремальними при K_i більше ± 2 [81].



Примітка. 1 - квітень; 2 - травень; 3 - червень; 4 - липень; 5 - серпень; 6 - вересень.

Рис. 2.2. Характеристика погодних умов за показником температури повітря, °C (середнє за 2015–2017 рр.)

Погодні умови вегетаційного періоду сої у 2015 р. за ступенем зволоження виявився типовим відносно багаторічної норми. Хоча за оцінкою помісячних коливань істотні відхилення кількості опадів у бік зменшення мав серпень місяць ($K_i - 1,3$). Липень мав тенденцію до зменшення кількості опадів ($K_i - 1,0$), що наглядно демонструється коефіцієнтами істотності відхилень. Вегетаційний період сої характеризувався істотним перевищенням середньомісячної температури повітря, особливо у літні місяці червень ($K_i - 1,0$), липні ($K_i - 2,0$) і серпні ($K_i - 1,9$). Аналізуючи погодні умови за співвідношенням між кількістю опадів та максимально можливим випаровуванням слід зазначити, що квітень, травень і липень вегетаційного періоду 2015 р. були напіввологими за коефіцієнтом Н.М. Іванова ($K_{зв} = 0,67, 0,95$ і $0,81$).

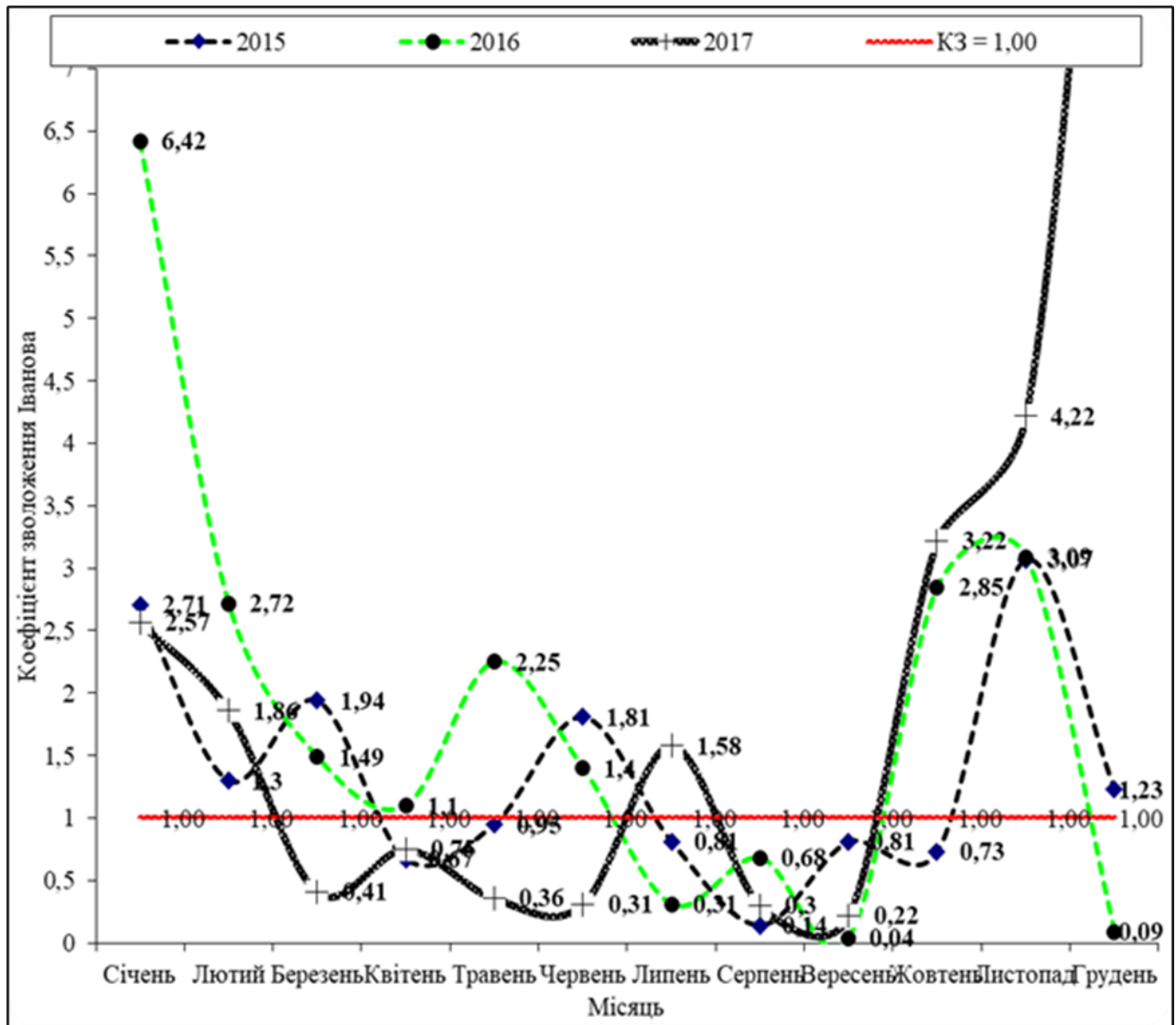


Рис. 2.3. Характеристика тепло- та вологозабезпеченості за вегетаційний період у роки проведення досліджень за коефіцієнтом зволоження Н. М. Іванова

Вегетація сої у червні місяці проходила в умовах достатнього зволоження ($K_{зв}=1,81$), а умови серпня місяця характеризувалися як посушливі ($K_{зв}=0,14$).

Аналізуючи метеорологічні умови вегетаційного періоду сої 2016 року, слід зазначити, що зволоження території мало істотні відхилення від середньобагаторічних показників. За показниками зволоження істотно-зволоженими виявився травень місяць ($K_i = 1,3$), а істотно посушливим – липень ($K_i = 1,8$), тоді як серпень характеризувався лише тенденцією до зниження опадів ($K_i = 0,6$). Аналіз середньомісячної температури повітря

показав істотне відхилення від її середньо-багаторічних значень у бік підвищення. Квітень і липень характеризувалися екстремально перевищеними показниками ($K_i - 3,5$ і $2,7$), червень, серпень і вересень характеризувалися істотним перевищенням температури ($K_i - 1,3-1,5$).

Проте у цілому умови вегетації сої у 2016 році характеризувалися достатнім зволоженням у квітні, травні, червні і серпні місяці ($K_{зв} = 1,1, 2,25, 1,40$ і $0,68$) і лише у липні склалися посушливі умови за коефіцієнтом зволоження Іванова Н. М. ($K_{зв} = 0,31$). У цілому вегетаційний період виявився найсприятливішим у плані погодних умов для росту, розвитку і формування продуктивності рослин сої.

Найнесприятливішим у плані погодних умов виявився вегетаційний період 2017 р., коли сума опадів була найменшою $223,0$ мм серед досліджуваних років. А кількість опадів за місяцями мала істотні відхилення від середніх багаторічних. Так, травень і червень були істотно посушливими ($K_i - 0,6$ і $1,3$). До того ж у червні, липні і серпні спостерігалася аномально-високі температури ($K_i - 1,8, 1,5$ і $2,5$), що несприятливо позначилось на розвитку культури. Травень і червень мали коефіцієнт зволоження нижче $0,4$, що визначає рівень зволоження території у ці місяці як пустеля.

Загалом слід відзначити, що погодні умови у вегетаційний період досліджуваних років відзначалися високою строкатістю і істотною відмінністю не лише між собою, а і від середньо-багаторічних показників. Періоди з надмірною кількістю опадів змінювали періоди з сильною посушливістю, що у цілому негативно позначалося на рості й розвитку рослин сої. Проте беручи до уваги усереднені дані за вегетаційний період, погодні умови знаходились у межах норми і статистично не відрізнялись від середньо багаторічних. Тому, аналіз помісячних коливань окремих метеорологічних елементів дозволяє виявити реакцію сільськогосподарських культур на зміни, викликані ними, і дозволяє пояснити певні процеси, що протікають у ґрунтовому середовищі (структура ґрунту, мікробіологічна активність, та ін.).

2.3. Схема та методика проведення досліджень

Дослідження проводили впродовж 2015–2017 рр., у польовому досліді ТОВ «Вікторія Агро», с. Бурти, Кагарлицького району Київської області.

Двофакторний польовий дослід був закладений за наступною схемою:

Фактор А – попередники:

1. Пшениця озима (контроль);
2. Ячмінь ярий;
3. Кукурудза на зерно;
4. Соняшник;
5. Соя;

Фактор В – обробіток ґрунту:

1. Полицевий (оранка на глибину 20–22 см) – (контроль);
2. Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач на глибину 20–22 см);
3. Безполицевий (дискування на глибину 12–14 см);
4. Безполицевий (дискування на глибину 6–8 см);
5. Пряма сівба.

Площа посівної ділянки 250 м² (10 м × 25,0 м), облікової 180 м² (9 м × 20 м), повторність дослідів чотириразова, розміщення ділянок – рендомізоване.

Для досягнення поставленої мети і задач згідно з програмою досліджень були проведено обліки, спостереження та аналізи, методика яких опублікована в науковій літературі:

– фенологічні спостереження проводили згідно з «Методикою державного сортовипробування сільськогосподарських культур» [135, 164], візуальною оцінкою усієї площі ділянки. За результатами спостережень визначали початок настання відповідної фази росту і розвитку залежно від фактичних погодних умов року, місця в сівозміні, тривалість міжфазних періодів та загальної довжини періоду вегетації. Початок фази фіксували, коли в неї вступало 10 % рослин, а настання повної фази – коли візуальні ознаки відмічено у 70 % рослин;

– визначення загальних запасів та доступної вологи у ґрунті до глибини 1 м проводили термостатно-ваговим методом. Середню наважку висушували в термостаті за температури 105 С (ДСТУ ISO16586:2005). Проби ґрунту відбирали буром з шарів 0–10, 10–20, 20–30, 30–50, 50–70, 70–100 см. У кожному варіанті розраховували сумарний запас вологи та запаси доступної рослинам вологи. Сумарний показник і коефіцієнт водоспоживання визначали методом спрощеного водного балансу [49].

– структурно-агрегатний стан ґрунту визначили за методом Саввінова [191]; щільність складення ґрунту – методом різального кільця (ДСТУ ISO 11272–2001) [51]; загальну пористість та пористість аерації – розрахунковим шляхом;

– наявність поживних речовин у ґрунті визначали такими методами: нітратний азот – іон-селективним електродом, іонометром И – 160 М згідно ДСТУ 4729:2007, лужногідролізований азот – за Корнфілдом, – рухомий фосфор і калій за Чириковим згідно ДСТУ 4115–2002 «Ґрунти. Визначення рухомих сполук фосфору і калію за модифікованим методом Чирикова». Обліки проводили на початку і у кінці вегетації культур;

– облік маси коренів проводили методом рамочної виїмки ґрунту за методикою Н.З. Станкова [206] безпосередньо перед збиранням. Площа рамки становила 0,1м² (33,3 x 30,1). Відбір коренів проводили пошарово через кожні 10 см на глибину до 40 см. Корені відмивали від ґрунту, пропускаючи через сито з отворами діаметром 1 мм. Відмиті корені сушили до повітряно-сухого стану, зважували і перераховували масу коренів на гектарну площу.

– післяжнивні рештки обліковували на площі відокремленої рамкою 100 x 100 см, в триразовому повторенні відразу після збирання. Кількість соломи, отриманої з урожаєм і заробленої в ґрунт, визначали за сноповими зразками, які відбирали для аналізу структури врожаю.

– облік врожаю здійснювали методом суцільного обмолоту всієї площі облікової ділянки з приведенням до 100 % чистоти і стандартної вологості з

кожного варіанта в усіх повтореннях окремо. Збирали врожай у фазі повної стиглості. Разом із зважуванням врожаю насіння сої, відбирали середні проби для визначення вологості та хімічного складу отриманої продукції [164].

– визначення показників якості врожаю проводили методом інфрачервоної спектроскопії на інфрачервоному аналізаторі NIR Systems 4500 згідно ДСТУ 4117:2007 Зерно та продукти його переробки. У насінні сої – уміст жиру, білка, фосфору і калію.

– порівняльну оцінку продуктивності розраховували за обсягом продукції з 1 га сівозмінної площі, яку перераховували зернові одиниці за коефіцієнтами В.Д. Гревцова [62], кормові одиниці та перетравний протеїн за таблицями М. Ф. Томме [228].

– аналіз погодних умов і рівень їхньої мінливості за період 2015–2017 рр. порівняно із середніми багаторічними показниками проводився на основі критеріїв коефіцієнта суттєвості (істотності) відхилень (K_c) елементів агрометеорологічного режиму кожного з досліджуваних років від середніх багаторічних згідно з формулою:

$$K_c = \frac{(X_i - \bar{X})}{S},$$

де K_c - коефіцієнт суттєвості відхилень,
 X_i - елемент поточної погоди,
 \bar{X} - показник середньої багаторічної величини,
 S - середнє квадратичне відхилення,
 i - порядковий номер року.

Рівень коефіцієнта суттєвості (істотності) відхилень відповідає градації:

$K_c = 0 \div 1$ – умови близькі до звичайних,
 $K_c = 1 \div 2$ – умови істотно відрізняються від середніх багаторічних,
 $K_c > 2$ – умови наближені до екстремальних.

– коефіцієнт зволоження - відношення річної кількості опадів до випаровуваності за той самий період визначали згідно формули запропонованої Н. М. Івановим [95]:

$$K_{зв} = P/f,$$

де P – кількість опадів (мм), а f – випаровуваність за цей же період (%). Розрахунок випаровуваності проводиться за Н. М. Івановим:

$f = 0,018 \cdot (t + 25)^2 \cdot (100 - R)$, де t – середня температура за період ($^{\circ}\text{C}/\text{рік}$), R – середня відносна вологість (%).

– економічну оцінку вирощування сої за різних попередників і обробітків ґрунту визначали за методичними рекомендаціями складеними Ю. П. Маньком [126] розробленою на основі сучасних методів розрахунку економічних показників з використанням технологічних карт та цін і тарифів у період проведення досліджень.

– енергетичну ефективність проводили за методикою енергетичного аналізу сільськогосподарського виробництва О. К. Медведовського і П. І. Іваненка [133], шляхом підрахунку всіх витрат виробництва продукції у вигляді сукупної енергії на основні та оборотні засоби виробництва, трудові ресурси, кількість сукупної енергії, накопиченої в урожаї.

– варіаційно-статистична обробка даних проводилася математично-дисперсійним методом з використанням кореляційного аналізу, та застосовуючи системи електронних таблиць Excel from MS Office 2010, версія Rus Professional і програму «Statistica 10».

2.4. Агротехнологічні умови в польовому досліді

Система обробітку ґрунту.

Технологія вирощування сої в досліді була загальноприйнятою для зони проведення досліджень. Комплекс агротехнічних заходів вирощування сої включав: дворазове дискування ґрунту після збирання попередника, основний обробіток ґрунту (відповідно до схеми досліді) проводили такими знаряддями:

- > полицевий обробіток ґрунту (оранка на глибину 20–22 см) – (контроль) – ПН 5–35;
- > безполицевий обробіток ґрунту (чизель–глибокорозпушувач АГР-1,7 на глибину 20–22 см);
- > безполицевий обробіток ґрунту (на глибину 12–14 см) – БДТ-3;
- > безполицевий обробіток ґрунту (на глибину 6–8 см) – БДТ-3;

> пряма сівба – сівалка Great Plains 605 NT

Передпосівний обробіток ґрунту був спрямований на створення сприятливого структурно-агрегатного складу посівного шару з ущільненим ложе для розміщення насіння та шару дрібногрудочкуватого ґрунту над ним і передбачав проведення культивуації агрегатом СОМРАКТОМАТ. Посів сої проводили рядковим способом сівалкою Great Plains 605 NT. Після сівби проводили коткування кільчасто-шпоровими котками КЗК– 6 за потреби.

Система удобрення. Для забезпечення рослин сої поживними елементами добрива вносили в основне удобрення та при посіві. Фосфорні і калійні добрива з розрахунку $P_{60}K_{60}$ кг/га д. р. у вигляді суперфосфату простого (P_2O_5 – 16 %) і калію хлористого (K_2O – 60 %), вносили під основний обробіток ґрунту. Навесні проводили передпосівний обробіток ґрунту, який передбачав культивуацію на глибину 6–8 см з прикочуванням для забезпечення оптимальних умов сівби на задану глибину. Під передпосівну культивуацію вносили азотні добрива з розрахунку 45 кг/га д. р. у вигляді аміачної селітри (N – 34,6 %).

Система захисту посівів від шкідливих організмів. У якості хімічних засобів контролю бур'янів та інших шкідливих організмів в полях сої використовувались сучасні рекомендовані пестициди на підставі еколого-економічних порогів шкідливості. Система захисту посівів передбачала оброблення насіння Вітаваксом 200 ФФ – 3 л/т., перед сівбою Біоінокулянт – БТУ (2 л/т). Обробка посівів для захисту від хвороб фунгіцидом Імпакт 25 % к.с. (0,5 л/га) та Фалькон (0,6 л/т). Для захисту від бур'янів – ґрунтові гербіциди Дуал Голд 960 ЕС к.е. (1,5 л/га) + Гезагард 500 FW к. с. (2,0 л/га), страхові – Базагран 48 % (2 л/га) + Пульсар 40 % (1 л/га). Для боротьби із шкідниками застосовували Пірінекс супер – 0,75–1,25 л/га.

Збирання сої проводили прямим комбайнуванням комбайном «САМПО 130» методом суцільного обмолоту кожної ділянки з наступним перерахунком на 100 % чистоту та 12 % вологість.

РОЗДІЛ 3

РОДЮЧІСТЬ ҐРУНТУ ЗА ВИРОЩУВАННЯ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ПОПЕРЕДНИКІВ І ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

3.1. Формування водного режиму ґрунту за вирощування сої

Накопичення сухої речовини у вегетативній масі, а також процеси мінерального живлення і фотосинтезу у сільськогосподарських рослинах, найактивніше відбуваються за достатніх запасів в ґрунті доступної для рослин вологи. Зменшення кількості води у рослинах нижче певного рівня призводить до порушення їх життєдіяльності, переходу рослинних клітин у патологічний стан, гальмування розвитку інше. Тому важливим і актуальним питанням не лише в умовах сучасного розвитку землеробства, а й у контексті зміни клімату є вивчення та встановлення впливу різних агротехнічних заходів на накопичення у ґрунті доступної вологи, і, як наслідок, отримання стабільних урожаїв сільськогосподарських культур. Необхідно відзначити, що недостатня кількість вологи в ґрунті не лише негативно впливає на розвиток культури, а й значною мірою знижує ефективність тих чи інших елементів технології вирощування [85, 122, 213, 214].

Однією з вимог щодо оптимального розміщення культур в сівозміні після найкращого попередника, є їх біологічні особливості щодо вологоспоживання. Що, у свою чергу, сприяє раціональному та економному використанню вологи ґрунту та опадів і зниженню напруженості водного режиму упродовж вегетаційного періоду. Не менш важливим у накопиченні і збереженні вологи у ґрунті є вибір способу і глибини обробітку ґрунту у технології вирощування культури.

Отже, враховуючи кліматичні умови регіону, біологічні особливості культур щодо водоспоживання і відповідно до цього водний режим ґрунту під сільськогосподарськими культурами, можна визначати шляхи раціонального використання вологи ґрунту і опадів сільськогосподарськими культурами у процесі їх вирощування [144, 249, 260].

Упродовж вегетаційного періоду водний режим ґрунту істотно змінюється, а в його динаміці спостерігається чітка періодичність. В осінньо-зимовий і весняний період (до сівби сої), ґрунт за рахунок опадів акумулює різну кількість доступної вологи залежно від обробітків ґрунту і попередників під сою. Встановлено, що у середньому за 2014–2016 рр. на час збирання попередника найбільші запаси доступної вологи у 0–100 см шарі ґрунту отримано після пшениці озимої і ячменю ярого, які серед досліджуваних попередників звільняють поле найраніше (рис. 3.1, додаток Б).

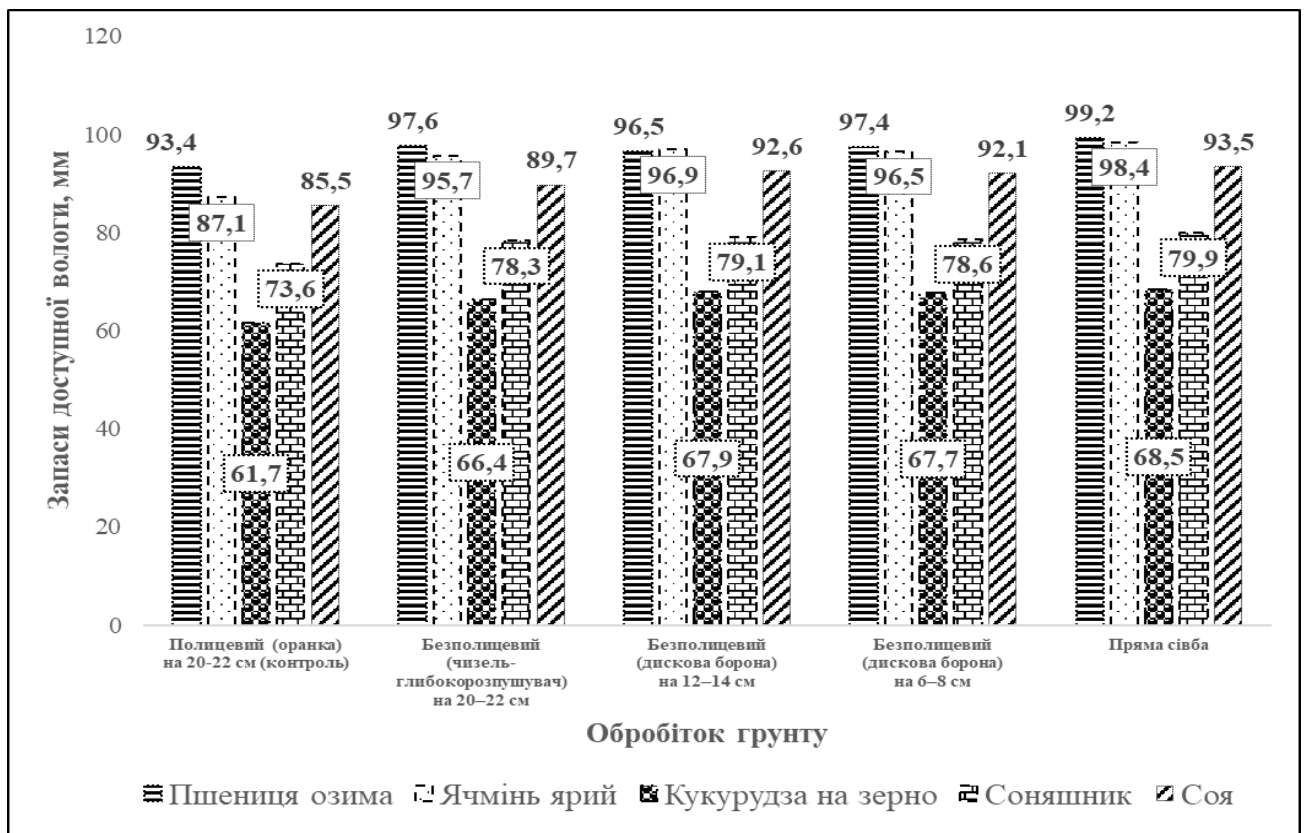


Рис. 3.1. Запаси доступної вологи в шарі ґрунту 0–100 см на час збирання попередника, середнє за 2014–2016 рр.

Залежно від обробітку ґрунту, запаси доступної вологи після пшениці озимої варіювали від 93,4 мм за оранки до 99,2 мм за прямої сівби, а після ячменю від 87,1 до 98,4 мм відповідно. Найменше доступної вологи в ґрунті накопичувалося після кукурудзи на зерно і соняшнику. На час їх збирання запаси доступної вологи у шарі ґрунту 0–100 см, залежно від обробітку ґрунту становили від 61,7 до 68,5 мм після кукурудзи і від 73,6 до 79,9 мм після

соняшнику. Найменші запаси були у варіанті з оранкою, а мінімізація обробітку ґрунту сприяла їх підвищенню. Після збирання сої запаси доступної вологи мали проміжне значення серед досліджуваних попередників і становили від 85,5 мм у варіанті з оранкою до 93,5 мм за прямої сівби.

На час сівби сої за рахунок опадів осіннє-зимового і ранньовесняного періодів загальні запаси доступної вологи в усьому дослідженому шарі ґрунту відновлюються і зростають (рис. 3.2, додаток Б).

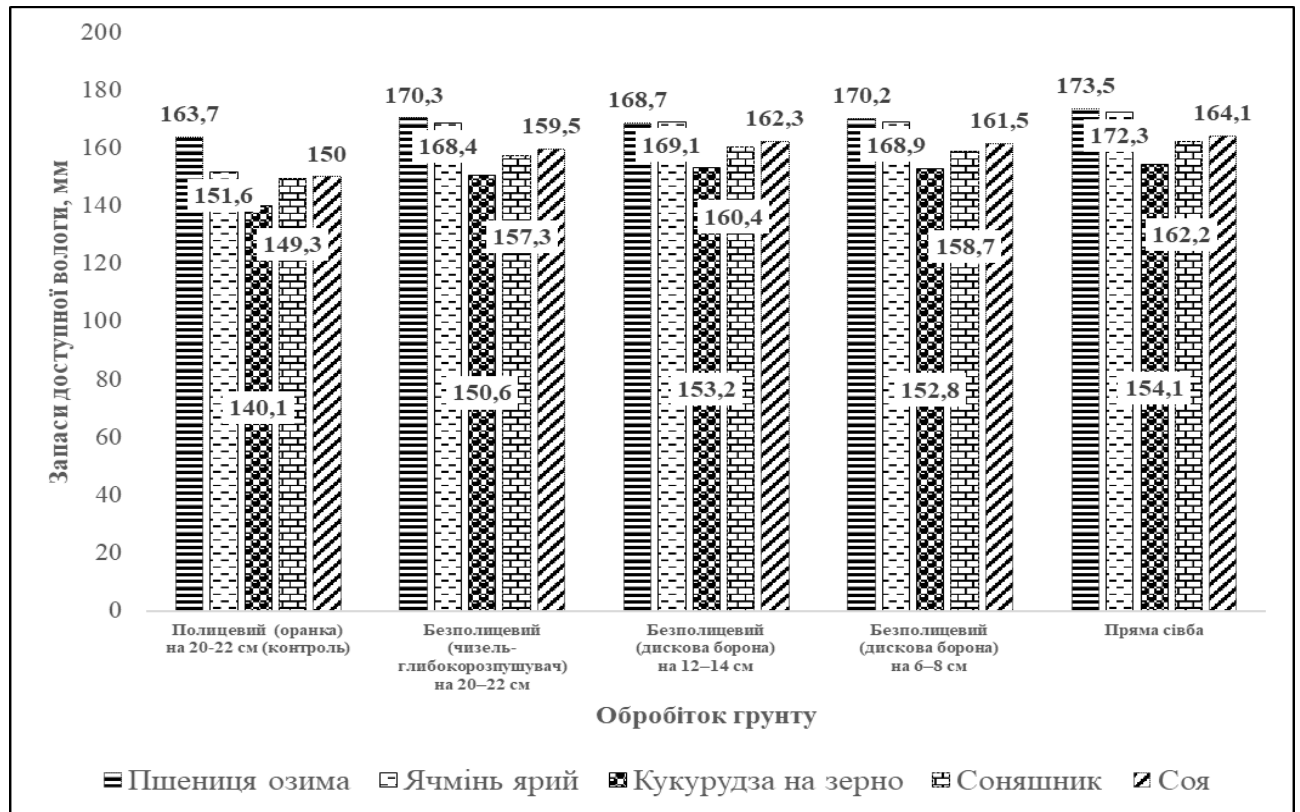


Рис. 3.2. Запаси доступної вологи в шарі ґрунту 0–100 см на час сівби сої, середнє за 2015–2017 рр.

Проте загальні закономірності відносно попередників і обробітку ґрунту зберігаються. Найбільші запаси доступної вологи акумулювалися після зернових колосових культур, де залежно від обробітку ґрунту вони варіювали від 151,6 до 173,5 мм. Після кукурудзи на зерно запаси доступної вологи, на час сівби сої, мали найменші значення, серед досліджуваних попередників, і становили від 140,1 мм у варіанті з оранкою до 154,1 мм за прямої сівби. Соняшник і соя, як попередники забезпечили рівнозначні запаси доступної вологи, які залежно від обробітку становили від 149,3 до 164,1 мм.

Слід зазначити, що за зимовий і ранньовесняний періоди накопичення вологи опадів у ґрунті відбувається у зворотному напрямку: найбільше – після попередників, показник забезпечення вологою яких на час їх збирання був найнижчим і, навпаки, менше – після попередників, які характеризувалися високою забезпеченістю ґрунту вологою (рис. 3.3, додаток Б).

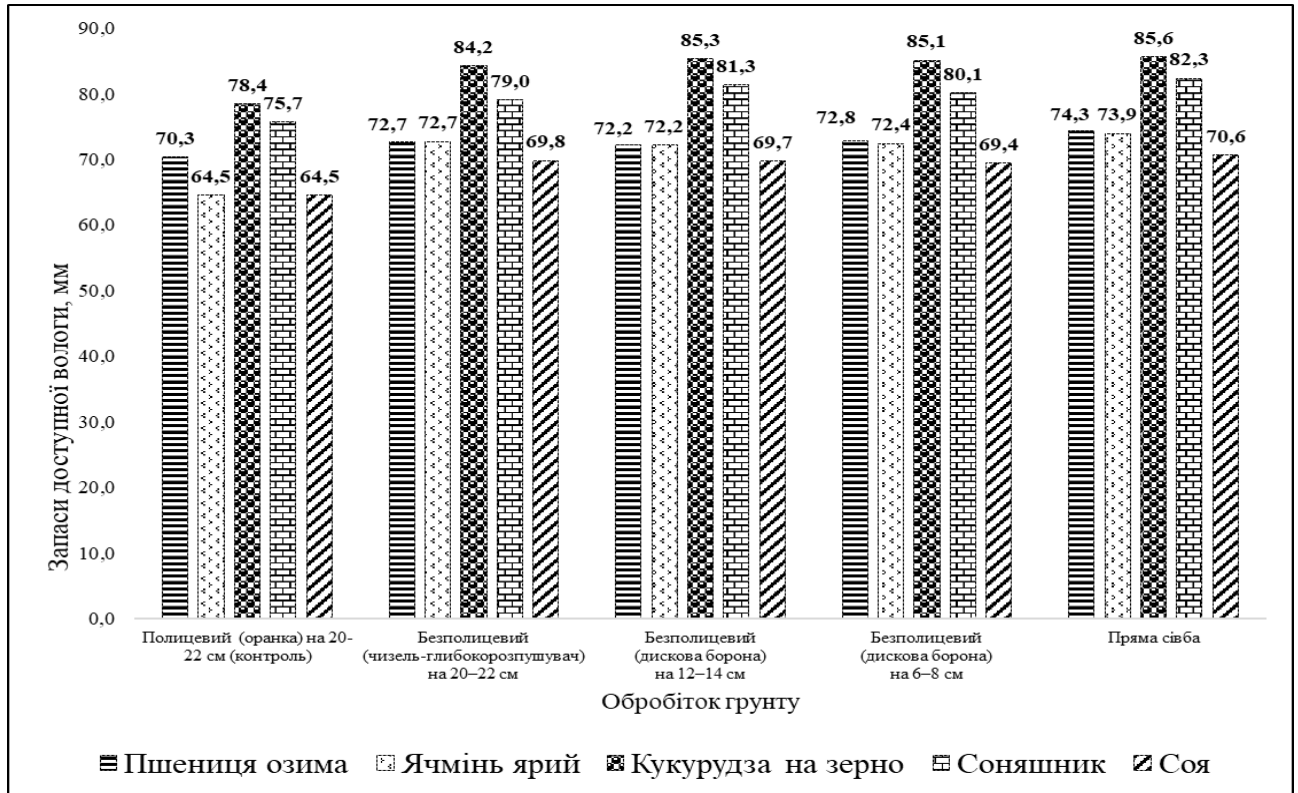


Рис. 3.3. Накопичення доступної вологи в шарі ґрунту 0–100 см за осінньо-зимовий і ранньовесняний період, середнє за 2015–2017 рр.

Такий стан накопичення вологи ґрунту пов'язаний з наявністю вихідних запасів вологи в ґрунті: чим вони вищі, тим менше вологи від опадів ґрунт вбирає впродовж наступного зимово-ранньовесняного періоду. Проте незважаючи на високий ступінь засвоєння вологи ґрунтом у полях після вирощування кукурудзи на зерно і соняшнику, загальні запаси доступної вологи на час сівби сої, як правило, нижчі порівняно з іншими попередниками.

Весняно-літній період характеризується переважанням витрат вологи над її накопиченням у ґрунті. Впродовж вегетації сої волога більшою мірою витрачається на формування врожаю і частково на фізичне випаровування з поверхні ґрунту (табл. 3.1.).

Таблиця 3.1

**Динаміка доступної вологи в шарі ґрунту 0–100 см впродовж весняно-літнього періоду,
середнє за 2015–2017 рр.**

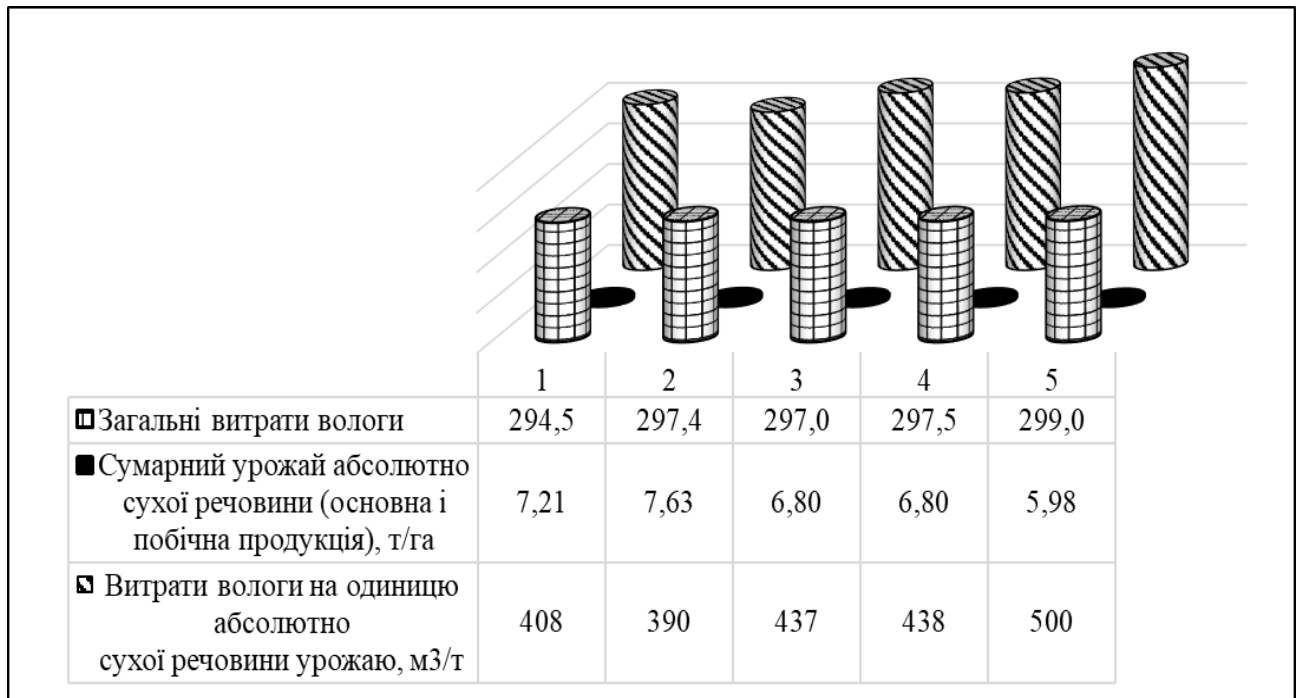
Попередник	Запас вологи в ґрунті, мм										Витрати вологи з ґрунту, мм					Випало опадів за період, мм	Загальні витрати вологи, мм				
	I		II		III		IV		V		I	II	III	IV	V		I	II	III	IV	V
	а	б	а	б	а	б	а	б	а	б											
Пшениця озима	163,7	86,3	170,3	90,0	168,7	88,8	170,2	89,8	173,5	91,6	77,4	80,3	79,9	80,4	81,9	217,1	294,5	297,4	297,0	297,5	299
Ячмін'ярий	151,6	87,0	168,4	96,4	169,1	97,1	168,9	96,8	172,3	99,1	64,6	72	72,0	72,1	73,2	217,1	281,7	289,1	289,1	289,2	290,3
Кук-за на зерно	140,1	79,7	150,6	85,5	153,2	87,2	152,8	86,9	154,1	87,9	60,4	65,1	66,0	65,9	66,2	217,1	277,5	282,2	283,1	283,0	283,3
Соняшник	149,3	81,6	157,3	85,1	160,4	87,8	158,7	86,7	162,2	88,6	67,7	72,2	72,6	72,0	73,6	217,1	284,8	289,3	289,7	289,1	290,7
Соя	150	84,2	159,5	89,2	162,3	90,9	161,5	90,5	164,1	92,0	65,8	70,3	71,4	71,0	72,1	217,1	282,9	287,4	288,5	288,1	289,2
Середнє	150,9	83,8	161,2	89,2	162,7	90,4	162,4	90,1	165,2	91,8	67,2	72,0	72,4	72,3	73,4	217,1	284,3	289,1	289,5	289,4	290,5
Sx	3,2	1,2	3,1	1,7	2,5	1,5	2,7	1,5	3,0	1,7	2,4	2,1	1,9	2,0	2,1	-	2,4	2,1	1,9	2,0	2,1
V %	5,6	3,7	5,0	5,1	4,0	4,5	4,5	4,5	4,8	4,8	9,4	7,6	6,9	7,2	7,6	-	2,2	1,9	1,7	1,8	1,9
S	8,43	3,09	8,14	4,55	6,57	4,02	7,24	4,09	7,95	4,44	6,31	5,46	4,96	5,21	5,61	-	6,31	5,46	4,96	5,21	5,61
НІР ₀₅	10,7	3,9	10,3	5,8	8,3	5,1	9,2	5,2	10,1	5,6	8,0	6,9	6,3	6,6	7,1	-	8,0	6,9	6,3	6,6	7,1

Примітка. а – на початку вегетації. б – у кінці вегетації. I – полицевий обробіток ґрунту (оранка) на 20–22 см (контроль); II – безполицевий обробіток ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см; III – безполицевий обробіток ґрунту (дискова борона) на 12–14 см; IV – безполицевий обробіток ґрунту (дискова борона) на 6–8 см; V – пряма сівба

На період збирання сої запаси доступної вологи в ґрунті залежно від попередника формувалися таким чином: після зернових колосових культур (пшениця озима і ячмінь ярий) в шарі ґрунту 0–100 см за оранки 86,3 і 87,0 мм, чизельного обробітку – 90,0 і 96,4 мм, мілкого обробітку – 88,8 і 97,1 мм, поверхневого – 89,8 і 96,8 мм, прямої сівби 91,6 і 99,1 мм. За розміщення сої після кукурудзи на зерно і соняшнику відповідно – 79,7 і 81,6 мм, 85,5 і 85,1 мм, 87,2 і 87,8 мм, 86,9 і 86,7 мм, 87,9 і 88,6 мм. А після сої, як попередника, за оранки – 84,2 мм, безполицевого обробітку – 89,2 мм, мілкого обробітку – 90,9 мм, поверхневого обробітку 90,5 мм і прямої сівби – 92,0 мм.

Аналізуючи загальні витрати вологи з ґрунту за вегетаційний період сої слід зазначити, що найвищі їх значення отримані за розміщення сої після пшениці озимої де залежно від обробітку ґрунту вони варіювали від 294,5 мм до 299 мм. Найменші загальні витрати доступної вологи одержані за розміщення сої після кукурудзи на зерно від 277,5 мм у варіанті з оранкою до 283,3 мм у варіанті прямої сівби. За розміщення сої після ячменю ярого, соняшнику і сої, загальні витрати доступної вологи знаходилися в межах 281,7–284,8 мм у варіанті з оранкою і зростали від 289,2 до 290,7 у варіанті з прямою сівбою.

На підставі даних врожайності сої зроблено розрахунки сумарних витрат вологи на формування одиниці сухої речовини врожаю (основної і побічної продукції) за період 2015–2017 рр. (рис. 3.4 і 3.5, додаток Б 1.). Встановлено, що залежно від досліджуваних факторів найбільші сумарні витрати вологи на створення одиниці сухої речовини урожаю отримано за розміщення сої після кукурудзи на зерно. Де залежно від обробітку ґрунту вони зростали від 475 м³/т у варіанті з оранкою до 623 м³/т за прямої сівби. За розміщення сої після соняшнику вони варіювали відповідно від 442 м³/т до 621 м³/т, ячменю ярого – від 436 до 521 м³/т, сої – від 412 до 476 м³/т та пшениці озимої – від 408 до 500 м³/т.



Примітка. 1. Полицевий обробіток ґрунту (оранка) на 20–22 см (контроль); 2. Безполицевий обробіток ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см; 3. Безполицевий обробіток ґрунту (дискова борона) на 12–14 см; 4. Безполицевий обробіток ґрунту (дискова борона) на 6–8 см; 5. Пряма сівба.

Рис. 3.4. Сумарне водоспоживання сої залежно від обробітку ґрунту, середнє за 2015–2017 рр.

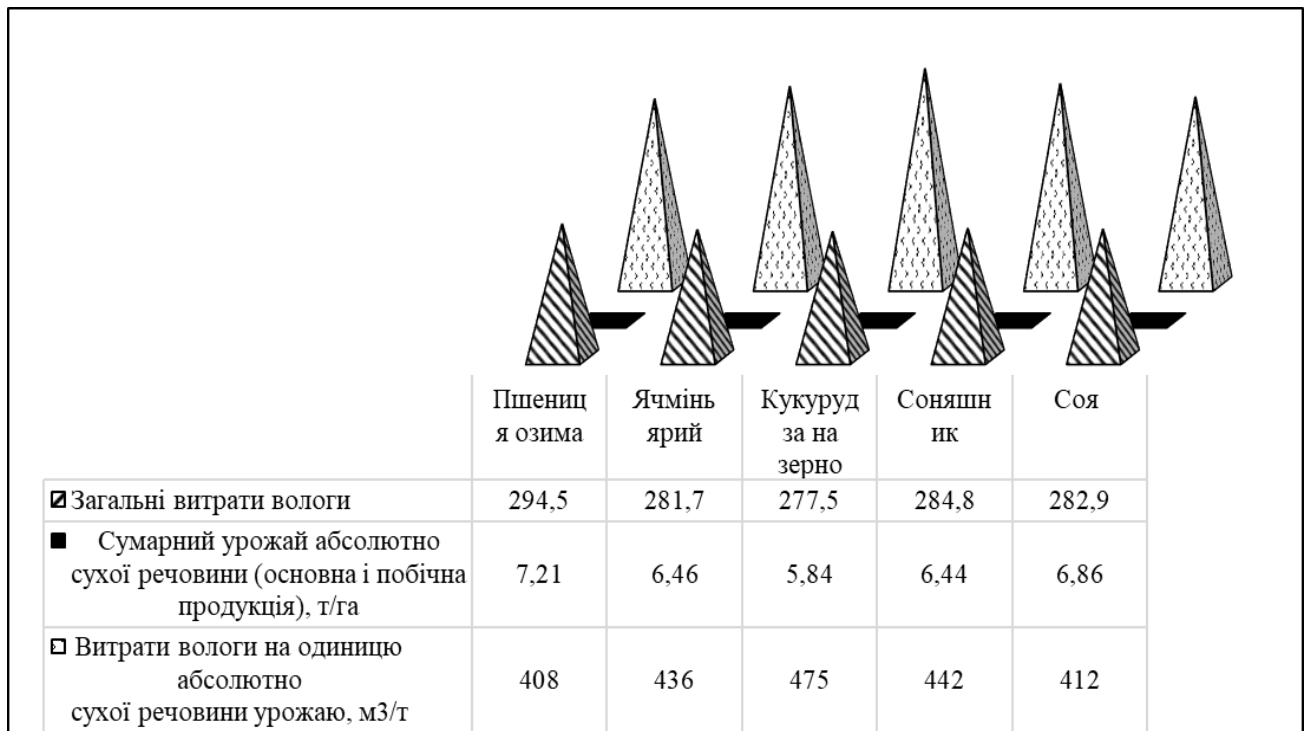


Рис. 3.5. Сумарне водоспоживання сої залежно від попередника, середнє за 2015–2017 рр.

Викладені в підрозділі результати досліджень дають підстави зробити наступні висновки:

1. На період сівби сої найбільші запаси доступної вологи, у метровому шарі ґрунту, формувалися після зернових колосових культур. Після пшениці озимої і ячменю ярого вони становили від 163,7 і 151,6 мм у варіанті з оранкою до 173,5 і 172,3 мм за прямої сівби. За розміщення сої після соняшника і сої запаси доступної вологи у метровому шарі бури рівнозначними і становили від 149,3 і 150,0 мм за оранки до 162,2 до 164,1 мм за прямої сівби. Найменші запаси доступної вологи забезпечувала кукурудза на зерно від 140,1 до 154,1 мм.

2. Найвищі загальні витрати вологи з ґрунту і опадів за вегетаційний період сої залежно від її попередника становили: пшениці озимої – 294,5 мм, ячменю ярого – 281,7 мм, кукурудзи на зерно – 277,5 мм, соняшнику – 284,8 мм, сої – 282,9 мм. Встановлено, що мінімізація обробітку ґрунту веде до зростання загальних витрат вологи.

3.2. Агрофізичні властивості ґрунту за вирощування сої

Одним з основних заходів спрямованих на підвищення врожайності сільськогосподарських культур і родючості ґрунту є правильний обробіток ґрунту. Головним завданням останнього є створення оптимальної будови складення оброблюваного шару ґрунту та його структурного стану для регулювання агрофізичних, біологічних та агрохімічних процесів, що відбуваються в ґрунті. Надзвичайна роль обробітку належить у захисті ґрунтів від водної та вітрової ерозії, у захисті посівів сільськогосподарських культур від шкідливих організмів – бур'янів, шкідників та збудників хвороб. Виходячи з цього актуальним є удосконалення існуючих і розроблення новітніх заходів і систем обробітку ґрунту для кожної ґрунтово-кліматичної зони України.

У сучасних умовах ефективно використання землі, збереження і підвищення родючості ґрунту, забезпечення високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур може бути здійсненим лише за рахунок

дотримання науково обґрунтованих систем землеробства. Важливим заходом підвищення продуктивності ріллі є раціональний механічний її обробіток. Основними показниками, що характеризують фізичні властивості ґрунтів є щільність твердої фази ґрунту, щільність будови, шпаруватість, а науковою підставою щодо вибору глибини обробітку є різниця між фактичними й оптимальними параметрами щільності шарів ґрунту [129, 131, 132].

Зростання енергоємності землеробської галузі, за підвищення антропогенного тиску на ґрунти приводить до поширення процесів агрофізичної деградації. Разом з тим, підтримання фізичних властивостей у оптимальному інтервалі значень є необхідною умовою ефективного використання інших агротехнічних заходів, що у підсумку впливає на формування урожайності сільськогосподарських культур. Тому важливим є пошук систем обробітку і технологій, які б зменшили негативний вплив на ґрунт за одночасного забезпечення оптимальних умов розвитку і формування продуктивності культур [5, 115, 141, 173, 205].

Чорноземам характерний генетично обумовлений фізичний стан, який дозволяє широко впроваджувати мінімальний обробіток ґрунту. Проведеними дослідженнями встановлено покращення параметрів фізичних властивостей ґрунтів за мінімізації їх обробітку [34, 173, 178, 179]. Проте вчені стверджують про несуттєвий вплив глибини і способів обробітку на щільність оброблюваного шару ґрунту [5, 131].

Таким чином, для успішного застосування мінімальних технологій обробітку ґрунт повинен мати фізичні властивості, які є близькими до оптимальних для вирощування сільськогосподарських культур. Саме тому дослідження з впливу обробітку ґрунту на його агрофізичні властивості є актуальним для конкретних ґрунтово-кліматичних умов.

3.2.1. Щільність складення і пористість ґрунту

Щільність ґрунту є важливим показником фізичних властивостей ґрунту який впливає не лише на ґрунтові режими, а і технологічні властивості та якості обробітку ґрунту, що у підсумку впливає на урожай культур та його якості.

У таблиці 3.2 наведені результати досліджень зміни щільності складення ґрунту у посівах сої залежно від досліджуваних чинників. Аналізуючи щільність складення верхнього 0–10 см шару ґрунту, на час сівби сої, слід зазначити, що у варіанті проведення оранки на глибину 20–22 см (контроль), вона становила, залежно від попередника, 1,22–1,25 г/см³.

Проведення чизельного обробітку на 20–22 см і дискового на глибину 12–14 см забезпечили щільність складення на 0,02–0,03 г/см³ вище, порівняно з контрольним варіантом. За поверхневого обробітку ґрунту (дискова борона) на 6–8 см, щільність складення ґрунту зростала порівняно до контролю на 0,02–0,06 г/см³. Найвищі значення даного показника отримано за прямої сівби, де вони становили 1,29–1,33 г/см³.

Аналізуючи увесь досліджуваний шар ґрунту (0–30 см) слід зазначити, що оранка і безполицевий обробіток (чизель-глибокорозпушувач) мали близькі показники щільності складення ґрунту у досліджуваних шарах, значення яких підвищувалися від верхнього до нижнього. За систематичного мілкого обробітку на 12–14 см та поверхневого на 6–8 см найбільше ущільнювався шар ґрунту 10–20 см, за тенденції до розущільнення у 20–30 см шарі.

Аналогічна закономірність спостерігалася і за прямої сівби. Порівняно з контрольним варіантом величина щільності складення зростала від 0,08 до 0,17 г/см³. Упродовж вегетаційного періоду щільність складення ґрунту у посівах сої підвищувалась. У фазу цвітіння її зростання порівняно до показників на час сівби культури становило 0,02–0,04 г/см³. За полицевого і безполицевого обробітку ґрунту (на 20–22 см) щільність складення ґрунту мала значення 1,28–1,30 г/см³.

**Вплив способів обробітку ґрунту та попередників на щільність складення
оброблюваного шару ґрунту за вирощування сої
(середнє за 2015–2017 рр.), г/см³**

Попередник	Шар ґрунту, см	Обробіток ґрунту														
		полицевий обробіток ґрунту (оранка) на 20–22 см (контроль)			безполіцевий обробіток ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см			безполіцевий обробіток ґрунту (дискова борона) на 12–14 см			безполіцевий обробіток ґрунту (дискова борона) на 6–8 см			пряма сівба		
		I*	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Пшениця озима (контроль)	0–10	1,25	1,28	1,28	1,27	1,3	1,32	1,28	1,32	1,34	1,27	1,31	1,34	1,33	1,36	1,40
	10–20	1,26	1,29	1,29	1,24	1,28	1,3	1,36	1,38	1,42	1,37	1,41	1,46	1,43	1,44	1,48
	20–30	1,25	1,28	1,29	1,28	1,3	1,34	1,33	1,37	1,4	1,32	1,33	1,37	1,36	1,39	1,42
	0–30	1,25	1,28	1,29	1,26	1,29	1,32	1,32	1,36	1,39	1,32	1,35	1,39	1,37	1,40	1,43
Ячміннь ярий	0–10	1,23	1,24	1,26	1,26	1,29	1,32	1,27	1,31	1,33	1,25	1,29	1,34	1,32	1,35	1,37
	10–20	1,24	1,27	1,28	1,24	1,28	1,3	1,36	1,39	1,43	1,35	1,4	1,44	1,41	1,43	1,47
	20–30	1,26	1,27	1,29	1,27	1,3	1,33	1,32	1,36	1,39	1,31	1,34	1,38	1,35	1,38	1,40
	0–30	1,24	1,26	1,28	1,26	1,29	1,32	1,32	1,35	1,38	1,30	1,34	1,39	1,36	1,39	1,41
Кукурудза на зерно	0–10	1,24	1,26	1,27	1,26	1,28	1,31	1,27	1,29	1,33	1,27	1,3	1,34	1,31	1,33	1,37
	10–20	1,28	1,3	1,31	1,27	1,29	1,32	1,35	1,39	1,41	1,37	1,39	1,42	1,37	1,4	1,44
	20–30	1,27	1,29	1,31	1,28	1,32	1,34	1,31	1,35	1,37	1,34	1,37	1,39	1,36	1,39	1,43
	0–30	1,26	1,28	1,30	1,27	1,30	1,32	1,31	1,34	1,37	1,33	1,35	1,38	1,35	1,37	1,41
Соняшник	0–10	1,23	1,25	1,26	1,25	1,28	1,3	1,26	1,3	1,32	1,28	1,31	1,33	1,29	1,33	1,35
	10–20	1,28	1,3	1,31	1,24	1,27	1,29	1,34	1,37	1,4	1,36	1,38	1,41	1,37	1,38	1,42
	20–30	1,25	1,28	1,29	1,29	1,3	1,34	1,29	1,33	1,35	1,3	1,31	1,35	1,31	1,34	1,37
	0–30	1,25	1,28	1,29	1,26	1,28	1,31	1,30	1,33	1,36	1,31	1,33	1,36	1,32	1,35	1,38
Соя	0–10	1,22	1,24	1,25	1,25	1,27	1,3	1,27	1,31	1,33	1,28	1,31	1,33	1,3	1,32	1,36
	10–20	1,27	1,28	1,3	1,28	1,31	1,33	1,36	1,38	1,41	1,37	1,4	1,43	1,38	1,41	1,45
	20–30	1,28	1,3	1,31	1,3	1,32	1,35	1,29	1,33	1,35	1,3	1,32	1,35	1,3	1,34	1,37
	0–30	1,26	1,27	1,29	1,28	1,30	1,33	1,31	1,34	1,36	1,32	1,34	1,37	1,33	1,36	1,39
Середнє		1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,3	1,4	1,3	1,4	1,4
Sx		0,004	0,004	0,004	0,004	0,003	0,004	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
V %		1,4	1,4	1,4	1,3	1,1	1,2	2,5	2,2	2,4	2,7	2,7	2,8	2,8	2,5	2,6
S		0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04
HIP ₀₅		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02

Примітка. I* – сівба, II – цвітіння, III – збирання

На варіанті мілкового (12–14 см) і поверхневого (6–8 см) безполіцевих обробітків щільність складення досліджуваного шару ґрунту була вищою і становила 1,33–1,41 г/см³. А найбільше ущільнення ґрунту в цей період

спостерігалось у варіанті прямої сівби – 1,38–1,44 г/см³. У подальшому в процесі повернення до рівноважної щільності та росту кореневої системи рослин, щільність складення ґрунту підвищувалася, а відзначені закономірності розподілу щільності складення ґрунту за варіантами обробітку ґрунту проявлялися до повної стиглості. Аналізуючи отримані результати, слід зазначити, що від щільності складення оброблюваного шару ґрунту залежать величина пористості, водопроникності, запасів продуктивної вологи, росту кореневої системи і розвитку рослин в цілому. У таблиці 3.3. наведена динаміка щільності і пористості оброблюваного шару 0–30 см впродовж вегетації сої залежно від попередника і обробітку ґрунту.

Таблиця 3.3

Вплив способів обробітку ґрунту та попередників на щільність складення та пористість оброблюваного шару ґрунту за вирощування сої (середнє за 2015–2017 рр.)

Попередник	Фаза вегетації	Обробіток ґрунту									
		полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)		безполіцевий (чизель-глибокороз-пушувач) на 20–22см		безполіцевий (дискова борона) на 12–14 см		безполіцевий (дискова борона) на 6–8 см		пряма сівба	
		dv, г/см ³	Рзаг, %	dv, г/см ³	Рзаг, %	dv, г/см ³	Рзаг, %	dv, г/см ³	Рзаг, %	dv, г/см ³	Рзаг, %
Пшениця озима (контроль)	I*	1,25	54,4	1,26	54,1	1,32	51,9	1,32	52,0	1,37	50,1
	II	1,28	51,6	1,29	51,2	1,36	48,8	1,35	51,2	1,4	47,3
	III	1,29	50,5	1,32	49,2	1,39	46,7	1,39	46,5	1,43	44,9
Ячмінь ярий	I	1,24	54,8	1,26	54,3	1,32	52,1	1,3	52,6	1,36	50,5
	II	1,26	52,5	1,29	51,3	1,35	48,9	1,34	51,4	1,39	47,7
	III	1,28	50,9	1,32	49,4	1,38	46,8	1,39	46,7	1,41	45,6
Кукурудза на зерно	I	1,26	54,1	1,27	53,8	1,31	52,4	1,33	51,8	1,35	51
	II	1,28	51,6	1,3	51,1	1,34	49,3	1,35	51,1	1,37	48,2
	III	1,3	50,1	1,32	49,1	1,37	47,3	1,38	46,8	1,41	45,6
Соняшник	I	1,25	54,4	1,26	54,2	1,3	52,8	1,31	52,2	1,32	51,9
	II	1,28	51,8	1,28	51,6	1,33	49,7	1,33	51,8	1,35	49,1
	III	1,29	50,5	1,31	49,6	1,36	47,8	1,36	47,6	1,38	46,9
Соя	I	1,26	54,3	1,28	53,6	1,31	52,5	1,32	52,1	1,33	51,8
	II	1,27	51,9	1,3	50,9	1,34	49,4	1,34	51,4	1,36	48,8
	III	1,29	50,5	1,33	49,0	1,36	47,6	1,37	47,3	1,39	46,4
Середнє		1,3	52,3	1,3	51,5	1,3	49,6	1,3	50,2	1,4	48,4
Sx		0,005	0,4	0,01	0,5	0,01	0,6	0,01	0,6	0,01	0,6
V %		1,4	3,2	1,9	3,9	2,0	4,4	2,1	4,7	2,2	4,8
S		0,02	1,70	0,02	2,03	0,03	2,21	0,03	2,38	0,03	2,31
НІР₀₅		0,01	1,3	0,02	1,6	0,02	1,7	0,02	1,8	0,02	1,8

Примітка. I* - сівба, II – цвітіння, III – збирання

Як видно з представлених даних, на час сівби сої, ґрунт характеризується оптимальними значеннями щільності і пористості незалежно від попередника і варіанту обробітку ґрунту, проте з тенденцією до погіршення цих показників за прямої сівби культури (50,1–51,8 %). Зростання щільності ґрунту, за проходження фаз росту і розвитку сої, спричиняло зниження його пористості. Особливо це спостерігалось за мілкого, поверхневого обробітку і прямої сівби.

Так на варіантах із застосуванням оранки і безполицевого (чизель) обробітку на 20–22 см показники щільності і пористості ґрунту на час збирання, мали рівні значення, і залежно від попередника становили, за оранки від 1,28 до 1,30 г/см³ і від 50,1 до 50,9 % та безполицевого (чизель-глибокорозпушувач) від 1,32 до 1,33 г/см³ і від 49,0 до 49,4 % відповідно.

За безполицевого мілкого і поверхневого обробітків ґрунту у період повної стиглості щільність складення становила від 1,36 до 1,39 г/см³ залежно від попередника, а пористість знижувалась до 46,5–47,8 %. Найвищими серед досліджуваних обробітків значення щільності складення (1,38–1,43 г/см³) і найнижчим пористості (44,9–46,9 %) ґрунту були на варіанті із прямою сівбою. У процесі вегетації сільськогосподарської культури, фізичні властивості ґрунтів як через пряму дію шляхом механічної перепони, так і посередньо, змінюючи вміст і склад ґрунтового повітря можуть істотно впливати на розвиток кореневої системи рослин.

3.2.2. Структурно-агрегатний склад чорнозему типового за вирощування сої

Обробіток ґрунту є одним з основних заходів спрямованих на підвищення врожайності сільськогосподарських культур і родючості ґрунту. Ефективність даного агротехнічного заходу, як основної ланки технології вирощування сільськогосподарської культури, у створенні оптимального структурного стану ґрунту є актуальним питанням і якому приділяється велика увага. Структура ґрунту є визначальною у формуванні повітряного, водного, поживного та інших режимів, а у підсумку отримання високих і сталих урожаїв сільськогосподарських культур [102, 130, 173, 174, 216].

Початок фундаментальним дослідженням структурного стану ґрунту було покладено в кінці XIX ст. німецьким агрофізиком Е. Вольні (1846–1901 рр.), який розглядав будову ґрунту, головним чином, як співвідношення в ньому агрегатів різної величини [102]. В. Р. Вільямс наочно показав, що основні елементи родючості – вода і поживні речовини – досягають найбільш повного прояву лише в ґрунті, який має міцну структуру. А всі агрономічні заходи дають найбільший ефект на структурному ґрунті [52, 112].

Тобто здатність структурних ґрунтів довше зберігати надану механічним обробітком будову, забезпечує зменшення витрат енергії на обробіток та більшу їх стійкість до водної і вітрової ерозії. За сучасними поглядами, найціннішою в агрономічному відношенні є не лише його грудкувато-зерниста макроструктура гумусових горизонтів ґрунту від 0,25 до 10 мм, а й дрібніших (менше 0,25 мм), або його мікроструктура. У цілому, кращим розміром частинок здебільшого вважають 0,25–3,00 мм для чорноземних і каштанових та 0,5–5,0 мм – для дерново-підзолистих суглинкових ґрунтів. У районах достатнього зволоження структурні частинки в межах оптимальних розмірів (0,25–10 мм) повинні бути крупнішими, ніж у посушливих [46, 154, 215, 241].

Структурно-агрегатний склад, як комплексний чинник формування продуктивності сільськогосподарських культур, у певних межах піддається регулюванню заходами основного обробітку ґрунту та в цілому сприяє кращому збереженню структури оброблюваного шару. Вивчення сезонних змін структурного стану чорнозему типового у посівах сої розміщеної після різних попередників та обробітків ґрунту проводили на початку та в кінці вегетації культури (табл. 3.4.).

Таблиця 3.4.

Вплив способів обробітку ґрунту та попередників на структурно-агрегатний склад чорнозему типового за вирощування сої, середнє за 2015–2017 рр.

Шар ґрунту, см	Розмір фракцій, мм	Полицевий обробіток ґрунту (оранка) на 20–22 см (контроль)		Безполицевий обробіток ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22см		Безполицевий обробіток ґрунту (дискова борона) на 12–14 см		Безполицевий обробіток ґрунту (дискова борона) на 6–8 см		Пряма сівба	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
попередник пшениця озима											
0–10	>10	14,01	11,51	13,50	11,30	13,05	12,25	12,54	13,64	15,89	17,99
	10–0,25	64,69	72,59	66,70	74,00	68,35	74,45	69,56	75,06	67,31	71,71
	<0,25	21,30	15,90	19,80	14,70	18,60	13,30	17,90	11,30	16,80	10,30
10–20	>10	16,46	14,16	15,63	13,63	16,39	15,89	15,73	16,13	17,01	17,61
	10–0,25	68,34	69,64	71,27	72,17	67,84	69,39	71,92	72,64	70,89	72,33
	<0,25	15,20	16,2	13,10	14,20	15,77	14,72	12,35	11,23	12,1	10,06
20–30	>10	20,69	17,69	22,55	19,95	21,43	21,03	22,91	21,91	27,12	26,52
	10–0,25	66,61	69,48	67,17	69,62	68,86	69,88	67,01	68,21	64,49	65,84
	<0,25	12,7	12,83	10,28	10,43	9,71	9,09	10,08	9,88	8,39	7,64
Середнє		33,3	33,3	33,3	33,30	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3
Sx		8,36	9,33	8,85	9,70	8,82	9,55	9,13	9,75	8,73	9,36
V %		75,2	84,0	79,7	87,30	79,4	85,9	82,2	87,7	78,6	84,3
S		25,08	28,00	26,56	29,09	26,46	28,64	27,40	29,24	26,20	28,09
HIP ₀₅		25,19	28,12	26,67	29,21	26,57	28,76	27,51	29,36	26,31	28,20

Продовження таблиці 3.4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
попередник ячмінь ярий											
0–10	>10	14,75	12,65	14,5	12,60	13,85	13,20	13,54	14,55	16,09	17,99
	10–0,25	63,35	70,77	64,7	71,62	66,75	72,91	68,16	73,79	66,41	71,08
	<0,25	21,9	16,58	20,8	15,78	19,40	13,89	18,30	11,66	17,50	10,93
10–20	>10	16,36	14,36	16,43	14,68	16,19	15,79	16,43	16,73	18,08	18,88
	10–0,25	68,13	69,27	69,57	70,41	68,69	70,06	70,22	70,97	70,47	71,54
	<0,25	15,51	16,36	14,00	14,91	15,12	14,15	13,35	12,30	11,45	9,58
20–30	>10	21,19	18,09	22,25	19,65	22,13	21,93	23,21	23,31	28,05	27,45
	10–0,25	66,92	69,70	67,21	69,59	67,83	68,66	66,44	68,21	64,16	65,48
	<0,25	11,89	12,21	10,54	10,76	10,04	9,41	10,35	8,48	7,79	7,07
Середнє		33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3
Sx		8,27	9,17	8,55	9,34	8,68	9,37	8,82	9,52	8,63	9,24
V %		74,5	82,5	76,9	84,0	78,1	84,4	79,4	85,7	77,7	83,2
S		24,82	27,50	25,64	28,01	26,04	28,12	26,46	28,57	25,89	27,73
HIP ₀₅		24,92	27,61	25,74	28,13	26,15	28,23	26,57	28,68	26,00	27,85
попередник кукурудза на зерно											
0–10	>10	14,15	11,75	13,75	11,40	14,15	13,35	13,64	14,54	16,19	18,01
	10–0,25	63,73	71,85	65,14	72,72	66,21	72,65	67,6	72,91	65,56	69,79
	<0,25	22,12	16,4	21,11	15,88	19,64	14,00	18,76	12,55	18,25	12,20
10–20	>10	17,16	14,96	16,83	15,08	17,19	16,69	17,53	17,83	18,87	19,55
	10–0,25	67,63	68,91	69,02	69,75	67,09	68,61	68,42	69,24	69,99	71,34
	<0,25	15,21	16,13	14,15	15,17	15,72	14,70	14,05	12,93	11,14	9,11
20–30	>10	23,39	20,49	23,05	20,70	22,83	22,33	23,91	24,11	28,71	28,14
	10–0,25	65,4	67,96	66,78	68,90	67,53	68,64	65,94	67,86	64,2	65,45
	<0,25	11,21	11,55	10,17	10,40	9,64	9,03	10,15	8,03	7,09	6,41
Середнє		33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3
Sx		8,27	9,17	8,55	9,34	8,68	9,37	8,82	9,52	8,63	9,24
V %		74,5	82,5	76,9	84,0	78,1	84,4	79,4	85,7	77,7	83,2
S		24,82	27,50	25,64	28,01	26,04	28,12	26,46	28,57	25,89	27,73
HIP ₀₅		24,92	27,61	25,74	28,13	26,15	28,23	26,57	28,68	26,00	27,85

Продовження таблиці 3.4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
попередник соняшник											
0–10	>10	14,62	12,62	14,21	12,36	14,67	13,97	13,87	14,67	16,68	18,68
	10–0,25	63,56	71,37	64,54	71,45	65,19	71,63	66,96	72,59	64,83	68,77
	<0,25	21,82	16,01	21,25	16,19	20,14	14,40	19,17	12,74	18,49	12,55
10–20	>10	18,35	16,40	17,43	15,59	17,75	17,45	18,23	18,73	19,37	19,94
	10–0,25	66,54	67,73	69,12	69,84	67,13	68,39	67,92	68,41	69,89	71,19
	<0,25	15,11	15,87	13,45	14,57	15,12	14,16	13,85	12,86	10,74	8,87
20–30	>10	24,09	20,89	22,87	19,87	23,21	22,81	24,32	24,82	29,21	28,6
	10–0,25	64,7	67,50	66,76	69,49	67,05	67,96	65,87	67,32	63,47	64,7
	<0,25	11,21	11,61	10,37	10,64	9,74	9,23	9,81	7,86	7,32	6,7
Середнє		33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3
Sx		8,01	8,93	8,47	9,27	8,37	9,08	8,50	9,17	8,44	9,00
V %		72,1	80,4	76,3	83,4	75,4	81,7	76,5	82,5	76,0	81,0
S		24,02	26,80	25,42	27,82	25,12	27,25	25,51	27,51	25,33	26,99
HIP ₀₅		24,11	26,91	25,52	27,93	25,23	27,36	25,62	27,62	25,44	27,10
попередник соя											
0–10	>10	14,83	12,43	14,11	11,81	14,1	13,3	13,57	14,27	17,08	19,04
	10–0,25	62,76	70,8	65,12	72,44	65,82	71,93	66,58	72,38	63,77	67,94
	<0,25	22,41	16,77	20,77	15,75	20,08	14,77	19,85	13,35	19,15	13,02
10–20	>10	19,15	16,65	18,33	16,13	18,65	18,45	19,03	19,33	19,87	20,47
	10–0,25	66,24	67,93	68,65	69,83	66,52	67,6	67,35	68	70,1	71,01
	<0,25	14,61	15,42	13,02	14,04	14,83	13,95	13,62	12,67	10,03	8,52
20–30	>10	24,43	21,03	23,07	20,07	23,52	23,92	24,3	25	29,56	28,99
	10–0,25	64,93	67,92	66,78	69,47	67,3	67,36	66,05	67,24	62,53	63,68
	<0,25	10,64	11,05	10,15	10,46	9,18	8,72	9,65	7,76	7,91	7,33
Середнє		33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3	33,3
Sx		7,95	8,94	8,49	9,36	8,41	9,02	8,45	9,12	8,32	8,84
V %		71,6	80,5	76,4	84,2	75,7	81,2	76,0	82,1	74,9	79,6
S		23,86	26,82	25,46	28,08	25,23	27,06	25,35	27,35	24,95	26,53
HIP ₀₅		23,96	26,93	25,56	28,19	25,34	27,17	25,45	27,46	25,05	26,64

За результатами проведених у 2015–2017 рр. досліджень було встановлено, що на початку вегетації сої значної різниці за рівнем оструктуреності ґрунту залежно від її попередників не спостерігалось. Хоча варіант із розміщенням сої після пшениці озимої характеризувався кращими показниками.

Більшою мірою зміни структурно агрегатного складу ґрунту залежали від обробітку ґрунту. У верхньому 0–10 см шарі ґрунту вміст агрономічно-цінних агрегатів за проведення оранки на 20–22 см варіював від 62,76 до 64,69 % (залежно від попередника сої). Застосування безполицевого чизельного обробітку ґрунту збільшувало їх частку до 64,54–66,70 %, а мілкого на 12–14 см і поверхневого на 6–8 см обробітків – до 66,2–69,56 %. На варіанті прямої сівби кількість агрономічно цінних агрегатів у 0–10 см шарі ґрунту складала 63,77–67,31 %. Аналіз структурного складу ґрунту в шарі 10–20 см показав, що загальна тенденція відносно вмісту агрономічно-цінних агрегатів залежно від обробітку ґрунту залишалася, проте їх частка порівняно із шаром ґрунту 0–10 см зростала. Зі збільшенням глибини дослідного шару ґрунту їх кількість зменшувалася, незалежно від обробітку ґрунту і попередника сої.

Встановлено перерозподіл структурних фракцій ґрунту залежно від його обробітку і глибини оброблюваного шару. За проведення оранки частка мікроагрегатів ($<0,25$) у 0–10 см шарі ґрунту становила 21,3–22,41 %, на варіанті безполицевого обробітку їх кількість зменшувалася до 19,8–21,25 %.

Тоді як за безполицевих обробітків, мілкого і поверхневого зменшувалася порівняно із оранкою на 2,33–3,40 % у абсолютному значенні. Варіант прямої сівби характеризувався найменшою часткою пилюватої фракції (16,8–19,15 %). Аналізуючи 20–30 см шарі ґрунту слід зазначити, що незалежно від попередника і обробітку ґрунту під сою, частка пилюватої фракції ґрунту зменшувалася на фоні зростання брилистої.

За період вегетації сої у ґрунті спостерігаються зміни у структурно агрегатному складі чорнозему типового (див. табл. 3.4.). На всіх досліджуваних варіантах спостерігається збільшення частки агрономічно цінної фракції за

рахунок зменшення пилюватої і брилистої. Найвища частка фракції ґрунту (10–0,25 мм) відмічена у 0–10 см шарі ґрунту. За проведення оранки на 20–22 см вона становила 70,8–72,6 %, безполицевого обробітку (чизель-глибокорозпушувач на 20–22 см) – 71,5–74,0 %, мілкої обробітку (дискова борона на 12–14 см) – 71,6–74,5 %, поверхневого обробітку (дискова борона на 6–8 см) – 72,4–75,1 %, прямої сівби – 67,9–71,7 %. Також слід зазначити, що на варіанті прямої сівби, порівняно з іншими обробітками ґрунту, спостерігалось збільшення брилуватої фракції ґрунту у 0–10 см шарі ґрунту.

Вплив способу і глибини обробітку і попередників сої на структурний стан ґрунту чіткіше прослідковується за коефіцієнтом структурності, тобто співвідношенням суми мікро- і макроагрегатів до мезоагрегатів. Серед попередників сої найвищий коефіцієнт структурності встановлено після пшениці озимої. Найнижчий після соняшника і сої. Що можливо пояснюється різною кількістю рослинних решток які надходять із цими культурами (рис. 3.6, додаток В).

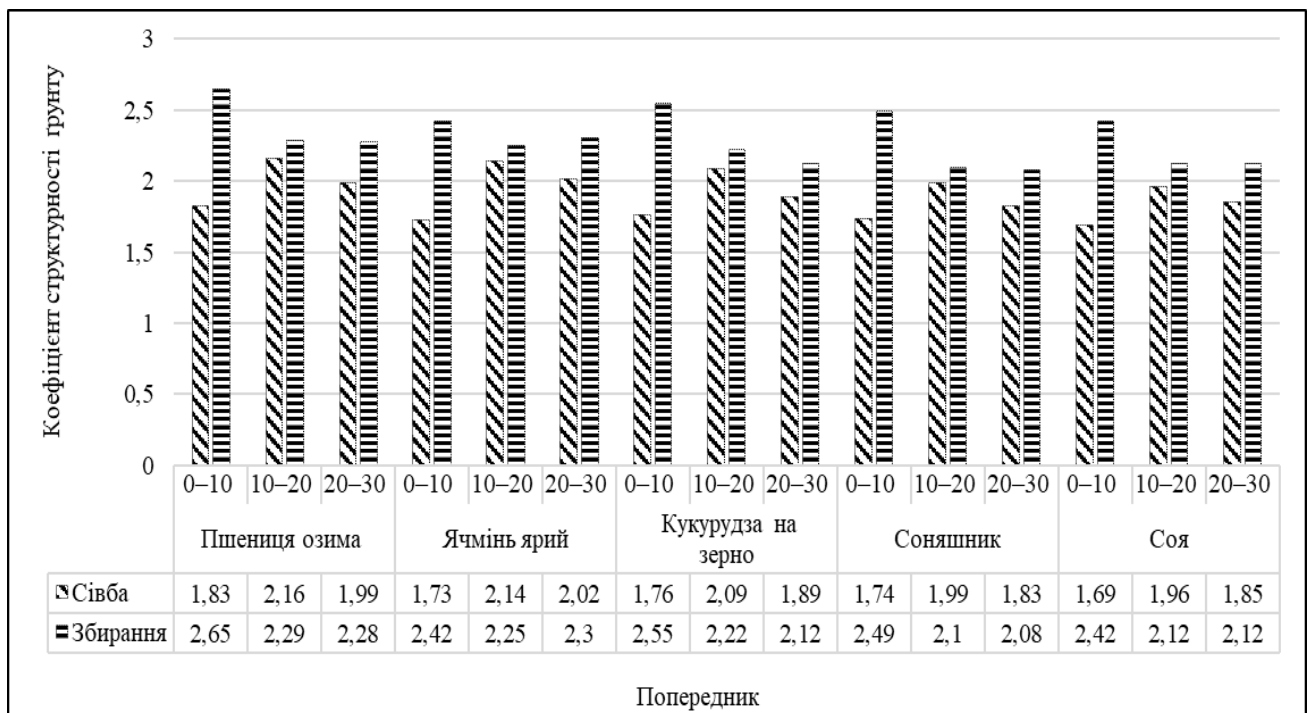


Рис. 3.6. Коефіцієнт структурності ґрунту залежно від попередників сої, середнє за 2015–2017 рр.

Способи і глибина обробітку по різному впливали на зміну структурно-агрегатного складу ґрунту. На початку вегетації сої найвищий показник коефіцієнта структурності у верхньому (0–10 см) спостерігали на варіантах мілкого та поверхневого обробітків ґрунту: за попередника пшениця озима – 2,16 і 2,29, ячмінь ярий – 2,01 і 2,14, кукурудза на зерно – 1,96 і 2,09, соняшник – 1,98 і 2,03, соя – 1,93 і 1,99 (рис. 3.7, додаток В).

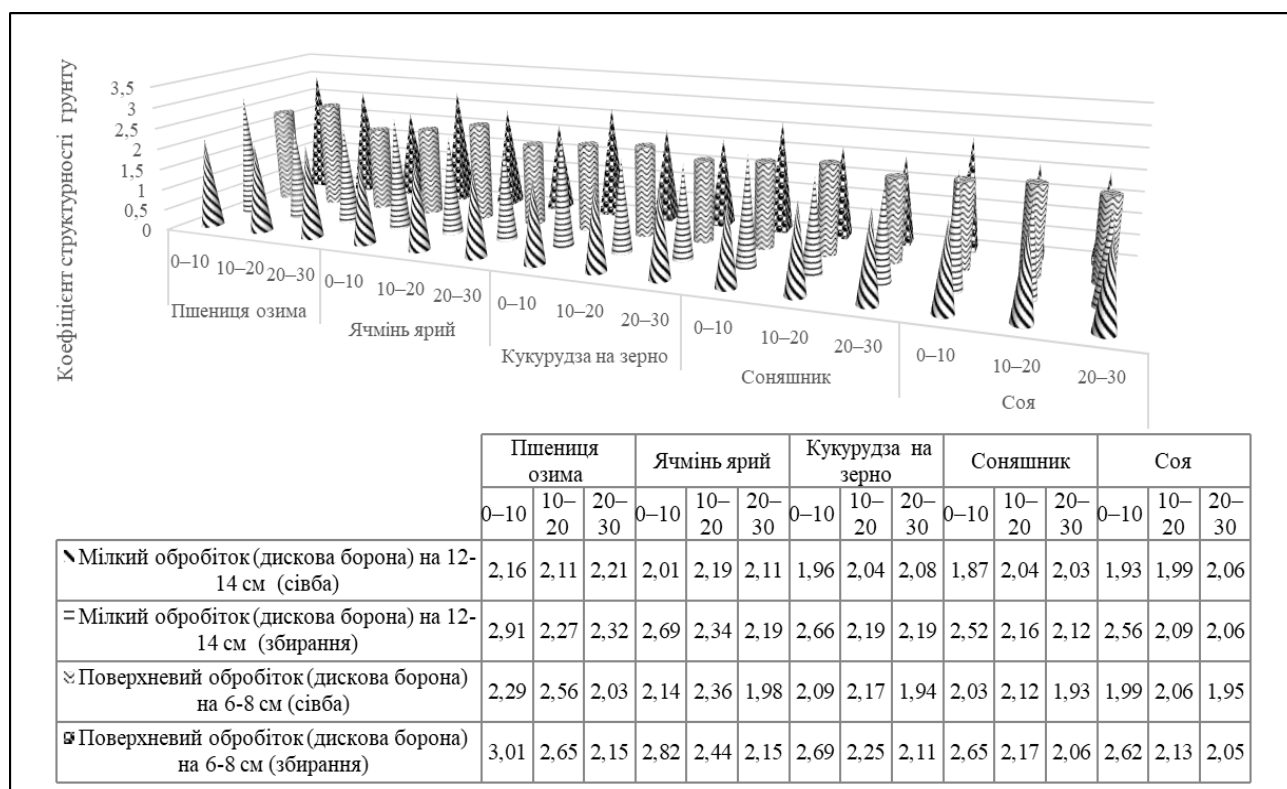


Рис. 3.7. Коефіцієнт структурності ґрунту залежно від попередників сої, середнє за 2015–2017 рр.

У нижніх шарах ґрунту (10–20 і 20–30 см) цей коефіцієнт був вищим на ділянках без обертання скиби, за рахунок ущільнення цих шарів і як результат сильнішого контакту окремих частинок. На час збирання врожаю сої незалежно від досліджуваних чинників, структура ґрунту покращувалася, що на нашу думку було результатом діяльності кореневої системи, мікробного ценозу та зміною процесів зволоження та підсихання. Тому різниця в дії обробітків ґрунту на структуру дещо згладжувалася, але основні закономірності виявлені на початку вегетації зберігалися.

Викладені в підрозділі результати досліджень дають підстави зробити наступні висновки:

1. Встановлено, що на чорноземі типовому малогумусному щільність складення ґрунту зростала від сівби до повної стиглості та не перевищувала оптимальних для більшості сільськогосподарських рослин значень ($1,30 \text{ г/см}^3$) за полицевого обробітку ґрунту (оранка) і безполицевого обробітку (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см.

2. Проведення безполицевого чизельного обробітку ґрунту формувало їх частку на рівні 66,7 %, а оранки 64,7 %. За розміщення сої після ячменю ярого, кукурудзи на зерно, соняшнику і сої спостерігається зменшення умісту агрономічно-цінних агрегатів. Упродовж вегетації сої спостерігається збільшення частки агрономічно-цінної фракції на 4,4–7,9 % за рахунок зменшення пилюватої і брилистої.

3.3. Поживний режим чорнозему типового за вирощування сої після різних попередників і обробітків ґрунту

Однією з основних умов родючості ґрунту є вміст у ньому поживних речовин, необхідних для росту і розвитку рослин, та мікробіологічної діяльності. Уміст доступних для рослин поживних речовин визначає поживний режим ґрунту, бо здатність ґрунту забезпечити рослини елементами живлення залежить не тільки від загального вмісту їх, а й від кількості доступних елементів живлення. Численні дослідні дані свідчать, що рослини крім води і азоту поглинають з ґрунту зольні елементи (калій, кальцій, магній, натрій, алюміній, марганець та ін.). Уміст у ґрунті поживних речовин – обов'язкова умова нормального розвитку рослин, а нагромадження їх у ґрунті в достатній кількості – основне завдання агротехніки.

На відміну від інших ґрунтів, чорноземи характеризуються високим вмістом поживних елементів, за даними Б. С. Носка, П. Я. Чесняка [159, 246] загальний вміст азоту в орному шарі найбільше поширених підтипів чорноземів становить від 0,15 до 0,30 %, фосфору – від 0,10 до 0,28, калію – у межах 2–3 %

від маси ґрунту. Що у перерахунку на запаси в кореневмісному шарі ґрунту, становить— 32 т/га по азоту, 24 – фосфору і 400 т/га – калію.

Проте слід зазначити, що на чорноземних ґрунтах частка доступних форм азоту становить всього 1–2,5 % від загального його вмісту. Отже, рівень забезпеченості ґрунту азотом, доступним для рослин, впродовж їх вегетаційного періоду, визначається за його мінеральними формами, а також показником нітрифікаційної здатності. Численні дослідження азотного, фосфорного і калійного режимів різних ґрунтів свідчать про специфіку процесів переходу елементів живлення з міцно фіксованих сполук у більш рухомі різні форми зв'язку з мінеральною і органічною частинами ґрунту, різну ступінь їх рухомості, переміщення та засвоєння рослинами.

Унаслідок тривалих і складних процесів перетворень важкодоступні для рослин форми поживних елементів надходять до ґрунтового розчину у легкообмінному стані і у певному для конкретного ґрунту співвідношенні. У кінцевому підсумку це визначає хімічний склад рослин, біологічні властивості яких формувалася під впливом конкретного режиму живлення. Порушення поживного режиму у той чи інший бік можуть мати для рослин небажані наслідки [219, 245].

Установлено, що навіть ті властивості ґрунтів, які мають позитивний вплив на продуктивність рослин, за переходу через певні межі можуть негативно впливати на фізіологічні функції рослин, які пов'язані з метаболізмом елементів живлення, диханням, інтенсивністю фотосинтезу. Так, надлишок азотного живлення призводить до накопичення в рослинах мінеральних форм азоту, погіршення амінокислотного складу білків, зниження стійкості рослин до ураження хворобами і шкідниками; перевищення оптимуму рухомих форм фосфатів посилює інтенсивність дихання рослин і призводить до непродуктивних витрати вуглеводів. Однобічне збільшення в ґрунті умісту калію призводить до порушення процесів засвоєння рослинами Ca^{2+} , Mg^{2+} . За реакцією середовища значні зміни спостерігаються відносно мікроелементів, збільшення концентрації одних катіонів за рахунок інших [92]. Тому

регулювання вмісту і співвідношення елементів живлення в ґрунті шляхом внесення добрив з урахуванням як потреби рослин, так і ґрунтово-кліматичних умов є однією з передумов формування високої продуктивності посівів. Результати досліджень, пов'язаних з формуванням поживного режиму ґрунту на фоні застосованих норм добрив за різних систем удобрення, показано за розміщення сої після різних попередників і обробітків ґрунту.

Азот один із найважливіший елементів живлення рослин, що входить до складу всіх амінокислот, з яких побудована молекула білка. Д. М. Прянишников, узагальнюючи багатовіковий досвід землеробства, відмічав, що головною умовою, яка визначає середній рівень урожаю, є ступінь забезпечення сільськогосподарських культур доступними формами азоту в ґрунті [181].

Але останні, в ґрунті представлені дуже незначними величинами (1–3 %). Інша частина азоту (97–99 %) міститься у формах складних органічних сполук – гумусових, білкових та інших недоступних сполуках, які в процесі мінералізації перетворюються на доступні форми NH_4^+ і NO_3^- . Тому ступінь забезпеченості сільськогосподарських рослин доступним азотом визначають за вмістом його мінеральних форм (NH_4^+ , NO_3^-), а також умістом лужногідролізованого азоту.

Дослідженнями доведено пріоритетну роль нітратного іону в живленні рослин порівняно до амонійного за вирощування рослин у ґрунтовому середовищі, тобто, у польових умовах [55, 91]. Якщо безперечним є наукове положення про фізіологічну рівноцінність цих двох іонів як джерел азотного живлення рослин [182], у польових умовах за вирощування на різних ґрунтах проявляється їх агрономічна нерівноцінність з причини різної рухомості цих форм азоту в ґрунті та їх доступності рослинам у природних умовах.

Нітратна форма азоту, як відомо, знаходяться в ґрунтовому розчині і легко використовуються рослинами, у той час, як катіони амонію, маючи позитивний заряд, міцно утримуються ґрунтовим вбирним комплексом і вивільнюються у розчин виключно внаслідок фізико-хімічних реакцій

обмінного характеру. Потрапляючи в ґрунтовий розчин з добривами або ж внаслідок трансформації органічної речовини ґрунту, іон амонію швидко окислюється киснем ґрунту за допомогою групи мікроорганізмів у іон NO_2 , а потім – у NO_3 , і у цій формі азот надходить безпосередньо до рослини. Частка амонію ґрунтового розчину міцно «фіксується» кристалічною решіткою мінералів групи гідролітів і стає практично недоступною процесам нітрифікації і засвоєнню рослинам. Кількість нітратного азоту, яка накопичується в ґрунті, залежить від ґрунтової відміни і вмісту гумусу в ньому, а також від удобрення рослин. Як правило, чим вищий рівень родючості ґрунту, тим більша кількість нітратів і вища нітрифікаційна здатність. Тому за середньої забезпеченості ґрунту азотом рекомендована норма добрив залишається без зміни, за високої – знижується на 25–30 %, а за низької – підвищується на 25–30 % [61, 229].

Таким чином, азот рослини використовують як в окисленій, так і у відновленій формі у вигляді солей азотної кислоти та амонію, крім того, рослини використовують розчинні у воді амінокислоти. На чорноземах вміст мінерального азоту залежить від системи удобрення, розміщення культури в сівозміні (попередник), способу обробітку ґрунту, що у цілому впливає на перебіг мікробіологічних процесів і вивільнення сполук NH_4 , NO_3 у ґрунті. Під впливом способів обробітку й системи удобрення підвищується вміст мінерального азоту в ґрунті. Саме обробіток ґрунту сприяє розподіленню поживних речовин відповідно до його глибини, що значно впливає на процеси мінералізації й іммобілізації азоту. Також слід зазначити, що важливим показником оцінки азотного режиму ґрунту, є рівень вмісту лужногідролізованого азоту, який є найближчим резервом азотного живлення для рослин.

Застосування обробітку ґрунту на чорноземі підвищує мікробіологічну діяльність, посилює біологічну активність, а, отже мінералізацію органічної речовини і як наслідок перехід азоту з органічних у мінеральні форми. Інтенсивність цих процесів залежить від способу і глибини основного обробітку ґрунту. Глибока оранка сприяє активному розвитку мікрофлори в

орному шарі й особливо в нижній його частині. За мінімальної обробки біологічна активність та процеси накопичення мінеральних форм азоту різко посилюються у шарі ґрунту 0–15 см.

Дослідження проведені на чорноземах типових малогумусних упродовж вегетаційного періоду показали, що у період сходів сої, кількість мінерального азоту, у шарі ґрунту 0–30 см, варіювала від 16,2 до 25,1 мг/кг ґрунту, залежно від розміщення сої після різних попередників на фоні проведення оранки на 20–22 см та внесення мінеральних добрив у нормі $N_{45}P_{60}K_{60}$ (рис. 3.8., додаток Г).

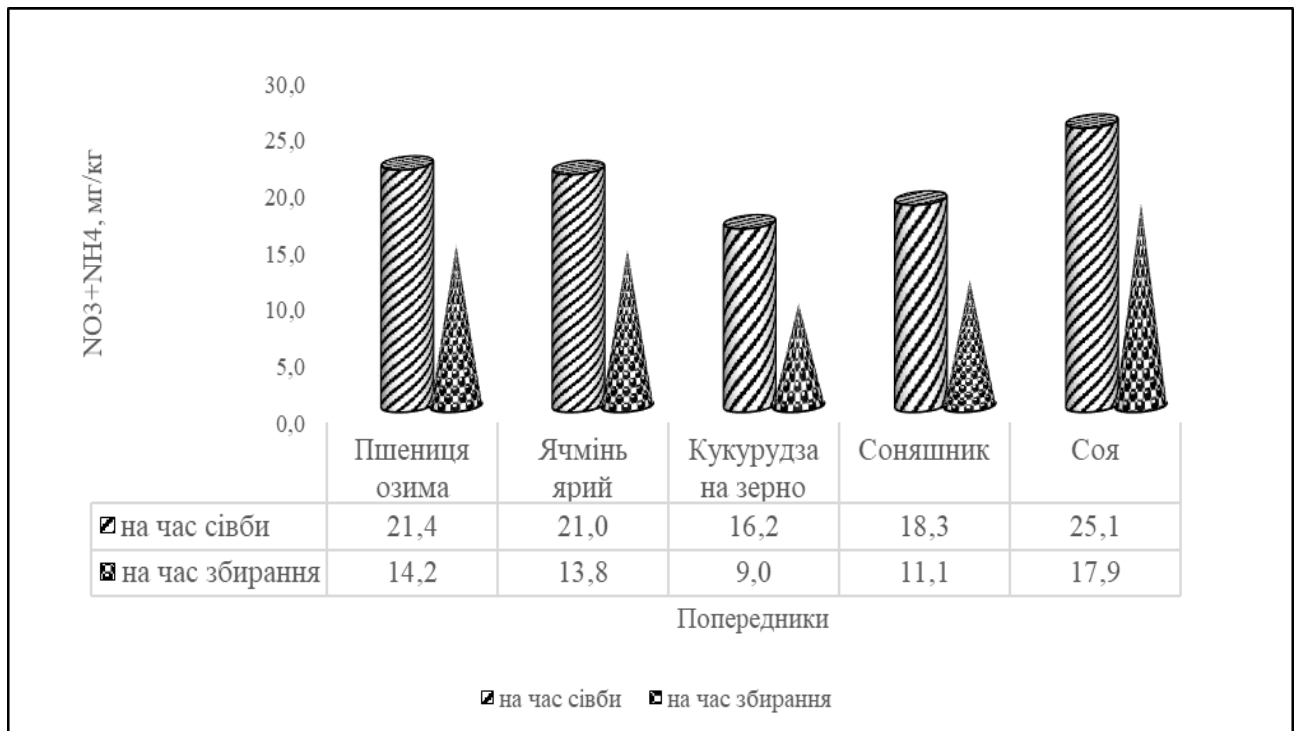
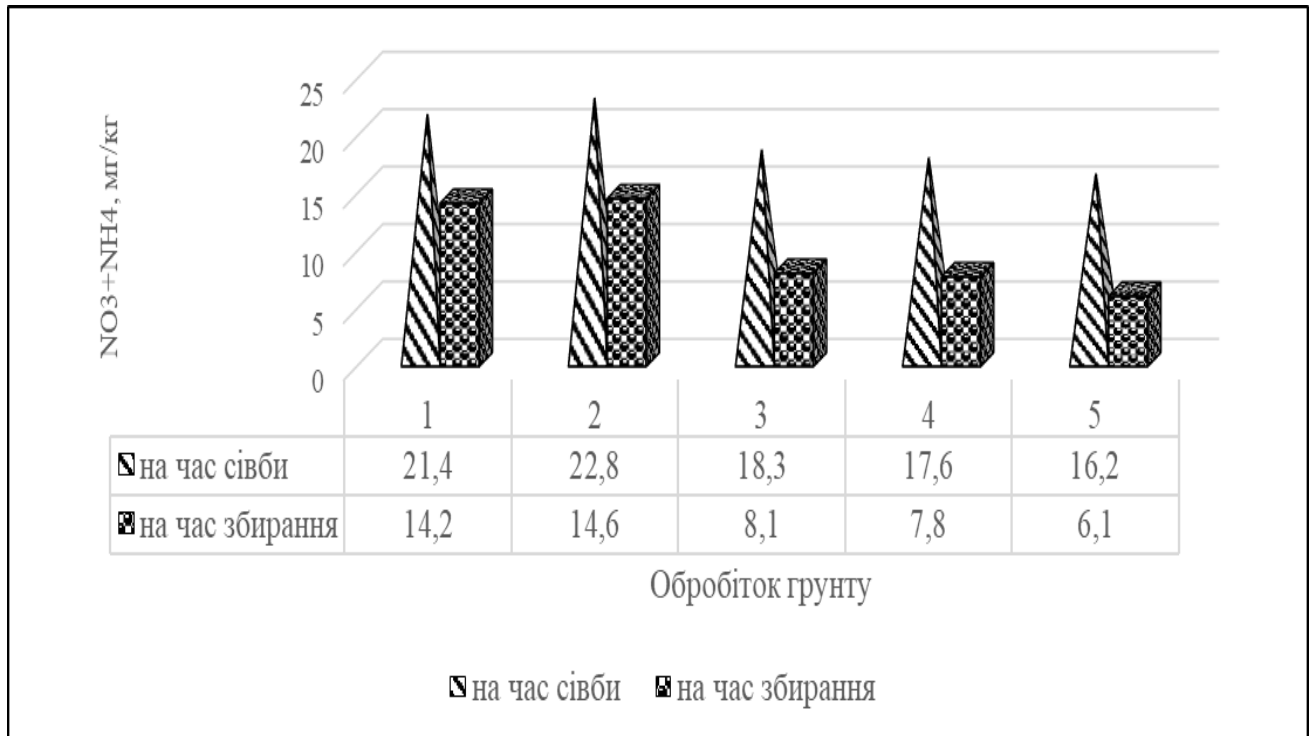


Рис. 3.8. Вміст мінерального азоту у 0–30 см шарі ґрунту у посівах сої залежно від попередників, мг/кг ґрунту середнє за 2015–2017 рр.

Найвищий уміст мінерального азоту відмічено за розміщення сої після сої (25,1 мг/кг ґрунту) і колосових зернових попередників (пшениця озима і ячмінь ярий) – 21,4 і 21,0 мг/кг. На відміну від оранки, використання чизельного обробітку веде до змін фізичних показників ґрунту, як наслідок прискорення мінеральних процесів у ньому й підвищити вмісту мінерального азоту.

Зокрема, дослідженнями відмічено, що уміст мінерального азоту у варіанті чизельного обробітку ґрунту був на 1,5–3,1 мг/кг вищим порівняно до

оранки, що у відносному значення становило від 6,5 до 15,4 % (рис. 3.9, додаток Г).



Примітка. 1. Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль); 2. Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см; 3. Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см; 4. Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см; 5. Пряма сівба.

Рис. 3.9. Вміст мінерального азоту у 0–30 см шарі ґрунту у посівах сої залежно від обробітку ґрунту, мг/кг ґрунту середнє за 2015–2017 рр.

За проведення мілкового обробітку на 12–14 см, уміст мінерального азоту порівняно до оранки знижувався від 1,1 до 3,2 мг/кг ґрунту або від 5,2 до 17,5 % залежно від попередника. У варіанті із поверхневим обробітком ґрунту на 6–8 см зниження умісту мінерального азоту становило від 4,9 до 17,9 %, а за прямої сівби від 19,1 до 25,1 % порівняно із варіантом де проводилась оранка на 20–22 см. На кінець вегетації сої уміст мінерального азоту зменшився у результаті використання його рослинами впродовж вегетації і більшою мірою залежав від способу обробітку ґрунту. Аналізуючи отримані результати досліджень зміни умісту лужногідролізованого азоту, залежно від досліджуваних чинників, слід зазначити, що він залежав не лише від попередника, а й обробітку ґрунту, проте дещо в меншій мірі (Додаток Г.1, Г.2).

Підтвердженням цих закономірностей є представлені результати аналізу зміни умісту лужногідролізованого азоту залежно від розміщення сої після різних попередників на фоні проведення оранки на 20–22 см (контроль) (рис. 3.10., Додаток Г. 1, Г. 2).

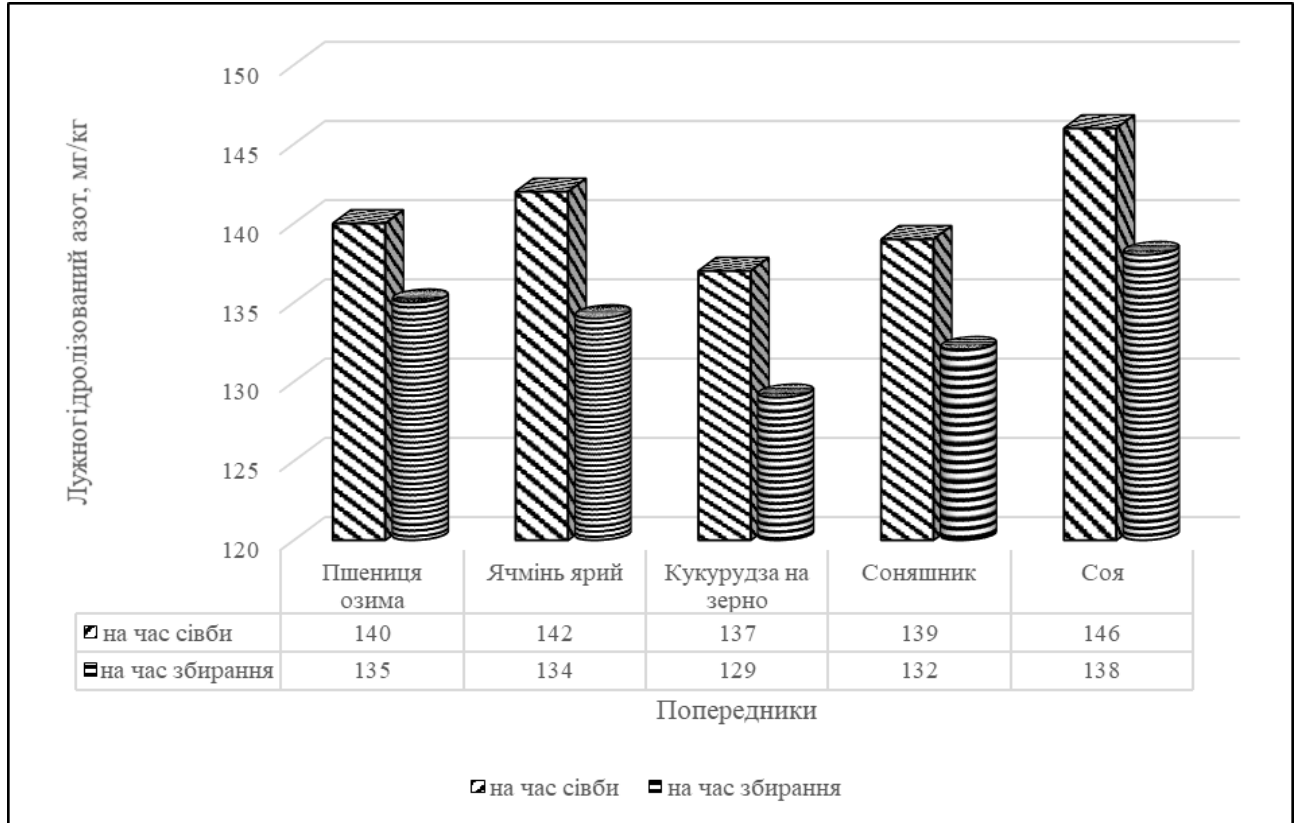


Рис. 3.10. Динаміка вмісту лужногідролізованого азоту у посівах сої залежно від розміщення після різних попередників, середнє за 2015–2017 рр.

Встановлено, що на час сівби найвищий уміст лужногідролізованого азоту відмічено у варіанті із використанням сої як попередника для сої (146 мг/кг ґрунту). За розміщення після озимих зернових колосових культур уміст лужногідролізованого азоту знаходився у межах 140–142 мг/кг, після кукурудзи він мав значення 137 мг/кг, а соняшнику 139 мг/кг ґрунту.

У процесі росту і розвитку рослин сої вміст лужногідролізованого азоту впродовж вегетаційного періоду знижувався, що пов'язано з більшим поглинанням його мікроорганізмами, проте загальна тенденція стосовно попередників збереглася.

Рухомий фосфор. У мінеральному живленні рослин особливу роль відіграє фосфор, оскільки він здатен утворювати сполуки з великим запасом енергії, яка

вивільняється у процесі їх гідролізу. Матеріальною основою передачі спадкових ознак, які «записані» у молекулах ДНК і РНК, є сполуки фосфору, що входять до складу цих молекул. За нестачі фосфору затримується редукція нітратів в рослинах, оскільки фосфор впливає на характер окислювально-відновлювальних реакцій, пов'язаних саме з відновленням NO_3 і NH_3 .

Забезпеченість рослин достатньою кількістю фосфатів залежить від запасів їх у ґрунті, ступеня рухомості і ряду умов, що впливають на засвоєння фосфору з ґрунту і добрива. В органічній формі фосфор в основному перебуває у складі гумусу. Гумусові сполуки фосфору становлять близько 50–70 % загального вмісту орґанофосфатів у ґрунті. У ґрунті загальний вміст фосфору, як правило, нижчий, ніж азоту й особливо калію. Його кількість у різних типах ґрунтів коливається від 0,04 до 0,22 % і залежить від механічного складу ґрунту та вмісту в ньому гумусу. Вміст фосфору в ґрунті зменшується з глибиною. Фосфор у вигляді мінеральних сполук переважає над вмістом органічних сполук. Мінеральні сполуки фосфору у ґрунті перебувають у вигляді солей кальцію, заліза та алюмінію.

Найкращими джерелами фосфорного живлення в ґрунті є водорозчинні калієві, натрієві, амонійні, кальцієві і маґнієві солі фосфорної кислоти. На підставі визначення оптимальних параметрів агрономічних властивостей чорноземів типових різного рівня родючості уміст в орному шарі ґрунту від 150 до 190 мг P_2O_5 мг/кг (за Чириковим) характеризує високу забезпеченість і рівень родючості ґрунту. Уміст рухомого фосфору на час закладки дослідів становив 106 мг/кг ґрунту.

Численними дослідженнями встановлено, що пошаровий розподіл рухомого фосфору в ґрунті підпорядковується наступній закономірності: максимум акумуляції фосфору у верхньому шарі 0–25 см, що пов'язано з низькою міграційною здатністю цього елемента [6, 36].

За результатами проведених упродовж 2015–2017 рр. досліджень, було встановлено динаміку вмісту рухомого фосфору на всіх варіантах дослідів залежно від досліджуваних чинників. Встановлено, що за внесення однакових

доз добрив залежно від обробітку уміст рухомого фосфору у ґрунті суттєво не змінювався (табл. 3.5., Додаток Г. 3, Г. 4).

Таблиця 3.5.

Вплив обробітку ґрунту та попередників на вміст рухомого фосфору в чорноземі типовому під соєю в шарі 0–30 см, мг/кг ґрунту

Обробіток ґрунту	Попередник	Сходи	Збирання
Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	пшениця озима	104	92
	ячмінь ярий	105	93
	кукурудза на зерно	100	88
	соняшник	103	91
	соя	106	94
Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	пшениця озима	105	93
	ячмінь ярий	104	93
	кукурудза на зерно	101	89
	соняшник	103	91
	соя	104	92
Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	пшениця озима	104	92
	ячмінь ярий	105	93
	кукурудза на зерно	102	90
	соняшник	103	91
	соя	104	92
Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	пшениця озима	105	93
	ячмінь ярий	104	92
	кукурудза на зерно	103	91
	соняшник	104	92
	соя	105	93
Пряма сівба	пшениця озима	104	92
	ячмінь ярий	103	91
	кукурудза на зерно	101	89
	соняшник	102	90
	соя	104	92

Проте за розміщення сої після різних попередників, спостерігалася певна тенденція щодо змін умісту рухомого фосфору у ґрунті за її вирощування (рис 3.11.).

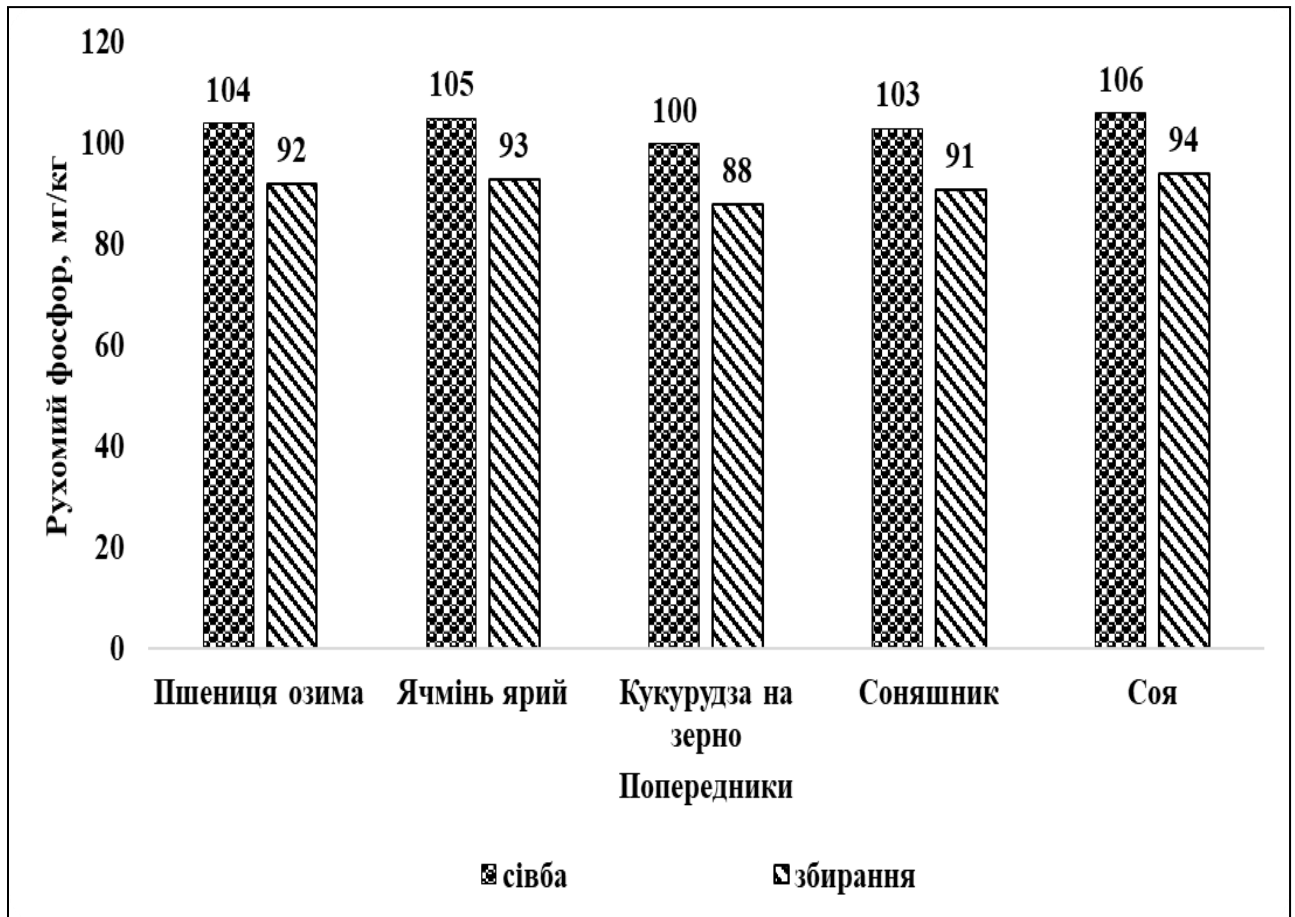


Рис. 3.11. Динаміка вмісту рухомого фосфору у посівах сої залежно від розміщення після різних попередників, середнє за 2015–2017 рр.

Таким чином, застосування побічної продукції попередника (органічної речовини), яка у процесі свого розкладу служить енергетичним матеріалом для життєдіяльності мікроорганізмів, тим самим підвищує загальну біологічну активність оброблювального шару ґрунту. Висока біологічна активність в свою чергу сприяє виділенню в ґрунт додаткової кількості вуглекислоти та інших органічних сполук, які впливають на розчинення та переведення у доступні форми фосфору, які надходять у ґрунт.

Потрібно відмітити, що на час сівби сої найвищий вміст рухомого фосфору в оброблюваному шарі чорнозему типового відмічено встановлено за розміщення її після сої 106 мг/кг і зернових колосових культур 104–105 мг/кг ґрунту. У варіантах з розміщенням сої після кукурудзи на зерно і соняшнику його вміст становив 100 і 103 мг/кг ґрунту відповідно.

На кінець вегетації сої кількість рухомого фосфору зменшилась в оброблюваному шарі ґрунту як через використання фосфору рослинами культури, так і за посилення процесів переходу фосфору в малорухомі сполуки, що залежно від попередника у відносному значенні становило від 11,3 до 12 %.

Рухомий калій. Фізіологічна роль калію у мінеральному живленні рослин пов'язана з накопиченням розчинних вуглеводів і цукрів що редукуються, з активізацією діяльності багатьох ферментів, участю у транспортуванні різних сполук, в енергетичному обміні – як носія електронів. Нестача калію призводить до послаблення процесів окислювального фосфорилювання, блокування синтезу білків, що пов'язано зі зниженням якості продукції. Близько 4/5 загального вмісту калію в рослинах припадає на клітинний сік, решта адсорбована колоїдами. Органічних сполук калію в рослинах не виявлено.

У ґрунті, на відміну від ґрунтоутворюючих порід, калій знаходиться не лише в складі мінеральних структур, а входить до складного органо-мінерального колоїдного комплексу (рештки рослинного, тваринного та мікробіологічного походження). За результатами багаторічних досліджень [7] калій в ґрунтах розподіляється на такі форми: 1) водорозчинний – це калій легкорозчинних солей мінеральних і органічних кислот; 2) рухомий – основний елемент для забезпечення ґрунту доступним для рослин калієм; 3) важко обмінний або резервний калій ґрунту; 4) нерухомий, в т.ч. фіксований калій – становить майже половину валового вмісту калію, що здатний поступово перетворюватися в обмінні форми; 5) калій нерозчинних алюмосилікатів; 6) калій органічної речовини ґрунту (мікроби, органічні рештки).

Для оцінки ступеню забезпеченості ґрунтів калієм використовують як правило, вміст рухомого калію [25, 65]. Встановлена певна залежність використання рослинами калію ґрунту відносно вмісту його рухомої форми.

В Україні вміст рухомого калію в оброблюваному шарі ґрунту значною мірою відтворює природні зональні особливості і тісно пов'язаний з валовим калієм: він коливається від 10–40 мг в дерново-підзолистих глинисто-піщаних

грунтах Полісся, до 290–370 мг на кг ґрунту в чорноземах звичайних і південних. За результатами проведених досліджень встановлено, що уміст рухомого калію в досліджуваному шарі ґрунту (0–25 см), на час сівби варіював у межах 80,7–85,1 мг/кг ґрунту відповідно до досліджуваних факторів (табл. 3.6, Додаток Г.5, Г.6).

Таблиця 3.6.

Вплив обробітку ґрунту та попередників на вміст рухомого калію в чорноземі типовому під соєю в шарі 0–30 см, мг/кг ґрунту

Обробіток ґрунту	Попередник	рухомий калій	
		сходи	збирання
Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	пшениця озима	84,4	79,2
	ячмінь ярий	84,7	78,7
	кукурудза на зерно	83,9	78,4
	соняшник	83,2	78,3
	соя	85,1	79,0
Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	пшениця озима	84,5	79,8
	ячмінь ярий	84,1	79,5
	кукурудза на зерно	81,9	77,4
	соняшник	80,7	76,2
	соя	83,6	78,8
Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	пшениця озима	84,6	79,2
	ячмінь ярий	83,9	78,7
	кукурудза на зерно	82,8	77,7
	соняшник	81,2	75,8
	соя	83,5	78,3
Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	пшениця озима	84,6	79,4
	ячмінь ярий	83,9	78,8
	кукурудза на зерно	83,2	77,7
	соняшник	82,0	76,7
	соя	84,1	78,9
Пряма сівба	пшениця озима	83,7	78,7
	ячмінь ярий	83,6	78,5
	кукурудза на зерно	82,6	77,3
	соняшник	81,1	75,9
	соя	84,0	78,4

Залежно від обробітків ґрунту, слід зазначити, що значної різниці за вмістом рухомого калію не відмічено, хоча у варіантах з проведенням оранки і безполицевого обробітку ґрунту на 20–22 см уміст рухомого калію у 0–25 см шарі ґрунту був дещо вищим порівняно з поверхневим обробітком на 68 см і варіантом з прямою сівбою.

Відповідно від розміщення сої після попередників, але незалежно від обробітку ґрунту, більший уміст рухомого калію відмічено у варіантах після зернових колосових культур і сої (рис 3.12.).

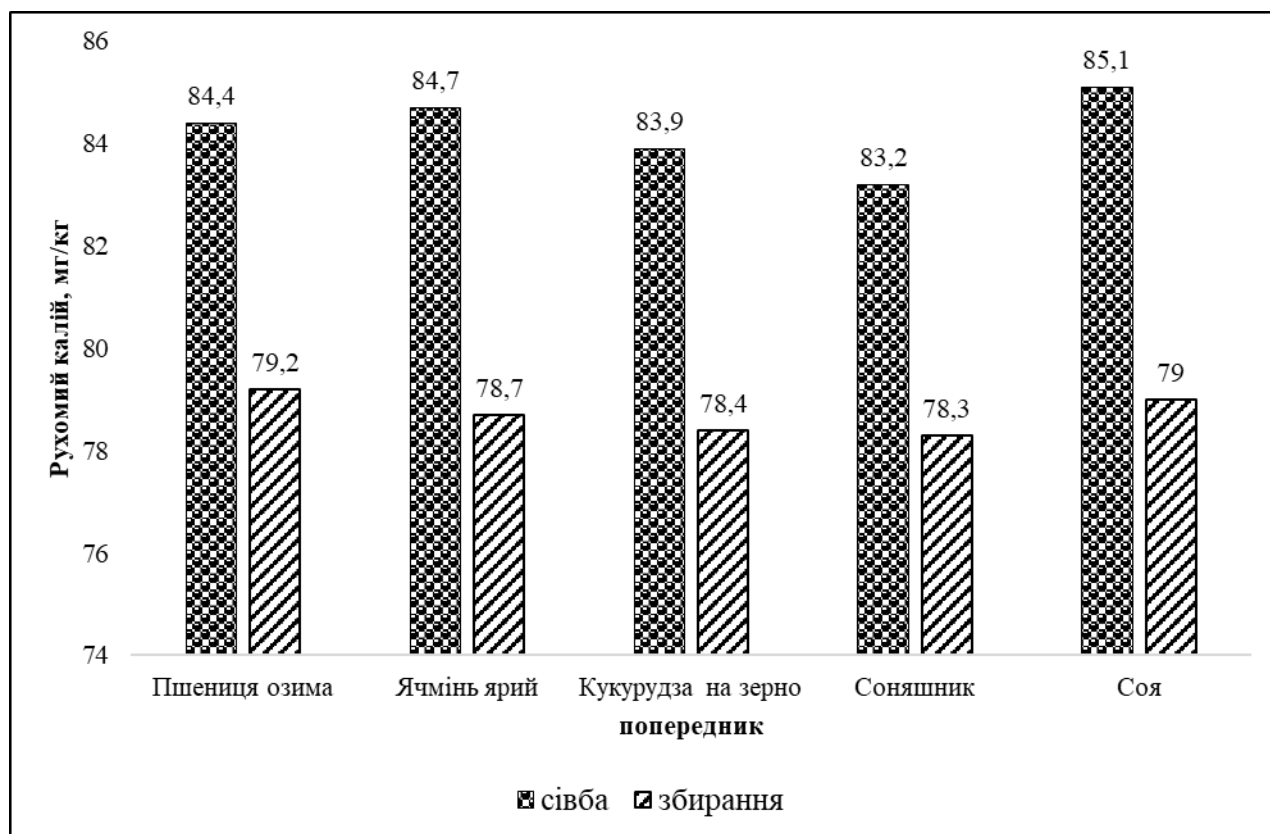


Рис. 3.12. Динаміка вмісту рухомого калію у посівах сої залежно від розміщення після різних попередників, середнє за 2015–2017 рр.

На час сівби вміст рухомого калію в оброблюваному шарі чорнозему типового коливався у межах від 83,2 мг/кг ґрунту за вирощування сої після соняшнику до 85,1 мг/кг – після сої. Після зернових колосових попередників (пшениця озима і ячмінь ярий) уміст рухомого калію знаходився в межах 84,4 і 84,7 мг/кг, після кукурудзи – 83,9 мг/кг. У процесі вегетації уміст калію зменшувався і на час збирання становив від 78,3 до 79,2 мг/кг ґрунту залежно

від попередника. Найвищий відносний показник зниження рухомого калію на кінець вегетації сої – 7,72 % отримано за вирощування її після сої, а найменший 6,3 % після соняшнику.

Викладені в підрозділі результати досліджень дають підстави зробити наступні висновки:

1. У Правобережному Лісостепу України на чорноземі типовому малогумусному оптимальні параметри вмісту мінерального і лужногідролізованого азоту забезпечило розміщення сої після сої і зернових колосових культур за проведення безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см. Що забезпечило уміст мінерального азоту на рівні 21,0–25,1 мг/кг ґранту, а лужногідролізованого 145–149 мг/кг ґрунту.

2. Встановлено, що вміст рухомого фосфору залежно від обробітку ґрунту суттєво не змінювався. Залежно від попередника, забезпечення рухомим фосфором, на час сівби сої становило після кукурудзи на зерно – 100 мг/кг ґрунту, соняшнику – 103, пшениці озимої – 104, ячменю ярого – 105 і сої 106 мг/кг ґрунту. На кінець вегетації уміст рухомого фосфору залежно від попередника сої знижувався від 11,3 до 12 %.

3. Найвищий уміст рухомого калію відмічено за розміщення сої після зернових колосових культур і сої (84,4–85,1 мг/кг ґрунту) у варіанті з полицевим обробітком ґрунту (оранка) на 20–22 см.

3.4. Баланс поживних речовин у посівах сої залежно від досліджуваних чинників

Контроль і регулювання балансу елементів живлення рослин у землеробстві є актуальною проблемою у сучасних умовах ведення аграрного бізнесу. Окрім практичних цілей (визначення раціональних науково обґрунтованих норм внесення добрив та рівня повернення поживних речовин у ґрунт), балансові розрахунки дають уяву про спрямованість сучасного ґрунтоутворюючого процесу [121, 123].

Визначення балансу біогенних елементів є науковою основою розробки сучасної системи удобрення сільськогосподарських культур. Ці дослідження

мають акцентувати увагу на його основних статтях – виносі поживних речовин врожаєм культур та надходженні їх в ґрунт з добривами. Проте, без урахування інших джерел виносу і надходження біогенних елементів в ґрунті неможливо визначити, наскільки та чи інша система удобрення оптимальна для отримання високої продуктивності сільськогосподарських культур та підвищення родючості ґрунту, та про колообіг поживних речовин у системі «ґрунт-рослина» у цілому [100, 239].

Для визначення балансу елементів живлення в системі «ґрунт-рослина», перш за все, необхідно знати, яку кількість основних поживних речовин виносять з урожаєм рослини, яка втрачається з ґрунту, виходячи за межі біологічного колообігу поживних речовин. Слід зазначити, що загальна кількість біогенних елементів, яку використовують сільськогосподарські рослини на побудову свого організму, носить назву біологічного виносу. А та частина, яка міститься в урожаї основної продукції і виноситься з поля, становить, так званий, «господарський винос». Він визначається двома чинниками – величиною врожаю основної і побічної продукції культур і відносним умістом у продукції поживних речовин. Загально відомо, що уміст у рослинах поживних речовин залежить, перш за все, від їх біологічних особливостей. Зокрема у бобових культур переважаючим елементом у біомасі є азот, у картоплі – в основній продукції – калій, а в зерні пшениці озимої вміст фосфору в 3–4 рази вищий, ніж у буряків цукрових. Такі їх біологічні особливості у потребі в елементах живлення характерні для усіх ґрунтово-кліматичних зон їх вирощування, проте, останні можуть зумовлювати значні коливання врожаїв культур, а звідси і вмісту в них поживних речовин.

Зважаючи на те, що специфічні для окремих сільськогосподарських культур особливості накопичення речовин є показником сталим, слід зазначити, що для визначення балансу поживних речовин у певних ґрунтово-кліматичних умовах треба використовувати параметри їх колообігу відповідні саме цим умовам.

3.4.1. Хімічний склад рослин сої та господарський винос поживних речовин урожаєм культури

За результатами проведених досліджень уміст азоту у основній і побічній продукції сої варіював у межах 6,12–6,26 % і 0,87–0,89 %. Уміст фосфору в товарній продукції урожаю у декілька разів більше, ніж у нетоварній (побічній). Результати досліджень показали, що відносний уміст фосфору в основній продукції сої знаходився у межах 1,11–1,14 %, що у 4,3 рази вищий ніж у побічній продукції (0,26–0,27 %). У більшості сільськогосподарських культур уміст його у побічній продукції вищий, ніж у товарній: уміст калію в основній і побічній продукції становив 1,24–1,26 % і 1,45–1,47 %. Отже, ступінь повернення калію в ґрунт з нетоварною масою врожаю (наприклад з соломою, безпосередньо як з добривом, або опосередковано через гній) значно вищий, ніж азоту і фосфору, а відчуження з поля незворотно з урожаєм товарної продукції нижчий за ці два елементи. Дослідження виносу біогенних елементів урожаєм сої показали, що загальна кількість поживних речовин, що залучається до колообігу рослинами сої, неоднакова і визначається рівнем урожаю сухої речовини основної і побічної продукції та її хімічним складом (табл. 3.7).

Таблиця 3.7.

Господарський винос поживних речовин урожаєм сої, середнє за 2015–2017 рр.

Попередник	Основний обробіток ґрунту	Вихід абсолютно сухої речовини врожаю основної продукції, т/га	Сумарний винос урожаю основної і побічної продукції, кг/га			Витрати поживних речовин на 1 тону абсолютно сухої речовини урожаю основної продукції з урахуванням побічної, кг		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пшениця озима (контроль)	1	3,07	225,1	45,1	98,1	73,3	14,7	32,0
	2	3,25	238,3	47,8	103,8	73,3	14,7	31,9
	3	2,89	212,0	42,5	92,5	73,4	14,7	32,0
	4	2,89	212,0	42,5	92,5	73,4	14,7	32,0
	5	2,54	186,3	37,4	81,2	73,3	14,7	32,0

Продовження таблиці 3.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ячмінь ярий	1	2,75	204,4	41,0	88,4	74,3	14,9	32,2
	2	3,07	228,2	45,8	98,7	74,3	14,9	32,2
	3	2,98	221,6	44,5	96,0	74,4	14,9	32,2
	4	2,72	204,3	41,2	91,0	75,1	15,1	33,4
	5	2,37	176,2	35,3	76,3	74,3	14,9	32,2
Кукурудза на зерно	1	2,49	183,1	36,4	79,6	73,5	14,6	32,0
	2	2,25	165,5	32,9	72,0	73,6	14,6	32,0
	3	2,33	171,4	34,1	74,6	73,6	14,6	32,0
	4	2,00	147,1	29,2	64,0	73,5	14,6	32,0
	5	1,93	142,0	28,2	61,8	73,6	14,6	32,0
Соняшник	1	2,74	199,9	40,0	87,6	72,9	13,3	32,0
	2	2,49	181,6	36,4	79,6	72,9	15,0	32,0
	3	2,56	186,8	37,4	81,9	73,0	12,8	32,0
	4	2,24	163,4	32,7	71,6	72,9	13,0	31,9
	5	1,99	145,2	29,1	63,7	73,0	14,6	32,0
Соя	1	2,92	191,8	42,7	62,9	65,7	14,6	21,5
	2	3,00	197,1	43,8	64,6	65,7	14,6	21,5
	3	3,00	197,1	43,8	64,6	65,7	14,6	21,5
	4	2,84	186,6	41,5	61,2	65,7	14,6	21,6
	5	2,59	170,2	37,8	55,8	65,7	14,6	21,5

Примітка. 1. Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль); 2. Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см; 3. Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см; 4. Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см; 5. Пряма сівба.

Соя, як попередник мала проміжне значення за виносом азоту урожаєм, порівняно з іншими попередниками де у абсолютних значеннях показники становили від 170,2 до 197,1 кг/га залежно від обробітку ґрунту. За розміщення сої після кукурудзи на зерно і соняшнику винос азоту з урожаєм мав значення від 142,0 до 183,1 кг/га. Слід зазначити, що вищі показники виносу були за проведення полицевого обробітку (оранка) на 20–22 см і безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см. Аналіз витрат азоту на формування 1 т основної продукції з урахуванням побічної, показав, що залежно від досліджуваних чинників вони варіювали від 65,7 кг/т у варіанті з прямою сівбою до 75,1 кг/т за безполицевого обробітку ґрунту на 6–8 см, не залежно від досліджуваних попередників. Залежно від попередника найменші витрати азоту отримано за розміщення сої після сої (65,7 кг/т), а найбільші за розміщення після ячменю ярого від 74,3 до 75,1 кг/т основної продукції.

Стосовно виносу фосфору рослинами сої, слід зазначити, що кількість цього елементу на утворення одиниці урожаю сої витрачалося у значно меншій кількості, ніж азоту. По відношенню до азоту загальна кількість фосфору, що міститься в урожаї культур, як правило, складала 25–30 %. Аналізуючи втрати за попередниками, то найменша кількість фосфору виноситься з урожаєм за розміщення після кукурудзи на зерно і соняшнику (28,2–36,4 і 29,1–40,0 кг/га), а найвища після сої і зернових колосових культур від 35,3 до 47,9 кг/га залежно від обробки ґрунту. За витратами фосфору на формування 1 т основної продукції (насіння), найвищі показники отримано за розміщення сої після сої (16 кг/т), а найменші після соняшнику – від 12,8 до 15,0 кг/т.

Проведеними у 2015–2017 рр. дослідженнями встановлено, що за вирощування сої після різних попередників і обробок ґрунту найвищий винос калію складається після таких попередників як зернові колосові культури (від 76,3 до 103,8), а найменший після сої – від 55,8 до 64,6 кг/га. За великих значень у варіантах з проведенням безпліцевого обробки ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см і дискова борона на 12–14 см. Витрати калію на створення 1 т сухої речовини врожаю основної продукції з урахуванням побічної становили після зернових колосових культур (31,9–33,4 кг/т), кукурудзи (32,0 кг/т), соняшнику (31,9–32,0 кг/т), сої (21,5–21,6 кг/т).

3.4.2. Колообіг біомаси і елементів живлення у посівах сої залежно від попередника і обробки ґрунту

Колообіг як органічної речовини сільськогосподарських культур так і біогенних елементів, які вона містить, є один з дієвих чинників формування родючості ґрунту і розвитку культурного процесу ґрунтоутворення в цілому. Дослідження і встановлення параметрів біологічного колообігу органічної речовини і елементів живлення польових культур, який базується на обліку вмісту органічної речовини і елементів живлення у всій біологічній масі врожаю є одним з ключових параметрів для розроблення науково обґрунтованих заходів щодо підвищення біопродуктивності ґрунту. Тому, для цього визначали біологічну масу сільськогосподарських культур, включаючи їх

підземну частину і надземну, кількість органічної речовини і елементів живлення, що відчужується з поля з урожаєм і надходить в ґрунт з рослинними рештками, у т.ч. і кореневими [256]. Післязбиральні рештки визначали рамочним методом у триразовій повторності на дослідній ділянці, масу коренів – загально визнаним методом у триразовій повторності в шарі ґрунту 0–30 см [206].

Представлені у таблиці 3.8 кількісні показники біомаси рослин сої свідчать, що залежно від способу і глибини обробітку ґрунту і попередника вони варіюють від 5,90 т/га у варіанті з розміщенням після кукурудзи на зерно і прямої сівби до 9,92 т/га у варіанті після пшениці озимої і безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см.

Таблиця 3.8

Колообіг біомаси рослин сої за розміщення її після різних попередників і обробітків ґрунту, усереднені по досліді дані за 2015–2017 рр.

Попередник	Основний обробіток ґрунту*	Біомаса рослин сої, т/га сухої речовини										
		насіння	солома	рослинні рештки		Загальна біомаса	у тому числі					
				всього	у т.ч. кореневі		відчужується з поля		надходить до ґрунту з рослинними рештками і побічною продукцією			
									всього		у т.ч. з корінням	
									т/га	%	т/га	%
Пшениця озима (контроль)	1	3,07	4,14	2,16	1,15	9,37	3,07	32,8	6,30	67,2	1,15	18,2
	2	3,25	4,38	2,29	1,21	9,92	3,25	32,8	6,67	67,2	1,21	18,1
	3	2,89	3,91	2,04	1,08	8,84	2,89	32,7	5,95	67,3	1,08	18,2
	4	2,89	3,91	2,04	1,08	8,84	2,89	32,7	5,95	67,3	1,08	18,2
	5	2,54	3,43	1,79	0,95	7,76	2,54	32,7	5,22	67,3	0,95	18,2
Ячмінь ярий	1	2,75	3,71	1,94	1,03	8,40	2,75	32,7	5,65	67,3	1,03	18,2
	2	3,07	4,14	2,16	1,15	9,37	3,07	32,8	6,30	67,2	1,15	18,2
	3	2,98	4,03	2,10	1,11	9,11	2,98	32,7	6,13	67,3	1,11	18,1
	4	2,72	3,91	1,99	1,05	8,62	2,72	31,6	5,90	68,4	1,05	17,8
	5	2,37	3,20	1,67	0,89	7,24	2,37	32,7	4,87	67,3	0,89	18,3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Кукурудза на зерно	1	2,49	3,36	1,76	0,93	7,61	2,49	32,7	5,12	67,3	0,93	18,2
	2	2,25	3,04	1,59	0,84	6,88	2,25	32,7	4,63	67,3	0,84	18,2
	3	2,33	3,15	1,64	0,87	7,12	2,33	32,7	4,79	67,3	0,87	18,1
	4	2,00	2,70	1,41	0,75	6,11	2,00	32,7	4,11	67,3	0,75	18,2
	5	1,93	2,61	1,36	0,72	5,90	1,93	32,7	3,97	67,3	0,72	18,1
Соняшник	1	2,74	3,7	1,93	1,02	8,37	2,74	32,7	5,63	67,3	1,02	18,1
	2	2,49	3,36	1,76	0,93	7,61	2,49	32,7	5,12	67,3	0,93	18,2
	3	2,56	3,46	1,81	0,96	7,83	2,56	32,7	5,27	67,3	0,96	18,2
	4	2,24	3,02	1,58	0,84	6,84	2,24	32,8	4,60	67,2	0,84	18,3
	5	1,99	2,69	1,40	0,74	6,08	1,99	32,7	4,09	67,3	0,74	18,1
Соя	1	2,92	3,94	2,06	1,09	8,92	2,92	32,7	6,00	67,3	1,09	18,2
	2	3,00	4,05	2,12	1,12	9,17	3,00	32,7	6,17	67,3	1,12	18,2
	3	3,00	4,05	2,12	1,12	9,17	3,00	32,7	6,17	67,3	1,12	18,2
	4	2,84	3,84	2,00	1,06	8,68	2,84	32,7	5,84	67,3	1,06	18,1
	5	2,59	3,49	1,82	0,97	7,90	2,59	32,8	5,31	67,2	0,97	18,3

Примітка. 1. Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль); 2. Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см; 3. Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см; 4. Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см; 5. Пряма сівба.

За результатами досліджень, найвищі кількісні показники біомаси сої отримано за розміщення сої після зернових колосових культур (пшениця озима і ячмінь ярий), де залежно від обробітку ґрунту вони становили: за прямої сівби 7,76 і 7,24 т/га, безполицевого обробітку на 6–8 см – 8,84 і 8,62 т/га, безполицевого обробітку на 12–14 см – 8,84 і 9,11 т/га, безполицевого обробітку (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см – 9,92 і 9,37 т/га, полицевого обробітку (оранки) на 20–22 см – 9,37 і 8,40 т/га.

За розміщення сої після кукурудзи найвищі значення біомаси рослин (7,61 т/га) отримано у варіанті з полицевим обробітком (оранкою) на 20–22 см, а найнижчі – 5,90 т/га у варіанті прямої сівби. Після соняшнику ці показники становили 8,37 т/га і 6,08 т/га відповідно. Показники біомаси рослин сої за її розміщення після сої варіювали залежно від основного обробітку ґрунту у межах від 7,90 до 9,17 т/га. Слід зазначити, що вищі значення отриманні у варіантах з безполицевим обробітком (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см і безполицевим обробітком (дискова борона) на 12–14 см.

Аналізуючи параметри колообігу біомаси рослин сої встановлено, що частка біомаси яка відчужується з поля з урожаєм залежно від попередників і обробітків ґрунту мала значення від 31,6 до 32,8 %, що в абсолютному значенні становила від 1,93 до 3,25 т/га, а потрапляє до ґрунту з рослинними рештками: від 3,97 до 6,67 т/га або від 67,2 до 68,4 %. З наведених вище даних стає зрозумілим, що біомаса рослин сої, у тому числі маса рослинних решток, а також загальна кількість поживних речовин у біомасі визначаються не лише рівнем урожаю, але значною мірою вибором попередника і способу обробітку ґрунту. Про що свідчить порівняння параметрів виходу біомаси рослин сої у варіантах з розміщенням після різних попередників і обробітків ґрунту, але однакових за рівнем застосування добрив.

Вважається, що кількість основних елементів живлення, яка залучається польовими культурами до біологічного колообігу, певною мірою відображає біологічні потреби культур в елементах живлення. За усередненими даними, рослини сої залучали щорічно до біологічного колообігу сумарно основних елементів живлення від 251,1 до 420,5 кг/га (табл. 3.9).

Таблиця 3.9

**Колообіг основних елементів живлення у посівах сої на чорноземі
типовому, середнє за 2015–2017 рр.**

Попередник	Основний Обробіток ґрунту*	Уміст основних елементів живлення в біомасі сої (включається до біологічного колообігу)													
		сума елементів живлення кг/га	у тому числі			відчужується з урожаєм					повертається в ґрунт				
			N	P	K	всього		у тому числі, кг/га			всього		у тому числі, кг/га		
						кг/га	%	N	P	K	кг/га	%	N	P	K
Пшениця озима (контроль)	1	397,6	246,5	49,5	101,6	261,5	65,8	189,1	34,3	38,1	136,1	34,2	57,4	15,2	63,5
	2	420,5	260,6	52,4	107,5	276,9	65,9	200,2	36,4	40,3	143,6	34,1	60,4	16,0	67,2
	3	377,6	234,3	47,1	96,2	246,1	65,2	178,0	32,3	35,8	131,5	34,8	56,3	14,8	60,4
	4	376,3	233,4	46,9	96,0	246,1	65,4	178,0	32,3	35,8	130,2	34,6	55,4	14,6	60,2
	5	328,4	203,5	40,9	84,0	216,5	65,9	156,5	28,5	31,5	111,9	34,1	47,0	12,4	52,5
Ячмінь ярий	1	360,8	224,1	45,1	91,6	238,1	66,0	172,1	31,4	34,6	122,7	34,0	52,0	13,7	57,0
	2	402,0	249,6	50,2	102,2	265,9	66,1	192,2	35,0	38,7	136,1	33,9	57,4	15,2	63,5
	3	390,3	242,2	48,7	99,4	258,1	66,1	186,5	34,0	37,6	132,2	33,9	55,7	14,7	61,8
	4	363,5	224,0	45,3	94,2	235,6	64,8	170,3	31,0	34,3	127,9	35,2	53,7	14,3	59,9
	5	310,2	192,5	38,7	79,0	205,3	66,2	148,4	27,0	29,9	104,9	33,8	44,1	11,7	49,1

Продовження таблиці 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Кукурудза на зерно	1	323,2	200,7	40,0	82,5	212,5	65,7	153,9	27,7	30,9	110,7	34,3	46,8	12,3	51,6
	2	293,1	182,1	36,3	74,7	192,0	65,5	139,1	25,0	27,9	101,1	34,5	43,0	11,3	46,8
	3	302,9	188,1	37,5	77,3	198,8	65,6	144,0	25,9	28,9	104,1	34,4	44,1	11,6	48,4
	4	261,9	162,9	32,4	66,6	170,6	65,1	123,6	22,2	24,8	91,3	34,9	39,3	10,2	41,8
	5	251,1	155,9	31,1	64,1	164,7	65,6	119,3	21,4	24,0	86,4	34,4	36,6	9,7	40,1
Соняшник	1	351,9	217,7	43,7	90,5	232,0	65,9	167,7	30,4	33,9	119,9	34,1	50,0	13,3	56,6
	2	321,1	198,8	39,9	82,4	211,0	65,7	152,4	27,7	30,9	110,1	34,3	46,4	12,2	51,5
	3	330,8	204,8	41,1	84,9	216,8	65,5	156,7	28,4	31,7	114,0	34,5	48,1	12,7	53,2
	4	290,5	180,1	36,1	74,3	189,7	65,3	137,1	24,8	27,8	100,8	34,7	43,0	11,3	46,5
	5	258,1	159,9	32,1	66,1	168,6	65,3	121,8	22,1	24,7	89,5	34,7	38,1	10,0	41,4
Соя	1	324,1	211,3	46,7	66,1	226,5	69,9	157,5	32,5	36,5	97,6	30,1	53,8	14,2	29,6
	2	334,8	218,5	48,2	68,1	232,7	69,5	161,9	33,3	37,5	102,1	30,5	56,6	14,9	30,6
	3	334,6	218,3	48,2	68,1	232,7	69,5	161,9	33,3	37,5	101,9	30,5	56,4	14,9	30,6
	4	316,3	206,3	45,6	64,4	220,2	69,6	153,2	31,5	35,5	96,1	30,4	53,1	14,1	28,9
	5	289,7	189,1	41,7	58,9	200,9	69,3	139,8	28,7	32,4	88,8	30,7	49,3	13,0	26,5

Примітка. 1. Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль); 2. Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см; 3. Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см; 4. Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см; 5. Пряма сівба.

Найбільша сума біогенних елементів від 310,2 до 420,5 кг/га NPK залучається у посівах сої розміщеної після зернових колосових (пшениця озима і ячмінь ярий). За розміщення сої після сої сума основних елементів живлення становила від 289,7 до 334,8 кг/га, після соняшнику від 258,1 до 351,9 кг/га і найнижчі у посівах сої розміщеної після кукурудзи на зерно від 251,1 до 302,9 кг/га NPK.

Аналізуючи показники біологічного колообігу основних елементів живлення у посівах сої за різних обробітків ґрунту, слід зазначити, що залежно від попередника, найвищі значення були отримані у варіантах із проведенням безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см за розміщення сої після зернових колосових культур (402,0 і 420,5 кг/га) та полицевого обробітку ґрунту (оранка) на 20–22 см після кукурудзи і соняшнику (232,2 і 351,9 кг/га) і рівнозначними за розміщення сої після сої у варіантах з безполицевим (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см і безполицевим обробітком (дискова борона) на 12–14 см – 334,6 кг/га.

Значна частка сумарної кількості поживних речовин у біомасі рослин належить азоту від 61,6 до 65,3 %. Частка фосфору в сумарній кількості поживних речовин, що залучається до колообігу, варіює від 12,4 до 14,4 %. Стосовно калію, то найбільша його частка у сумарній кількості речовин варіює від 20,3 до 25,7 % у сумарній кількості елементів живлення.

Аналізуючи колообіг основних елементів живлення окремо за елементами встановлено, що кількість поживних речовин, що повертається в ґрунт з рослинними рештками, по відношенню до їх умісту в біомасі коливається від 42,0 до 55,4 % азоту, 11,1–14,7 фосфору і 30,0–46,9 % калію. Найбільший відсоток повернення з рослинними рештками азоту і фосфору отримано у варіантах з розміщенням сої після сої, де залежно від основного обробітку ґрунту він варіював у межах 55,1–55,5 % і 14,5–14,7 % відповідно. Повернення калію становило від 29,8 до 30,0 %. За вирощування сої після зернових колосових культур, кукурудзи і соняшнику рівень надходження до ґрунту азоту з рослинними рештками мав значення 41,7–42,8 %, фосфору 11,1–11,2 %, калію 45,8–46,8 %. З отриманих даних показників біомаси рослин сої (сухої речовини) і даних її хімічного складу визначено параметри біологічного виносу елементів живлення рослинами сої. З представлених у таблиці 3 даних видно, що значна їх кількість – від 164,7 до 276,9 кг/га (від 64,8 до 69,9 %) виноситься з поля з урожаєм основної продукції (насіння) сої.

Найвищими значеннями сумарного виносу NPK характеризувалися варіанти з розміщенням сої після сої, де залежно від обробітку ґрунту вони становили від 69,3 % (200,9 кг/га) у варіанті прямої сівби до 69,9 % (226,5 кг/га) у варіанті з оранкою. Найменші значення отримано за розміщення сої після зернових колосових культур від 64,8 до 66,2 %. Проте, аналізуючи винос окремо за елементами слід зазначити, що найменшим, у відносному значенні, виносом азоту - 69,5–69,6 % характеризувалися варіанти з розміщення сої після сої. Хоча за виносом фосфору (14,3 %) і калію – (16,1 %) вони переважали показники за розміщення сої після зернових колосових культур, кукурудзи і

соняшнику де ці показники відповідно мали значення (13,0–13,1) і (14,5–14,7 %).

3.4.3. Баланс основних елементів живлення в ґрунті за вирощування сої

Цінність балансу як наукової основи активного втручання в колообіг речовин у землеробстві обумовлюється не лише повнотою і точністю обліку статей надходження і витрат біогенних елементів, а і кількістю показників, які для цього використовуються. Для складання господарського балансу вирощування сільськогосподарських культур, враховуються наступні статті: перше, це витрати поживних речовин із ґрунту (винос з урожаєм, непродуктивні витрати азоту азотних добрив, друге, це надходження біогенних елементів (з добривами і насінням), а для азоту слід враховувати його кількість яка надійшла з опадами, а також за рахунок фіксації атмосферного азоту мікроорганізмами (вільноживучими, бульбочковими у посівах бобових культурами, за рахунок фіксації азоту тощо). Кількість азоту, яка надійшла у ґрунт з атмосфери за рахунок фіксації бульбочковими бактеріями, які живуть в симбіозі з бобовими культурами, визначається рядом факторів. Перш за все, різні бобові культури характеризуються неоднаковою азотфіксуючою здатністю. Чим вищий урожай, тим більша кількість азоту повітря фіксується бобовою культурою. Не слід забувати, що інтенсивність фіксації азоту атмосфери буде різною, залежно від умов вирощування – кліматичних, ґрунтових, агротехнічних. За даними І.М. Захарченка та ін. [92], багаторічні трави (еспарцет, люцерна і конюшина) за рахунок фіксації атмосферного азоту накопичують 70–75 %, горох, соя – 40–50 %, люпин, кормові боби – 60–65 % від загального азоту в біомасі. Кількість азоту в біомасі бобових культур визначається врожаєм культур і величиною кореневої системи. За рік в урожаї багаторічних трав (конюшина, люцерна) нагромаджується 150–300 кг, люпину, сої – 100–200 кг, гороху, кормових бобів, вики, квасолі – 50–100 кг азоту на гектар.

Таким чином, за результатами проведених нами досліджень зроблено розрахунки балансу NPK в ґрунті за розміщення сої після різних попередників і обробітків ґрунту. Під час розрахунків враховували винос поживних речовин лише основною продукцією, оскільки побічна продукція (солома) не відчужується з поля, а залишається на ньому і заробляється в ґрунт. Для визначення кількості азоту атмосфери, що надійшов у ґрунт за рахунок симбіотичної фіксації соєю (50 %) за отриманої величини урожаю, встановлено загальний вміст азоту в урожаї (основної і побічної продукції) та в кореневій системі. Враховували також надходження N в ґрунт разом з насінням сої (посівний матеріал). Надходження в ґрунт азоту з атмосферними опадами прийняли за нуль, так як його кількість практично дорівнює втратам кількості N від денітрифікації в ґрунті.

Баланс азоту (N) в ґрунті за вирощування сої після досліджуваних попередників і обробітків ґрунту наведено у таблиці 3.10. Виходячи із загальної кількості азоту у біомасі рослин сої, кількості азоту атмосфери, що надійшла у ґрунт за рахунок симбіотичної фіксації варіював у межах від 78 до 130 кг/га залежно від розміщення сої після різних попередників і обробітку ґрунту. За розміщення сої після зернових колосових культур (пшениця озима і ячмінь ярий) найвищі значення надходження біологічного азоту за рахунок симбіотичної азотфіксації азоту отримано за проведення безполіцевого обробітку ґрунту (чизель) на 20–22 см – 130 і 125 кг/га відповідно, після кукурудзи і соняшнику у варіанті із проведенням оранки на 20–22 см – 100 і 109 кг/га, а за розміщення після сої у варіантах з безполіцевим обробітком ґрунту (чизель) на 20–22 см і мілким обробітком (дискова борона) на 12–14 см – 109 кг/га. Розрахунки балансу азоту в системі рослина-добриво показали, за розміщення сої після зернових колосових культур створювався дефіцит азоту який залежно від обробітку ґрунту становив за оранки і безполіцевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см у межах 14–18 кг/га, за мілкого на 12–14 і поверхневого на 6–8 см – від 6 до 13 кг/га, у варіанті з прямою сівбою до – 3 кг/га.

Таблиця 3.10

Баланс азоту за вирощування сої, середнє за 2015–2017 рр.

Попередник	Основний обробіток ґрунту*	Міститься азоту, кг/га		Азот, фіксований з повітря (50 % від азоту в біомасі), кг/га	Надійшло в ґрунт, кг/га			Баланс		Інтенсивність балансу, %
		основна продукція (винос з ґрунту)	рослинні рештки		фіксованого з повітря, кг/га	з добривами	з насінням	кг/га	%	
Пшениця озима (контроль)	1	189	57	123	123	45	7	-14	-7	93
	2	200	60	130	130	45	7	-18	-9	91
	3	178	56	117	117	45	7	-9	-5	95
	4	178	55	117	117	45	7	-9	-5	95
	5	157	47	102	102	45	7	-3	-2	98
Ячмінь ярий	1	172	52	112	112	45	7	-8	-5	95
	2	192	57	125	125	45	7	-15	-8	92
	3	187	56	121	121	45	7	-13	-7	93
	4	170	54	112	112	45	7	-6	-4	96
	5	148	44	96	96	45	7	0	0	100
Кукурудза на зерно	1	154	47	100	100	45	7	-2	-1	99
	2	139	43	91	91	45	7	4	3	103
	3	144	44	94	94	45	7	2	1	101
	4	124	39	81	81	45	7	10	8	108
	5	119	37	78	78	45	7	11	9	109
Соняшник	1	168	50	109	109	45	7	-7	-4	96
	2	152	46	99	99	45	7	-1	-1	99
	3	157	48	102	102	45	7	-2	-1	99
	4	137	43	90	90	45	7	5	4	104
	5	122	38	80	80	45	7	10	8	108
Соя	1	158	54	106	106	45	7	0	0	100
	2	162	57	109	109	45	7	-1	0	100
	3	162	56	109	109	45	7	-1	0	100
	4	153	53	103	103	45	7	2	1	101
	5	140	49	95	95	45	7	7	5	105

Примітка. 1. Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль); 2. Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см; 3. Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см; 4. Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см; 5. Пряма сівба.

За розміщення після кукурудзи на зерно дефіцит балансу азоту (- 2 кг/га) отримано лише у варіанті з оранкою на 20–22 см, за проведення інших обробітків він мав позитивне значення: за безполицевого обробітку (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см (+4 кг/га), мілкого обробітку (дискова борона) на 12–14 см (+2 кг/га), поверхневого обробітку (дискова борона) на 6–8 см (+ 10 кг/га), у варіанті прямої сівби (+ 11 кг/га). Після соняшнику бездефіцитний баланс азоту отримано у варіантах з проведенням поверхневого обробітку ґрунту (дискова борона) на 6–8 см і прямої сівби, відповідно +5 і + 10 кг/га.

Розміщення сої після сої забезпечило бездефіцитний баланс азоту у варіантах з проведенням оранки на 20–22 см, безполицевого обробітку (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см і мілкого обробітку (дискова борона) на 12–14 см. За проведення безполицевого поверхневого обробітку (дискова борона) на 6–8 см і прямої сівби баланс був позитивним і складав +2 і +7 кг/га відповідно.

Таким чином залежно від попередника і обробітку ґрунту винос азоту врожайми сої не значно перевищувало його надходження, інтенсивність балансу становила 91–109 %. Серед попередників слід відмітити розміщення сої після сої, яке забезпечує екологічно безпечний рівень відшкодування виносу азоту у межах 100–105 %.

Баланс фосфору за вирощування сої. Фосфору в ґрунті міститься набагато менша кількість порівняно із азотом. Також слід зазначити, що доступність ґрунтових фосфатів рослинами дуже низька як з гумусу, так і з мінералів (апатити, фосфати заліза і алюмінію). Крім того з джерел надходження фосфору з атмосфери не існує, а фосфор мінеральних добрив не вивітрюється в газоподібній формі і не вимивається. Таким чином, втрати цього елементу пов'язані лише з його виносом врожайми сільськогосподарських культур. Тому, в балансі фосфору у статтю «надходження» включено P_2O_5 добрив і насіння, а у статтю «витрати» – кількість цих речовин, що відчужується з урожаєм основної продукції (насіння сої). Розрахунки балансу фосфору показали що винос фосфору урожаєм насіння сої складає від 21,4 до 36,4 кг/га залежно від її розміщення після попередників і обробітку ґрунту (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Баланс фосфору за вирощування сої, середнє за 2015–2017 рр.

Статті балансу	Пшениця озима					Ячмінь ярий					Кукурудза на зерно					Соняшник					Соя				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Надходження з																									
побічною продукцією	15,2	16,0	14,8	14,6	12,4	13,7	15,2	14,7	14,3	11,7	12,3	11,3	11,6	10,2	9,7	13,3	12,2	12,7	11,3	10	14,2	14,9	14,9	14,1	13
мінеральними добривами	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
насінням	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Всього	76,5	77,3	76,1	75,9	73,7	75,0	76,5	76,0	75,6	73,0	73,6	72,6	72,9	71,5	71,0	74,6	73,5	74,0	72,6	71,3	75,5	76,2	76,2	75,4	74,3
Витрати																									
Винос з урожаєм	34,3	36,4	32,3	32,3	28,5	31,4	35	34	31	27	27,7	25	25,9	22,2	21,4	30,4	27,7	28,4	24,8	22,1	32,5	33,3	33,3	31,5	28,7
Баланс (+,-) за рік, кг/га	42,2	40,9	43,8	43,6	45,2	43,6	41,5	42	44,6	46	45,9	47,6	47	49,3	49,6	44,2	45,8	45,6	47,8	49,2	43	42,9	42,9	43,9	45,6
Інтенсивність балансу, %	223	212	236	235	259	239	219	224	244	270	266	290	281	322	332	245	265	261	293	323	232	229	229	239	259

Примітка. 1. Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль); 2. Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см; 3. Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см; 4. Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см; 5. Пряма сівба.

Таблиця 3.12

Баланс калію за вирощування сої, середнє за 2015–2017 рр.

Статті балансу	Пшениця озима					Ячмінь ярий					Кукурудза на зерно					Соняшник					Соя				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Надходження з:																									
побічною продукцією	63,5	67,2	60,4	60,2	52,5	57	63,5	61,8	59,9	49,1	51,6	46,8	48,4	41,8	40,1	56,6	51,5	53,2	46,5	41,4	29,6	30,6	30,6	28,9	26,5
мінеральними добривами	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
насінням	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Всього	125	129	122	122	114	119	125	123	121	111	113	108	110	103	102	118	113	115	108	103	91,1	92,1	92,1	90,4	88
Витрати																									
Винос з урожаєм	38,1	40,3	35,8	35,8	31,5	34,6	38,7	37,6	34,3	29,9	30,9	27,9	28,9	24,8	24	33,9	30,9	31,7	27,8	24,7	36,5	37,5	37,5	35,5	32,4
Баланс (+,-) за рік, кг/га	86,9	88,4	86,1	85,9	82,5	83,9	86,3	85,7	87,1	80,7	82,2	80,4	81	78,5	77,6	84,2	82,1	83	80,2	78,2	54,6	54,6	54,6	54,9	55,6
Інтенсивність балансу, %	328	319	341	340	362	342	323	328	354	370	366	388	380	417	423	348	366	362	388	417	250	246	246	255	272

Примітка. 1. Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль); 2. Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см; 3. Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см; 4. Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см; 5. Пряма сівба.

Аналізуючи вплив попередників сої слід зазначити, що за розміщення сої після зернових колосових культур і сої рівень виносу фосфору був вищим порівняно із розміщенням після кукурудзи на зерно і соняшник у межах 6–11 кг/га. Відносно способів і глибини обробітку ґрунту то найвищими значеннями характеризувалися варіанти з оранкою і безполицевим обробітком ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см (27,7–34,3 і 25,0–36,4 кг/га відповідно), а найменшими варіанти прямої сівби (21,4–28,5 кг/га).

Встановлено, що у всіх досліджуваних варіантах надходження фосфору з мінеральними добривами і побічною продукцією переважало винос з урожаєм, що в кінцевому підсумку забезпечило його позитивний баланс (від 40,9 до 49,6 кг/га за рік). Колообіг калію за сільськогосподарського використання ґрунту, зокрема, чорноземів, дещо відмінний від колообігу азоту і фосфору (див. табл. 3.12).

У більшості сільськогосподарських культур вміст калію в побічній продукції вище, ніж у товарній, тобто, ступінь повернення калію у ґрунт з нетоварної масою врожаю (наприклад з соломою, стеблами безпосередньо як з органічним добривом, або опосередковано через гній) значно вищий, ніж азоту і фосфору, а відчуження безповоротно з поля з врожаєм товарної продукції навпаки нижче. Коефіцієнт використання калію з добрива в рік його внесення в ґрунт досягає 50–60 % (на відміну від фосфору – 20 %), частина калію добрива поповнює запаси обмінного калію в ґрунтового розчині, тобто залишається доступною рослинам. Джерелом поповнення обмінного калію в ґрунті служить необмінний калій силікатних мінералів ґрунту, який, внаслідок фізико-хімічних реакцій в ґрунті (взаємодія мінералів з вуглекислотою, водою, солями Ca, Mg), трансформується в обмінну форму і надходить у ґрунтовий розчин.

Тому навіть за високої забезпеченості ґрунту обмінним калієм рослини одночасно використовують і необмінну його форму. Результати проведених досліджень показали, що баланс калію в ґрунті був позитивним і у середньому на 1 га складав від 54,6 до 88,4 кг/га, залежно від досліджуваних варіантів. За

найменших значень у варіанті розміщення сої після сої і найвищих після зернових колосових культур.

Висновки до розділу 3

1. На чорноземі типовому найбільш ефективно рослини сої впродовж вегетації витрачають вологу за розміщення після пшениці озимої за чизельного обробітку ґрунту і найбільш витратно – після кукурудзи на зерно і соняшника за поверхневого обробітку ґрунту і прямої сівби. Сумарні витрати води на формування одиниці сухої речовини врожаю сої за розміщення після кукурудзи на зерно становили від 475 м³/т у варіанті з оранкою до 623 м³/т за прямої сівби. Після соняшнику залежно від обробітку ґрунту вони становили від 442 до 621 м³/т, ячменю ярого від 436 до 521 м³/т м³/т, сої від 412 до 476 м³/т, пшениці озимої від 408 від до 500 м³/т.

2. Мінімізація обробітку ґрунту під сою покращувала його структурно агрегатний склад. Найвищий уміст агрономічно-цінних агрегатів у 0–10 см шарі ґрунту формувалася за мілкого на 12–14 см і поверхневого на 6–8 см обробітків за розміщення сої після пшениці озимої відповідно 68,3 і 69,6 %, за прямої сівби – 67,3 %.

3. Найвищий показник коефіцієнта структурності верхнього (0–10 см) на початку вегетації сої відмічено на варіантах мілкого та поверхневого безпліцевих обробітків ґрунту: за попередника пшениця озима – 2,16 і 2,29, ячмінь ярий – 2,01 і 2,14, кукурудза на зерно – 1,96 і 2,09, соняшник – 1,98 і 2,03, соя – 1,93 і 1,99. У нижніх шарах ґрунту (10–20 і 20–30 см) цей коефіцієнт був вищим на ділянках без обертання скиби, за рахунок ущільнення цих шарів і як результат сильнішого контакту окремих частинок. На час збирання культури коефіцієнт структурності підвищувався у всіх варіантах незалежно від досліджуваних чинників.

4. Встановлені параметри виносу елементів живлення з урожаєм сої за виносом азоту становили від 142 до 238 кг/га фосфору – від 28,2 до 47,8 кг/га; калію – від 55,8 до 103,8 кг/га. По відношенню до азоту винос фосфору основною і побічною продукцією культур складає від 18 до 27, калію – від 25

до 53 %. Найвищі витрати азоту на формування 1 тони сухої речовини врожаю сої отримано за її розміщення після сої – 65,7 кг за найменших після пшениці озимої – 73,3 кг. Фосфору – після ячменю ярого 14,9–15,1 кг, а калію після сої – 21,5–21,6 кг.

5. Найвищі кількісні показники колообігу біомаси сої отримано за розміщення сої після зернових колосових культур (пшениця озима і ячмінь ярий), та безполицевого обробітку (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см – 9,92 і 9,37 т/га. Установлено, що найбільшу частка від суми елементів у колообігу фітомаси сої, становить азот 69,9–72,3 %, фосфор займає 13,0–14,3 %, калій 14,5–16,1 %.

6. Кількість азоту фіксованого з повітря за вирощування сої залежно від досліджуваних чинників варіювала від 78 до 130 кг/га, за інтенсивності балансу азоту від 91 до 109 %. Досліджувані попередники і способи обробітку ґрунту забезпечували формування позитивного балансу фосфору до 49,6 кг/га і калію до 88,4 кг/га в рік.

Результати досліджень опубліковано в наукових працях [197, 198, 199, 217, 218].

РОЗДІЛ 4

УРОЖАЙНІСТЬ І ЯКІСТЬ НАСІННЯ СОЇ ЗАЛЕЖНО ВІД ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА ПОПЕРЕДНИКІВ

Значний попит на продукцію сої, насамперед викликаний необхідністю вирішення проблеми забезпечення білком, котрий є значно дешевшим від аналога тваринного походження. За економічними показниками вирощування, соя перевершує інші культури цієї групи, а постійний попит на сою вимагає подальшого збільшення її продуктивності [104, 105, 110, 226, 227, 250, 251]. Цього можна досягти шляхом оптимізації всіх складових агротехнології, серед яких вибір попередника і обробіток ґрунту займають одне з провідних місць.

Соя найдавніша і найпоширеніша високобілкова, олійна культура у світі. Як стратегічна культура, вона швидко увійшла у світове землеробство й економіку, посіла одне з чільних місць у структурі посівів, ресурсах білка, олії [19, 75, 168, 170, 175, 253, 254]. Необхідно відзначити, про біологічні особливості сої, а саме завдяки унікальному поєднанню в рослинах процесів фотосинтезу і біологічної фіксації азоту – вона значною мірою забезпечує свою потребу в азоті, покращує родючість ґрунту.

Основними країнами експортерами сої є: США, Бразилія, Аргентина, Китай, Індія, Парагвай, Канада і Україна [20]. Проте слід зазначити, що рівень урожайності сої в Україні вдвічі менший порівняно з такими країнами як США, Аргентина, Бразилія та ін. Тому актуальним є пошук способів створення оптимальних умов для максимальної реалізації генетичного потенціалу сої [153, 172]. Одним із заходів оптимізації формування продуктивності сільськогосподарських культур є обробіток ґрунту. Він визначається цілою низкою чинників, зокрема ґрунтово-кліматичними умовами, біологічними особливостями культури, попередником і терміном його збирання, та інше. Під впливом обробітку ґрунту відбуваються зміни агрофізичних властивостей, поживного режиму ґрунту та фітосанітарного стану посівів, що сприяє росту і розвитку сільськогосподарських культур. А основним критерієм його ефективності є врожайність і якість продукції [183].

4.1. Урожайність насіння сої залежно від попередників та обробітку ґрунту

Інтегральним показником ефективності технології вирощування сільськогосподарської культури є її продуктивність [157]. За результатами проведених досліджень найвищу урожайність соя формувала після пшениці озимої, де її рівень варіював від 2,90 до 3,70 т/га. Після ячменю ярого отримано урожайність на рівні 2,70–3,50 т/га, сої – 2,95–3,33, соняшнику – 2,27–3,12 т/га. Найнижчу урожайність культури отримано за її розміщення після кукурудзи на зерно де вона залежно від основного обробітку ґрунту варіював від 2,20 до 2,83 т/га (табл. 4.1, Додаток Д).

Таблиця 4.1

**Урожайність сої залежно від попередників та основного обробітку ґрунту,
(середнє за 2015–2017 рр.)**

Попередник	Основний обробіток ґрунту	Урожайність, т/га	± до контролю	
			± т/га	± %
1	2	3	4	5
Пшениця озима (контроль)	полицевий (оранка) на 20–22см (контроль)	3,50	0,00	0,00
	безполіцевий (чизель- глибокорозпушувач) на 20–22см	3,70	0,20	5,71
	безполіцевий (дискова борона) на 12–14 см	3,30	-0,20	-5,71
	безполіцевий (дискова борона) на 6–8 см	3,30	-0,20	-5,71
	пряма сівба	2,90	-0,60	-17,14
Ячмінь ярий	полицевий (оранка) на 20–22см (контроль)	3,13	-0,37	-10,48
	безполіцевий (чизель- глибокорозпушувач) на 20–22см	3,50	0,00	0,00
	безполіцевий (дискова борона) на 12–14 см	3,40	-0,10	-2,86
	безполіцевий (дискова борона) на 6–8 см	3,10	-0,40	-11,43
	пряма сівба	2,70	-0,80	-22,86

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5
Кукурудза на зерно	полицевий (оранка) на 20–22см (контроль)	2,83	-0,67	-19,05
	безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22см	2,57	-0,93	-26,57
	безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	2,66	-0,84	-24,00
	безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	2,28	-1,22	-34,86
	пряма сівба	2,20	-1,30	-37,14
Соняшник	полицевий (оранка) на 20–22см (контроль)	3,12	-0,38	-10,76
	безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22см	2,84	-0,66	-18,86
	безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	2,92	-0,58	-16,57
	безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	2,55	-0,95	-27,14
	пряма сівба	2,27	-1,23	-35,14
Соя	полицевий (оранка) на 20–22см (контроль)	3,33	-0,17	-4,95
	безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22см	3,42	-0,08	-2,29
	безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	3,42	-0,08	-2,29
	безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	3,24	-0,26	-7,43
	пряма сівба	2,95	-0,55	-15,71
Середнє		3,01		
V %		14,0		
S		0,42		
НіР ₀₅				
Фактор А		0,19		
Фактор В		0,18		
Фактор АВ		0,25		

Залежно від основного обробітку ґрунту, встановлено, що після зернових колосових культур (пшениця озима і ячмінь ярий) найвищу урожайність соя формувала у варіанті безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см, відповідно 3,70 і 3,50 т/га. За полицевого обробітку ґрунту (оранка) на 20–22 см урожайність знижувалась до 3,50 і 3,13 т/га. За розміщення сої після соняшнику і кукурудзи на зерно, кращим за рівнем урожайності був варіант із проведенням полицевого обробітку ґрунту (оранка) на 20–22 см – 3,12 і 2,83 т/га відповідно. Безполицевий обробіток ґрунту

(чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см і (дискова борона) на 12–14 см, обробітки ґрунту мали найвищу рівноцінну ефективність на рівні 3,42 т/га, за розміщення сої після сої.

Також слід відмітити, що у варіанті прямої сівби отримано найнижчі показники продуктивності культури незалежно від розміщення сої після попередників. Порівняно до полицевого обробітку ґрунту (оранка) на 20–22 см рівень урожайності культури знижувався на 15,7–37,1 %.

Роки проведення досліджень характеризувались мінливістю кліматичних умов у вегетаційні періоди, про що свідчить висока (67,4 %) частка їх впливу на врожайність сої. Частка впливу попередника склала 20,7 %, а основного обробітку ґрунту 11,8 % (рис. 4.1.).

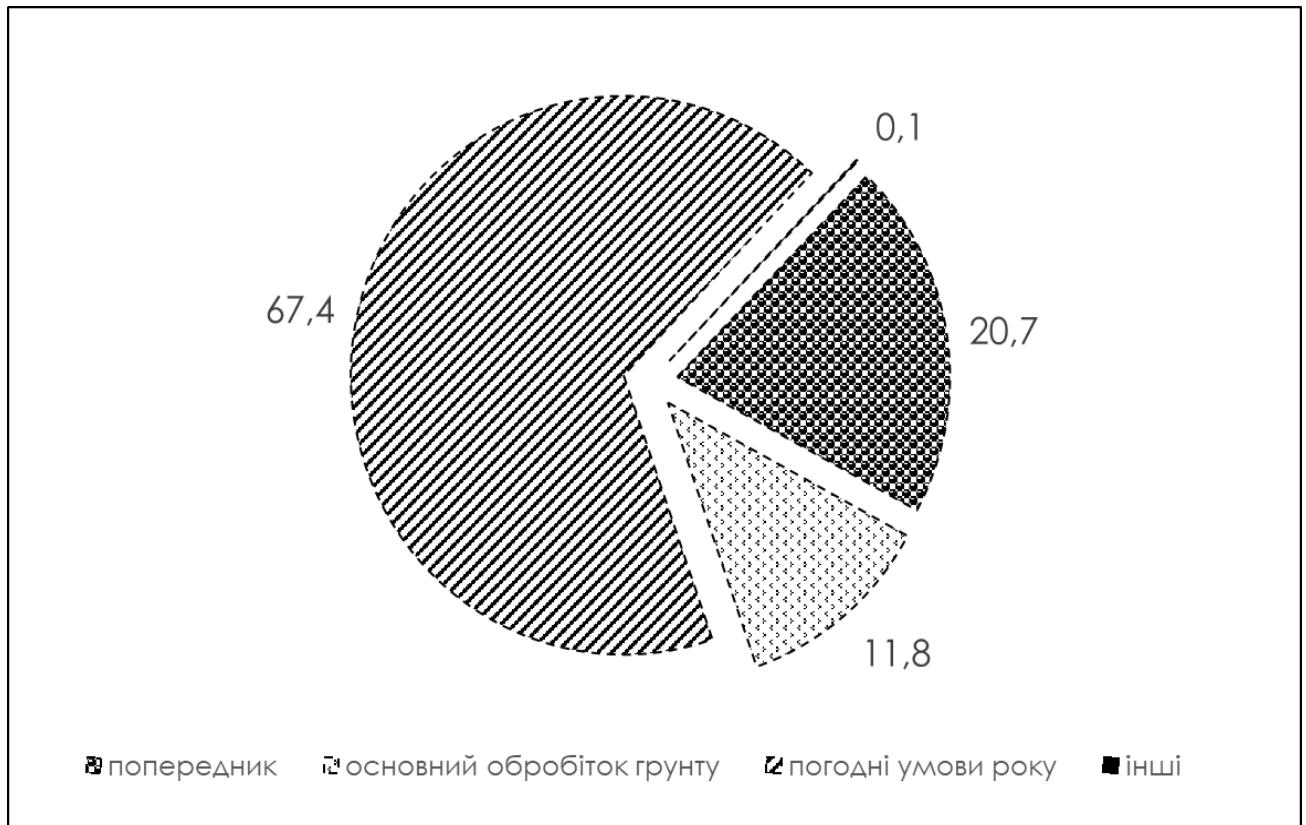


Рис. 4.1. Частка впливу досліджуваних факторів на врожайність насіння сої, середнє за 2015–2017 рр.

4.2. Продуктивність сої залежно від попередників та обробітку ґрунту

Вирощування будь-якої сільськогосподарської культури має господарську ефективність яка визначається урожайністю та продуктивністю гектара ріллі, а саме виходом кормових і зернових одиниць та перетравним протеїном.

Продуктивність відображає всю систему агротехнічних заходів, тому вона безпосередньо впливає на величину інших показників ефективності вирощування сільськогосподарських культур у сівозмiнах [40, 165, 258]. Чим більший агротехнічний вплив попередників, систем удобрення і обробітку на підвищення рівня родючості ґрунту, тим вищою буде урожайність кожної сільськогосподарської культури і продуктивність сівозміни у цілому. Тому саме продуктивність є одним з основних показників, який характеризує ефективність вирощування культур з агротехнічної точки зору у певних ґрунтово-кліматичних умовах [107, 158, 257].

Розміщення сої після різних попередників та застосування обробітків ґрунту істотно впливають на показники продуктивності: урожайність культури, вихід зернових, кормових, одиниць і перетравного протеїну з 1 га сівозмінної площі. Загальну продуктивність культури визначали у натуральному виразі за обсягом продукції з 1 га сівозмінної площі, а також у перерахунку цієї продукції у зернові одиниці за коефіцієнтами В. Д. Гревцова [62], кормові одиниці та перетравний протеїн за таблицями М. Ф. Томме [228].

Із аналізу наведених у таблиці 4.2. показників, можна констатувати, що найвищою продуктивністю характеризувалося вирощування сої після зернових колосових культур (пшениця озима і ячмінь ярий), де збір кормових одиниць варіював від 4,60 до 6,30 т/га, зернових одиниць від 5,43 до 7,44 т/га і перетравного протеїну від 0,90 до 1,23 т/га.

**Продуктивність сої залежно від попередників та основного обробітку
грунту, в середньому за 2015–2017 рр.**

Варіант досліджу		Урожайність, т/га	Збір продукції, т/га		
Попередник	Основний обробіток ґрунту		Кормових одиниць, т/га	Зернових одиниць, т/га	Пер. протеїну, т/га
1	2	3	4	5	6
Пшениця озима (контроль)	полицевий (оранка) на 20–22см (контроль)	3,50	5,96	7,04	1,17
	безполіцевий (чизель- глибокорозпушувач) на 20–22см	3,70	6,30	7,44	1,23
	безполіцевий (дискова борона) на 12–14 см	3,30	5,62	6,64	1,10
	безполіцевий (дискова борона) на 6–8 см	3,30	5,62	6,64	1,10
	пряма сівба	2,90	4,94	5,83	0,97
Ячмінь ярий	полицевий (оранка) на 20–22см (контроль)	3,13	5,34	6,30	1,04
	безполіцевий (чизель- глибокорозпушувач) на 20–22см	3,50	5,96	7,04	1,17
	безполіцевий (дискова борона) на 12–14 см	3,40	5,79	6,84	1,13
	безполіцевий (дискова борона) на 6–8 см	3,10	5,28	6,24	1,03
	пряма сівба	2,70	4,60	5,43	0,90
Кукурудза на зерно	полицевий (оранка) на 20–22см (контроль)	2,83	4,82	5,69	0,94
	безполіцевий (чизель- глибокорозпушувач) на 20–22см	2,57	4,38	5,17	0,86
	безполіцевий (дискова борона) на 12–14 см	2,66	4,53	5,35	0,89
	безполіцевий (дискова борона) на 6–8 см	2,28	3,88	4,59	0,76
	пряма сівба	2,20	3,75	4,43	0,73
Соняшник	полицевий (оранка) на 20–22см (контроль)	3,12	5,32	6,28	1,04
	безполіцевий (чизель- глибокорозпушувач) на 20–22см	2,84	4,84	5,71	0,95
	безполіцевий (дискова борона) на 12–14 см	2,92	4,97	5,87	0,97
	безполіцевий (дискова борона) на 6–8 см	2,55	4,34	5,13	0,85
	пряма сівба	2,27	3,87	4,57	0,76

Продовження таблиці 4.2

1	2	3	4	5	6
Со́я	полицевий (оранка) на 20–22см (контроль)	3,33	5,67	6,70	1,11
	безполіцевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22см	3,42	5,83	6,88	1,14
	безполіцевий (дискова борона) на 12–14 см	3,42	5,83	6,88	1,14
	безполіцевий (дискова борона) на 6–8 см	3,24	5,52	6,52	1,08
	пряма сівба	2,95	5,03	5,93	0,98

За розміщення сої після сої показники продуктивності культури становили від 5,03 до 5,83 т/га кормових одиниць, від 5,93 до 6,88 т/га зернових одиниць і від 0,98 до 1,14 т/га перетравного протеїну. Соняшник як попередник забезпечив показники продуктивності сої на рівні 3,87–5,32 т/га кормових одиниць, 4,57–6,28 т/га зернових одиниць і 0,76–1,04 т/га перетравного протеїну. Найнижчі показники продуктивності отримали за розміщення сої після кукурудзи на зерно, де кількість кормових одиниць, зібраних з 1 гектара, варіювала від 3,75 до 4,82 т, зернових одиниць – від 4,43 до 5,69 т, а перетравного протеїну – від 0,73 до 0,94 т.

Аналіз впливу основного обробітку ґрунту під сою на продуктивність ріллі засвідчує зменшення цих показників у варіанті із поверхневим обробітком ґрунту на 6–8 см і прямою сівбою. Так у варіанті із безполіцевим обробітком ґрунту на 6–8 см недобір продукції за основними показниками продуктивності ріллі порівняно до контролю полицевий обробіток ґрунту (оранка) на 20–22 см, становив від 2,6 до 19,5 % за зерновими і кормовими одиницями, і від 2,7 до 19,6 % за перетравним протеїном. У варіанті прямої сівби показники продуктивності знижувалися від 11,2 до 27,3 % за збором зернових і кормових одиниць і від 11,7 до 27,0 % за перетравним протеїном.

За поєднання досліджуваних факторів (попередника та основного обробітку ґрунту) найоптимальнішим було розміщення сої після зернових колосових попередників (пшениця озима і ячмінь ярий) та проведення безполіцевого обробітку ґрунту (оранка) на 20–22 см. Де досягнуто

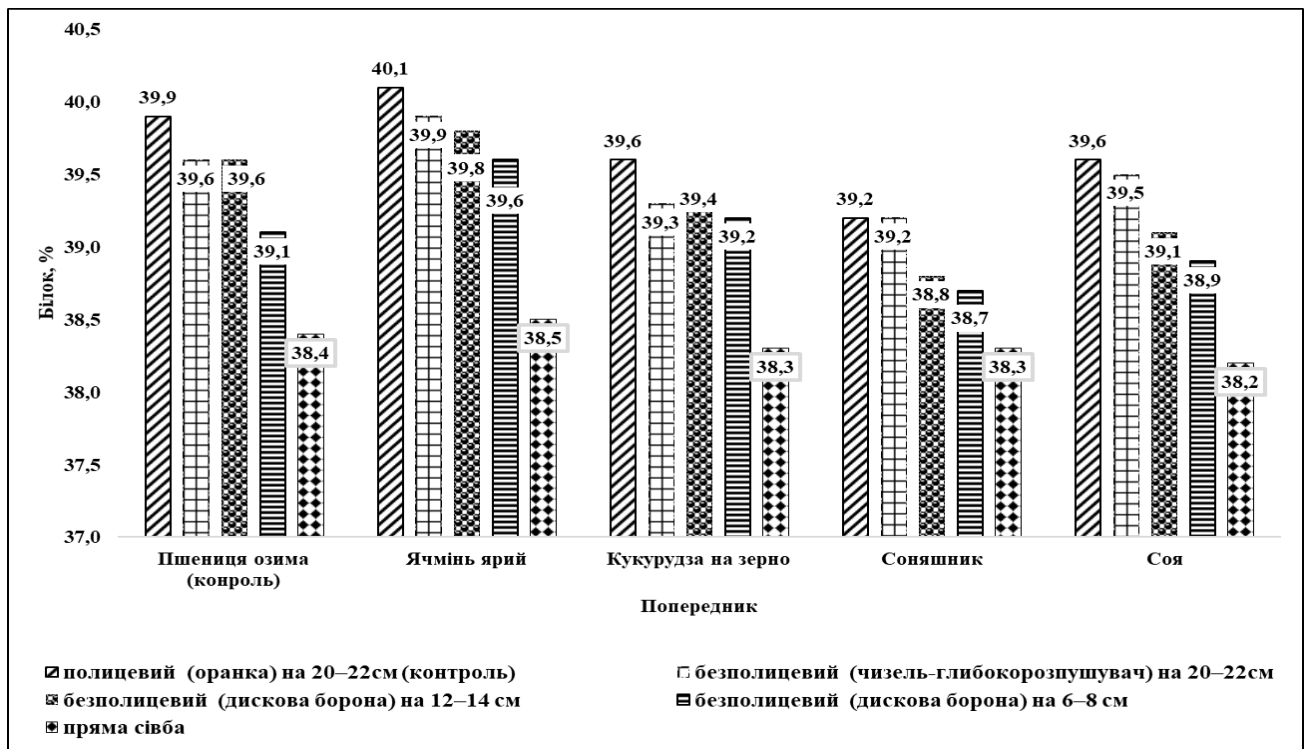
максимальних показників продуктивності, відповідно, 6,30 і 5,96 т/га кормових одиниць, 7,44 і 7,04 т/га зернових одиниць та 1,17 і 1,23 т/га перетравного протеїну. За розміщення сої після кукурудзи на зерно і соняшнику найвищі показники продуктивності отримано за проведення полицевого обробітку ґрунту (оранка) на 20–22 см, а після сої за безполцевого обробітку ґрунту (дискова борона) на 12–14 см.

4.3. Якість насіння сої залежно від попередників та обробітку ґрунту

Проблема збільшення врожайності сільськогосподарських культур із високою якістю є актуальною і на сучасному етапі розвитку аграрного виробництва. Одними із основних показників, які свідчать про якість отриманої продукції це вміст сирого білку та жиру в насінні сої [58, 59]. Саме вони відображають цінність отриманої продукції. Слід зазначити, що уміст сирого протеїну, та жирів у насінні сої є не лише генетично обумовлений показник, а й може змінюватись залежно від умов вирощування та технологічних заходів.

Для одержання високої урожайності насіння сої високої якості важливе значення має правильне розміщення цієї культури в сівозміні з урахуванням біологічних особливостей сорту. Одним із важливих резервів збільшення урожайності і якості насіння сої є ретельний науково обґрунтований підхід до вибору попередників. Аналізуючи вміст сирого білку і жиру в насінні сої варто відмітити, що в середньому за роки досліджень, залежно від досліджуваних чинників, уміст білку в насінні сої варіював від 38,2 до 40,1 %, а жиру від 19,4 до 20,1 % відповідно (рис. 4.2 і 4.3 Додаток Д.1, Д.2).

Найвищі значення вмісту білка 39,9–40,1 % і жиру 20,0–20,1 % у насінні сої отримано за її розміщення після зернових колосових культур (пшениці озимої і ячменю ярого).

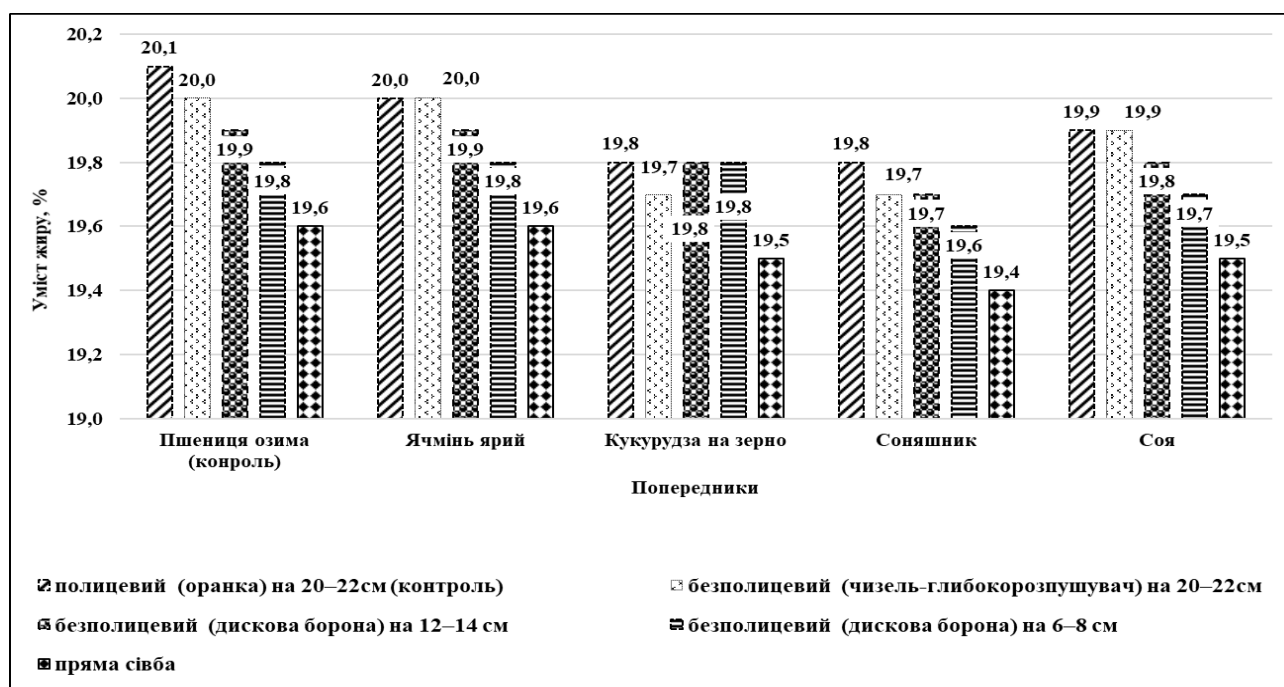


Примітка: $HP_{05} = 0,33$

Рис. 4.2. Уміст білка у насінні сої залежно від попередників та основного обробітку ґрунту, (середнє за 2015–2017 рр.)

Кукурудза на зерно і соя як попередники забезпечили рівнозначні показники якості насіння, а саме уміст білка на рівні 38,2–39,6 %, жиру – 19,5–19,9 %. За розміщення після сояшнику отримано насіння сої з уміст білка 38,3–39,2 %, жиру – 19,4–19,8 %.

Залежно від основного обробітку ґрунту найвищий уміст білка і жиру отримано у варіантах з полицевим обробітком ґрунту (оранка) і безполіцевим обробітком (чизель-глибокорозпушувач) незалежно від попередника, а найменший у варіанті з прямою сівбою. За результатами дисперсійного аналізу частка впливу попередника на уміст білка у насінні сої становила 18,5 %, основного обробітку ґрунту – 62,9 %, умови року 16,2 %. Стосовно умісту жиру, то вони розподілялися наступним чином: попередник – 21,5 %, основний обробіток ґрунту – 52,3 %, умови року – 18,8 %. Також між урожайністю сої та вмістом білка і жиру встановлено тісний кореляційний зв'язок $r = 0,612$ і $r = 0,607$.



Примітка: $HP_{05} = 0,10$

Рис. 4.3. Уміст жиру у насінні сої залежно від попередників та основного обробітку ґрунту, середнє за 2015–2017 рр.

Дані урожайності та показники вмісту сирого білка та жиру дозволяють визначити збір білка і жиру з одиниці площі залежно від попередників та способу і глибини основного обробітку ґрунту. Оскільки товарна частина врожаю сої в основному використовується в харчовій промисловості, то ці показники цікаві з точки зору ефективності технологій вирощування цієї культури, а саме забезпечення промисловості сировиною для переробки.

Рослини сої в середньому за 2015–2017 рр. максимальні показники збору білка формували за розміщення після пшениці озимої і ячменю ярого та проведення чизельного обробітку ґрунту 1,47 і 1,40 т/га. (табл. 4.3.). Після сої найвищий збір насіння забезпечили варіанти із чизельним і мілким обробітком ґрунту 1,35 і 1,34 т/га. Кукурудза на зерно і соняшник, як попередники, максимальні значення збору білка 1,12 і 1,22 т/га мали у варіанті з оранкою на 20–22 см. За збором жиру з одиниці площі кращими в досліді виявились посіви сої після зернових колосових і сої, де він становив 0,66–0,74 т/га. Після соняшнику і кукурудзи на зерно збір жиру коливався в межах 0,51–0,62 т/га.

**Збір білка і жиру рослинами сої залежно від попередників та способу
обробітку ґрунту (в середньому за 2015–2017 рр.), т/га**

Обробіток ґрунту	Попередник									
	Пшениця озима (контроль)		Ячмінь ярий		Кукурудза на зерно		Соняшник		Соя	
	I*	II**	I	II	I	II	I	II	I	II
Полищевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	1,40	0,70	1,26	0,63	1,12	0,56	1,22	0,62	1,32	0,66
Безполищевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	1,47	0,74	1,40	0,70	1,01	0,51	1,11	0,56	1,35	0,68
Безполищевий (дискова борона) на 12–14 см	1,31	0,66	1,35	0,68	1,05	0,53	1,13	0,58	1,34	0,68
Безполищевий (дискова борона) на 6–8 см	1,29	0,65	1,23	0,61	0,89	0,45	0,99	0,50	1,26	0,64
Пряма сівба	1,11	0,57	1,04	0,53	0,84	0,43	0,87	0,44	1,13	0,58

Примітка. I* – збір білка, т/га; II* – збір жиру, т/га.

Висновки до розділу 4

1. За розміщення сої після зернових колосових культур найвищу урожайність 3,50–3,70 т/га забезпечує безполищевий обробіток ґрунту на 20–22 см (чизель-глибокорозпушувач). Після кукурудзи на зерно і соняшнику кращим за рівнем урожайності виявився варіант з проведенням полищового обробітку ґрунту (оранка) на 20–22 см, відповідно 2,83 і 3,12 т/га. У повторних посівах найвищу урожайність (3,42 т/га) забезпечує безполищевий мілкий (12–14 см) обробіток ґрунту.

2. Найвищий уміст білка 39,9–40,1 % і жиру 20,0–20,1 % у насінні сої отримано за її вирощування після зернових колосових культур. За найнижчих значень після соняшнику відповідно білка – 39,2 %, жиру – 19,8 %. Проведення обробітку ґрунту на глибину 20–22 см як за полищового, так і безполищового способу забезпечувало максимальні значення умісту білка і жиру у насінні сої, не залежно від попередника.

3. Максимальні показники збору білка отримано за розміщення сої після пшениці озимої і ячменю ярого та проведення чизельного обробітку ґрунту 1,47 і 1,40 т/га. Після сої найвищий збір насіння забезпечили варіанти із чизельним і мілким обробітком ґрунту 1,35 і 1,34 т/га. Кукурудза на зерно і соняшник, як попередники, максимальні значення збору білка 1,12 і 1,22 т/га забезпечили у варіанті з оранкою на 20–22 см. За збором жиру з одиниці площі кращими в досліді виявились посіви сої після зернових колосових і сої (0,66–0,74 т/га).

Результати досліджень опубліковано в наукових працях [177, 194, 195, 196, 200].

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ТА ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

5.1. Економічна ефективність вирощування сої

Сучасною важливою вимогою до вирощування сільськогосподарських культур є урахування аспектів економічної ефективності виробництва, способів реалізації продукції, а також раціональне використання матеріальних та енергетичних ресурсів. Привабливість сої з економічної точки зору полягає в тому, що забезпечуючи виробництво найдешевшого рослинного білка, вона, завдяки біологічній азотфіксації значно зменшує потребу, а отже і витрати на внесення азотних мінеральних добрив, тим самим забезпечуючи одержання екологічно безпечної продукції [11, 12, 90, 252].

Визначним показником застосування сучасних технологій вирощування сільськогосподарських культур, і сої зокрема, є конкурентоспроможність на ринку технологій. У науковій літературі дослідниками наведено різні показники оцінки економічної ефективності технологій вирощування: виробничі витрати на 1 га, виробнича і повна собівартість, прибуток, рівень рентабельності, продуктивність праці, валовий дохід, чистий прибуток та ін. [99, 106]. У своїх дослідженнях, для розрахунку економічної ефективності вирощування сої використовували наступні показники: урожайність з 1 га в т.; вартість валової продукції з 1 га, умовно чистий прибуток тис. грн з 1 га; рівень рентабельності [186, 222].

Застосування методу економічного аналізу, дало можливість об'єктивно обґрунтувати найбільш раціональне поєднання агрозаходів, які взято нами для вивчення, та встановити економічну ефективність досліджуваних елементів технології, а саме розміщення після попередників та застосування різних обробітків ґрунту.

Розрахунки економічної ефективності проводили за біржовими цінами на продукцію аграрного сектору економіки України, дійсними на час збирання

урожаю (2015–2017 рр.) та нормативних виробничих витрат згідно технологічних карт вирощування сої. Аналіз основних економічних показників засвідчив істотний вплив усіх досліджуваних факторів на рівень рентабельності вирощування сої (табл. 5.1).

Таблиця 5.1.

Економічна ефективність вирощування сої залежно від попередників і обробітку ґрунту, середнє за 2015–2017 рр.)

Попередник	Обробіток ґрунту	Урожайність культури, т/га	Вартість продукції з 1 га, тис. грн	Виробничі витрати на 1 га, тис. грн	Собівартість 1 т урожаю, тис. грн	Умовно чистий дохід з 1 га, тис. грн	Рівень рентабельності, %
Пшениця озима (контроль)	1	3,50	28,35	18,45	5,27	9,90	53,7
	2	3,70	29,97	18,15	4,91	11,82	65,1
	3	3,30	26,73	17,93	5,43	8,80	49,1
	4	3,30	26,73	17,89	5,42	8,84	49,4
	5	2,90	23,49	16,96	5,85	6,53	38,5
Ячмінь ярий	1	3,13	25,35	18,45	5,89	6,90	37,4
	2	3,50	28,35	18,15	5,19	10,20	56,2
	3	3,40	27,54	17,93	5,27	9,61	53,6
	4	3,10	25,11	17,89	5,77	7,22	40,4
	5	2,70	21,87	16,96	6,28	4,91	29,0
Кукурудза на зерно	1	2,83	22,92	18,45	6,52	4,47	24,2
	2	2,57	20,82	18,15	7,06	2,67	14,7
	3	2,66	21,55	17,93	6,74	3,62	20,2
	4	2,28	18,47	17,89	7,85	0,58	3,2
	5	2,20	17,82	16,96	7,71	0,86	5,1
Соняшник	1	3,12	25,27	18,45	5,91	6,82	37,0
	2	2,84	23,00	18,15	6,39	4,85	26,7
	3	2,92	23,65	17,93	6,14	5,72	31,9
	4	2,55	20,66	17,89	7,02	2,77	15,5
	5	2,27	18,39	16,96	7,47	1,43	8,4
Соя	1	3,33	26,97	18,45	5,54	8,52	46,2
	2	3,42	27,70	18,15	5,31	9,55	52,6
	3	3,42	27,70	17,93	5,24	9,77	54,5
	4	3,24	26,24	17,89	5,52	8,35	46,7
	5	2,95	23,90	16,96	5,75	6,94	40,9

Примітка. 1. Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль); 2. Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см; 3. Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см; 4. Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см; 5. Пряма сівба.

Як свідчать наведені дані, за збільшення продуктивності культури, тим більшою мірою зростає вартість вирощеної продукції. У середньому по досліді вартість валової продукції варіювала від 17,82 тис. грн/га до 29,9 тис. грн/га. Найвищі показники вартості продукції отримано у варіанті з розміщенням сої після зернових колосових попередників (пшениця озима і ячмінь ярий) та проведення безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см, де вартість продукції (насіння) складала 29,97 і 28,35 тис. грн на 1 га. За розміщення сої після сої найвищі показники вартості продукції отримано у варіанті з проведення безполицевого обробітку ґрунту (дискова борона) на 12–14 см (27,70 тис. грн на 1 га). У варіантах розміщення сої після кукурудзи на зерно і соняшник, максимальні показники вартості продукції отриманого у варіанті з проведенням полицевого обробітку ґрунту (оранки) на 20–22 см відповідно 22,92 і 25,27 тис. грн на 1 га.

Витрати на матеріально-технічні ресурси, оплату праці, відрахування на соціальні заходи, амортизацію визначили рівень виробничих витрат, які за полицевого основного обробітку (оранка) на 20–22 см становили 18,45 тис. грн/га, за безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см – 18,15 тис. грн/га., безполицевого обробітку ґрунту (дискова борона) на 12–14 см і 6–8 см відповідно 18,15 та 17,93 тис. грн/га і у варіанті прямої сівби 16957 грн/га.

Провівши розрахунки показників умовно чистого прибутку і рентабельності слід зазначити, що найвищу економічну ефективність серед досліджуваних чинників, забезпечило розміщення сої після зернових колосових культур (пшениці озимої і ячменю ярого) та проведення безполицевого обробітку ґрунту (чизель) на 20–22 см. Де отримано умовно чистий прибуток на рівні 11,82 і 10,20 тис. грн/га за рівня рентабельності 65,1 і 56,2 % відповідно. Аналіз проведення інших обробітків ґрунту за розміщення сої після пшениці озимої і ячменю ярого зазначив зниження економічної ефективності вирощування сої. Зокрема у варіанті з полицевим обробітком ґрунту (оранка) на 20–22 см рентабельність вирощування сої зменшувалась на 11,4 і 18,8 %,

безполицевого обробітку ґрунту на 12–14 см на 16,0 і 2,7 %, безполицевого обробітку ґрунту на 6–8 см на 15,7 і 15,9 %, а у варіанті прямої сівби на 27,3 і 27,2 % порівняно з варіантом проведення безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см.

Високу економічну ефективність мало розміщення сої після сої де умовно чистий прибуток становив від 6,94 до 9,77 тис. грн/га залежно від варіанту обробітку ґрунту. Найкращим за економічними показниками виявився варіант з проведенням безполицевого обробітку ґрунту (дискова борона) на 12–14 см, де умовно чистий прибуток склав 9,77 тис грн/га за рентабельності 54,5 %.

За вирощування сої після соняшнику умовно чистий прибуток отримано в межах 1,43–6,88 тис. грн/га за рентабельності від 8,4 до 37,0 %. Найефективнішим виявився варіант з проведення полицевого обробітку ґрунту (оранка) на 20–22 см, а найгірший – прямої сівби. Найнижчу економічну ефективність забезпечило розміщення сої після кукурудзи на зерно де незалежно від обробітку ґрунту, умовно чистий прибуток варіював від 0,58 до 4,47 тис. грн/га, за рівня рентабельності 3,2 – 24,2 %.

Таким чином найвищі (11,85 тис грн/га – умовно чистий прибуток за 65,1 % рівня рентабельності) показники економічної ефективності вирощування насіння сої на чорноземах типових в умовах Правобережного Лісостепу отримані за безполицевого основного обробітку (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см і розміщення сої після зернових колосових попередників.

Отже, для досягнення високої і стабільної економічної ефективності вирощування культури доцільно використовувати в якості попередника зернові колосові культури і сою із застосуванням безполицевих обробітків ґрунту чизель на 20–22 см і дискова борона на 12–14 см. що дозволяє забезпечити рентабельність 54,5–65,1 %.

5.2. Енергетична ефективність вирощування сої

Сільськогосподарське виробництво потребує залучення усіх видів ресурсів, у тому числі і енергетичних. За вирощування сої витрачається значна кількість енергії. Ефективність використання якої є однією з важливих проблем сьогодення. Тому ефективність технології вирощування сільськогосподарських культур, або окремих її елементів забезпечується поєднанням її економічного і енергетичного аналізу [97, 113, 133].

Порівняння енергетичних витрат на проведення певних агротехнічних заходів дає можливість вирощувати сільськогосподарські культури з високими показниками продуктивності за мінімізації витрат енергетичних ресурсів. Тому завдання енергетичної оцінки полягає у забезпеченні раціонального застосування непоновлюваної (виконаної) і поновлюваної (природної) енергії та зменшення технологічного навантаження на агробіоценоз. Реалізацією якого є оптимізація економіко-енергетичних аспектів вирощування сільськогосподарських культур, що полягає у провадженні ресурсоощадних технологій вирощування [41, 125, 220].

Оцінкою енергетичної ефективності виробництва слугує коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee}). Він виражає відношення вмісту загальної енергії у вирощеній продукції (E_p) до кількості непоновлюваної енергії (E_v), витраченої на її вирощування [220].

Узагальнені результати аналізу енергетичного балансу розміщення сої після різних попередників і обробітків ґрунту, у середньому по варіантах досліджень, засвідчують її виробництво з показниками енергетичної ефективності $K_{ee} = 2,20$ (табл. 5.2).

Досліджувані попередники істотно вирізнялись між собою за показниками енергетичної ефективності. У середньому за роки досліджень найвищі значення енергетичної ефективності отримано за вирощування сої після зернових колосових культур (пшениця озима і ячмінь ярий) де коефіцієнт енергетичної ефективності K_{ee} варіював залежно від обробітку ґрунту від 2,26 до 2,66 за розміщення після пшениці озимої і від 2,10 до 2,54 після ячменю

ярого. Проте вони статистично не відрізнялися від варіанту з розміщенням сої після сої (K_{ee} = від 2,30 до 2,56).

Таблиця 5.2

Енергетична ефективність вирощування сої залежно від попередника і обробітку ґрунту, середнє за 2015–2017 рр.

Попередник	Обробіток ґрунту	Енергоємність, ГДж/га	Енергетичні витрати, ГДж/га	Коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee})
Пшениця озима	1	63,35	25,40	2,49
	2	66,97	25,21	2,66
	3	59,73	24,20	2,47
	4	59,73	23,60	2,53
	5	52,49	23,22	2,26
Ячмінь ярий	1	56,65	25,40	2,23
	2	63,35	25,21	2,51
	3	61,54	24,20	2,54
	4	56,11	23,60	2,38
	5	48,87	23,22	2,10
Кукурудза на зерно	1	51,22	25,40	2,02
	2	46,52	25,21	1,85
	3	48,15	24,20	1,99
	4	41,27	23,60	1,75
	5	39,82	23,22	1,71
Соняшник	1	56,47	25,40	2,22
	2	51,40	25,21	2,04
	3	52,85	24,20	2,18
	4	46,16	23,60	1,96
	5	41,09	23,22	1,77
Соя	1	60,27	25,40	2,37
	2	61,90	25,21	2,46
	3	61,90	24,20	2,56
	4	58,64	23,60	2,49
	5	53,40	23,22	2,30

Примітка. 1. Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль); 2. Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см; 3. Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см; 4. Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см; 5. Прямa сівба.

Соя, вирощена після соняшнику мала коефіцієнт енергетичної ефективності (K_{ee} на рівні 1,77–2,22). А найменші показники енергетичного балансу забезпечила як попередник сої, кукурудза на зерно K_{ee} = варіював від 1,71 до 2,02.

Оцінюючи ефект від поєднання досліджуваних факторів слід відмітити найвищий показник енергетичної ефективності K_{ee} = 2,66 за розміщення сої після пшениці озимої і проведення безполицевого обробітку ґрунту (чизель) на 20–22 см. За розміщення сої після сої найвищий показник енергетичної ефективності K_{ee} = 2,56 отримано у варіанті проведення безполицевого обробітку ґрунту на 12–14 см. Соняшник і кукурудза як попередники забезпечували найвищі показники енергетичної ефективності у варіанті з проведенням полицевого обробітку ґрунту (оранка) на 20–22 см, K_{ee} = 2,22 і 2,02 відповідно. Таким чином, дослідями встановлено, що більш високі показники продуктивності сівозміни, енергетичної та економічної ефективності забезпечує безполицевий обробіток ґрунту (чизель) на 20–22 см за розміщення сої після зернових колосових попередників. Безполицевий обробіток ґрунту (дискова борона) на 12–14 см за розміщення сої після сої. Полицевий обробіток ґрунту (оранка) на 20–22 см за розміщення сої після кукурудзи на зерно і соняшнику.

Висновки до розділу 5

1. Вирощування сої після зернових колосових культур (пшениця озима і ячмінь ярий) є найефективнішим (10,2 і 11,82 тис. грн/га умовно чистого прибутку) за проведення безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см. Найвищий показник умовно чистого прибутку 9,77 тис. грн/га за повторного вирощування сої забезпечує безполицевий обробіток ґрунту (дискова борона) на 12–14 см.

Найвищий показник енергетичної ефективності K_{ee} = 2,66 отримано за розміщення сої після пшениці озимої у варіанті безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см.

ВИСНОВКИ

У дисертації наведено теоретичне узагальнення та запропоновано нове вирішення наукового завдання, що полягає у агробіологічній оцінці попередників – пшениці озимої, ячменю ярого, кукурудзи на зерно, сої залежно від основного обробітку ґрунту: полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль); безполіцевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см; безполіцевий (дискова борона) на 12–14 см; безполіцевий (дискова борона) на 6–8 см; пряма сівба на формування продуктивності сої у Правобережному Лісостепу України.

1. На чорноземах типових Правобережного Лісостепу України найбільші запаси доступної вологи у метровому шарі ґрунту формувалися за розміщення сої після зернових колосових культур (від 151,6 до 173,5 мм) і повторно після сої (від 150,0 до 164,1 мм), а найменші за розміщення сої після кукурудзи на зерно – від 140,1 до 154,1 мм. Найвищі загальні витрати вологи за вегетаційний період сої становили: пшениці озимої – 294,5 мм, ячменю ярого – 281,7 мм, кукурудзи на зерно – 277,5 мм, соняшнику – 284,8 мм, сої – 282,9 мм. Встановлено, що мінімізація обробітку ґрунту веде до зростання загальних витрат вологи.

2. Найефективніше рослини сої упродовж вегетації витрачають вологу за розміщення після пшениці озимої та безполіцевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см $390 \text{ м}^3/\text{т}$, а найбільш витратно – після кукурудзи на зерно і соняшника за безполіцевого обробітку ґрунту (дискова борона) на 6–8 см і прямої сівби відповідно 602 і $550 \text{ м}^3/\text{т}$ та 623 і $621 \text{ м}^3/\text{т}$. Найменші сумарні витрати вологи на формування одиниці сухої речовини врожаю сої за розміщення її після сої 408 – $409 \text{ м}^3/\text{т}$, забезпечував безполіцевий обробіток ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см і дискова борона на 12–14 см.

3. У Правобережному Лісостепу України на чорноземі типовому малогусному, мінімізація обробітку веде до підвищення щільності складення оброблюваного шару ґрунту і зменшення загальної пористості. Щільність складення ґрунту зростала від сівби до повної стиглості та не перевищувала

оптимальних для більшості сільськогосподарських рослин ($1,30 \text{ г/см}^3$) за полицевого обробітку ґрунту (оранка), а також і безполицевого обробітку (чизель-глибокорозпушувач) на глибину 20–22 см. За мілкового безполицевого і поверхневого обробітків ґрунту показник щільності складення формувався у межах $1,36\text{--}1,39 \text{ г/см}^3$, за певного зростання за прямої сівби в межах $1,38\text{--}1,43 \text{ г/см}^3$.

4. Доведено, що найвищий уміст агрономічно–цінних агрегатів у 0–10 см шарі ґрунту формувався за безполицевого обробітку ґрунту (дискова борона) на 12–14 см і 6–8 см та розміщення сої після пшениці озимої відповідно 68,3 і 69,6 %, за прямої сівби він був на рівні 67,3 %. Проведення безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см забезпечило вміст агрономічно цінних агрегатів на рівні 66,70 %, а полицевого обробітку ґрунту (оранки) – 64,7 %. За розміщення сої після ячменю ярого, кукурудзи на зерно, соняшнику і сої спостерігається зменшення умісту агрономічно–цінних агрегатів.

5. Визначено, що найвищий показник коефіцієнта структурності верхнього (0–10 см) шару ґрунту на початку вегетації сої відмічено на варіантах безполицевого обробітку ґрунту (дискова борона) на 12–14 і 6–8 см: за попередника пшениця озима – 2,16 і 2,29, ячмінь ярий – 2,01 і 2,14, кукурудза на зерно – 1,96 і 2,09, соняшник – 1,98 і 2,03, соя – 1,93 і 1,99. У нижніх шарах ґрунту (10–20 і 20–30 см) цей коефіцієнт був вищим на ділянках без обертання скиби, за рахунок ущільнення цих шарів і як результат сильнішого контакту окремих частинок.

6. Встановлено, що найвищий уміст мінеральних сполук азоту, рухомого фосфору (P_2O_5) та рухомого калію (K_2O) в оброблюваному шарі чорнозему типового формувався за розміщення сої після сої і зернових колосових культур (пшениця озима і ячмінь ярий). За проведення безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см, уміст мінерального азоту становив від 22,8 до 27,1 мг/кг ґрунту, рухомого фосфору від 104 до 106 мг/кг і рухомого калію від 84,4 до 85,1 мг/кг ґрунту за полицевого обробітку ґрунту (оранка) на 20–22 см.

7. Визначено, що кількість поживних речовин, яка залучається до колообігу рослинами сої, неоднакова і визначається рівнем урожаю (за сухою речовиною) основної і побічної продукції, а також її хімічним складом. Параметри виносу елементів живлення з урожаєм сої розподіляються наступним чином: за виносом азоту – від 142 до 238 кг/га; фосфору – від 28,2 до 47,8 кг/га; калію – від 55,8 до 103,8 кг/га.

8. Встановлено, що витрати азоту на формування 1 тони сухої речовини врожаю сої залежно від її розміщення після різних попередників становили за зростаючим рядом: після сої – 65,7 кг, соняшнику – 73,0 кг, пшениці озимої – 73,3 кг, кукурудзи на зерно – 73,6, ячменю ярого – 74,3; фосфору: після сої – 14,6 кг, кукурудзи на зерно – 14,6, пшениці озимої – 14,7, соняшнику – 12,8–15, ячменю ярого 14,9–15,1 кг; калію: після сої – 21,5–21,6 кг, соняшнику і пшениці озимої – 31,9–32,0, кукурудзи на зерно – 32,0, ячменю ярого – 32,2–33,4 кг.

9. Доведено, що за вирощування сої на чорноземі типовому щорічно відчужується з поля з біомасою основної продукції сої від 164,7 до 276,9 кг/га NPK. Найбільшу частку від суми елементів складає азот – 69,9–72,3 %, частка фосфору становить 13,0–14,3 %, калію – 14,5–16,1 %. Кількість поживних речовин, що повертається в ґрунт з рослинними рештками, по відношенню до їх умісту в загальній біомасі варіює від 30,4 до 35,2 %, з яких частка азоту становить 42,1–55,5, фосфору – 11,1–14,7, калію – 29,8–46,8 %.

10. Ефективним заходом, за вирощування сої на чорноземі типовому є поповнення азоту за рахунок симбіотичної азотфіксації. На фоні застосування добрив і способів обробітку ґрунту кількість азоту фіксованого з повітря за вирощування сої складає від 78 до 130 кг/га. Інтенсивність балансу за розміщення після попередників становить: зернових колосових культур – від 91 до 100 %, кукурудзи на зерно – від 99 до 109 %, соняшнику – від 96 до 108 % і сої – від 100 до 105 %. Досліджувані фактори забезпечували формування позитивного балансу фосфору на рівні 40,9–49,6 кг/га і калію 54,6–88,4 кг/га в рік.

11. Визначено, що на чорноземі типовому середньо суглинковому Правобережного Лісостепу України, соя найвищу продуктивність 3,50–3,70 т/га формує після зернових колосових культур за безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см. За розміщення після кукурудзи на зерно і соняшнику найвищу урожайність 2,83 і 3,12 т/га соя формувала за проведення полицевого обробітку ґрунту (оранка) на 20–22 см. Соя як попередник найвищі показники урожайності 3,42 т/га забезпечує за безполицевого обробітку ґрунту (дискова борона) на 12–14 см.

12. Найвищі значення умісту білка 39,9–40,1 % і жиру 20,0–20,1 % у насінні сої та максимальні показники їх збору (1,47 і 1,40 т/га білка) і (0,66–0,74 т/га жиру) отримано за розміщення її після зернових колосових культур та безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см. Кукурудза на зерно і соя як попередники забезпечили показники якості насіння на рівні 39,6 % білка і 19,8 % жиру. За розміщення після соняшнику, уміст білка становив 39,2 %, а жиру – 19,8 %.

14. В умовах Правобережного Лісостепу України найефективнішим виявилось вирощуванням сої після зернових колосових культур (пшениця озима і ячмінь ярий) та проведення безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см. Показник умовно чистого прибутку на рівні 10,2–11,82 тис. грн/га за рівня рентабельності 56,2 і 65,1 %. Необхідно відзначити високу ефективність вирощування сої після сої за безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см і дискова борона на 12–14 см – 9,55–9,77 тис. грн/га за рентабельності 52,6–54,5 %.

Оцінюючи ефективність поєднання досліджуваних факторів необхідно відзначити найвищий показник енергетичної ефективності $K_{ee} = 2,66$ за вирощування сої після пшениці озимої і проведення безполицевого обробітку ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см і після сої $K_{ee} = 2,56$ за проведення безполицевого обробітку ґрунту (дискова борона) на 12–14 см. Кукурудза на зерно і соняшник, як попередники, найвищий показник енергетичної ефективності $K_{ee} = 2,02$ і 2,22 забезпечили у варіанті з проведенням полицевого обробітку ґрунту (оранка) на 20–22 см.

РЕКОМЕНДАЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

У Правобережному Лісостепу України на чорноземах типових малогумусних для отримання урожайності насіння сої на рівні 3,5–4,0 т/га, збереження та відтворення родючості ґрунту рекомендовано:

- висівати сою після пшениці озимої та ярого ячменю за проведення чизельного обробітку ґрунту на глибину 20–22 см;
- кукурудзу на зерно та соняшник використовувати у якості попередника за достатнього запасу доступної вологи в метровому шарі ґрунту на період сівби не менше 150 мм; запроваджувати оранку на глибину 20–22 см;
- у господарствах, які спеціалізуються на вирощуванні даної культури, використовувати сою у якості попередника для сої упродовж трьох років поспіль за мілкового обробітку ґрунту дисковими знаряддями у комплексі з інтегрованою системою захисту від шкідливих організмів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Агробіологічні особливості вирощування сої в Україні: учеб. посібник для студ. высш. аграр. учеб. завед. 3–4 рівней аккредит. / Ф. Ф. Адаменко [и др.]. К.: Аграрна наука. 2006. 455 с.
2. Адаменко Ф. Ф. Совершенствование технологии выращивания сои в поукосных и пожнивных посевах юга Украины. 1995. 56 с.
3. Адаменко Ф. Ф. Теоретическое обоснование минерального питания растений сои в условиях юга Украины. Симферополь. 1995. 94 с.
4. Адаменко Ф. Ф. Основные направления в развитии и совершенствовании приемов возделывания сои в Крыму. 1996. 141 с.
5. Адаптивні системи землеробства / [Гудзь В. П., Примак І. Д., Рибак М. Ф. та ін.]; за ред. В. П. Гудзя. К.: Центр учбової літератури. 2007. С. 148–292.
6. Азаров В. Б., Акулов П. Г., Соловйченко В. Д. и др. Фосфатный режим чернозема типичного в зависимости от интенсивного его использования. Агрохимия. 2003. № 8. С. 13–26.
7. Азаров В. Б., Акулов П. Г., Соловйченко В. Д., и др. Влияние удобрений, способов основной обработки почвы и типа севооборота на динамику содержания обменного калия в черноземе типичном. Агрохимия. 2003. № 9. С. 5–14.
8. Ала А. Я., Кузин В. Ф., Алексеенко Б. И. Происхождение сои. Генетика количественных признаков сои/ научно-технический бюлл. ВАСХНИЛ. СО, ВНИИ сои. Новосибирск. 1976. Вып. 5. С. 3–6.
9. Артеменко С. Соя в короткоротаційних сівозмінах із кукурудзою. Пропозиція нова: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник. 2017. № 2. С. 94–97.
10. Артеменко С. Соя як один із попередників під озиму пшеницю. Пропозиція нова: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник. 2013. № 8. С. 66–69.

11. Артеменко С. Три кроки до успішного вирощування сої. Пропозиція нова: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник. 2017. № 5. С. 72–76.
12. Артеменко С. Ф., Красненков С. В. Чизельний обробіток під сою. Корми і кормовиробництво. 2004. Вип. 53. С. 174–179.
13. Артеменко С., Крамарьов С. Інкрустація – ефективний захід підвищення продуктивності сої. Пропозиція нова: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник. 2014. № 12. С. 70–72.
14. Бабич А. Бабич-Побережна А. Невикористаний потенціал сої. The Ukrainian FARMER. 2014. № 12. С. 46–47.
15. Бабич А. О. та ін. Продуктивний потенціал сортів сої для регіонів України. Пропозиція. 2000. № 11. С. 33–35.
16. Бабич А. О. Соєве поле України. Агроном: науково-виробничий журнал. 2010. № 1. С. 174–178.
17. Бабич А. О. Фотосинтетична урожайність зерна сої залежно від способів сівби і густоти рослин. Корми і кормовиробництво. 1991. Вип. 31. С. 7–9.
18. Бабич А., Бабич-Побережна А. Соєвий пояс і розміщення виробництва сортів сої в Україні. Пропозиція: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник. 2010. № 4. С. 52–56.
19. Бабич А. О. Соя для здоров'я і життя на планеті Земля. К.: Аграрна наука. 1998. 272 с.
20. Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Стратегічна роль сої в розв'язанні глобальної продовольчої проблеми. Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб. Вінниця. 2011 р. Вип. 61. С. 11–19.
21. Бабич А. О. Вплив строків сівби і глибини загортання насіння на продуктивність інтенсивних сортів сої в умовах Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 1994. Вип. 38. С. 43–46

22. Бабич А. О. Підвищення ефективності симбіотичної діяльності посівів сої в умовах Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 1992. Вип. 34. С. 3–6.
23. Бабич А. О. Сучасне виробництво і використання сої. Київ. 1993. 430 с.
24. Бабич. А. О. Фотосинтетична урожайність зерна сої залежно від способів сівби і густоти рослин. Корми і кормовиробництво. 1991 Вип. 31. С. 7–9
25. Балюк С. А., Греков В. О., Лісовий М.В., Комариста А. В. Розрахунок балансу гумусу і поживних речовин у землеробстві України на різних рівнях управління. Харків: КП «Міська друкарня». 2011. 30 с.
26. Баранов В. Ф., Кочегура А. В., Лукомец В. М. Соя на Кубани. Краснодар. 2009. 319 с.
27. Бахмат О. М. Накопичення сухої речовини та урожайність сої у західному Лісостепу. Вісник аграрної науки: науково - теоретичний журнал Української академії аграрних наук. 2009. №8. С. 29–31.
28. Бахмат О. М. Накопичення сухої речовини та урожайність сої у Західному Лісостепу. Агроном: науково-виробничий журнал. 2011. № 3. С. 110–112.
29. Бахмат О. М. Соя – культура майбутнього. Особливості формування високого врожаю: монографія. Кам'янець-Подільський: ПП Мошак М. І. 2009. 208 с.
30. Бахмат О. М. Фотосинтетична активність та врожайність сої залежно від сорту, способу сівби й удобрення. Вісник аграрної науки: науково - теоретичний журнал Української академії аграрних наук. 2010. №7. С. 27–30.
31. Бахмат О. М. Агротехнічне і екологічне обґрунтування сортової технології вирощування сої в умовах південної частини західного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук, спец 06.01.09. Інститут кормів УААН Вінниця. 2005. 20 с.

32. Бахмат О. М. Моделювання адаптивної технології вирощування сої: монографія /за ред. А. О. Бабича. Кам'янець-Подільський: Вид. ПП Звойленко Д. Г., 2012. 436 с.
33. Бахтеев Ф. Х. Очерки по истории и географии важнейших культурных растений. – М.: Учпед-гиз, 1960. 371 с.
34. Бережняк М.Ф. Вплив систем обробітку на агрофізичні властивості чорнозему південного важкосуглинкового на лесі. URL: <http://www.sworld.com.ua/ko№fer39/192.pdf>.
35. Белінський Ю.В. Продуктивність різностиглих сортів сої залежно від способів основного обробітку ґрунту і сівби в умовах Лівобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук, спец. 06.01.09. Національна академія аграрних наук України, Ін-т біоенергетичних культур і цукрових буряків. Київ. 2015. 21 с.
36. Бикова О. Є., Майстренко В. Г. Зміна елементів родючості чорнозему типового при ґрунтозахисному землеробстві. Науковий вісник НАУ. 2005. № 81. С. 45–49.
37. Білко В. Вітчизняні інноваційні технології на сої. Пропозиція нова: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник. 2013. № 2. С. 86–87.
38. Бірюкова І. В Європі нас чекають із соєю. Пропозиція нова: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник. 2015. № 3. С. 40–41.
39. Бобро М. А., Огурцов Є. М., Міхаєв В. Г. Урожайність сої залежно від застосування біологічних препаратів. Корми і кормовиробництво. 2008. Вип. 58. С. 231–236.
40. Бойко П. І. Методичні основи польових дослідів з визначення ефективності систем сівозмін. Аграрний вісник Причорномор'я: сільськогосподарські та біологічні науки. Одеса. 2009. Вип. 50. С. 12–20.
41. Боярчук В., Фтома О., Боярчук О. Економічна та енергетична ефективність виробництва ріпаку озимого, пшениці озимої, кукурудзи,

цукрового буряку та біопалива на їх основі. Аграрна економіка. 2012. Т. 5. № 1–2. С. 105–116.

42. Булигін Д. О., Морозов В. В. Вплив режимів зрошення та густоти стояння рослин на продуктивність сої в Південному регіоні України. Вісник аграрної науки: науково - теоретичний журнал Національної академії аграрних наук України. 2014. № спец. вип. (вересень). С. 22–27.

43. Бурка А. Соя в Украине: где больше выращивают, перерабатывают и куда продают. Зерно: всеукраинский журнал современного агропромышленника. 2015. № 3. С. 120–123.

44. Бушнев А. С. Особенности обработки почвы под сою: научное издание. Земледелие: теоретический и научно-практический журнал. 2010. № 3. С. 21–23.

45. Вавилов Н. И. Избранные произведения. Т.2. Л.: Урожай, 1976. 479 с.

46. Вадюнина А. Ф., З. А. Корчагина. Методы исследования физических свойств почв. М. : Агропромиздат. 1986. 416 с.

47. Василенко М. Г., Дерик Г. І. Оцінювання агротехнологій вирощування сої на сірих лісових ґрунтах. Хімія. Агрономія. Сервіс: Всеукраїнське видання про сучасні агротехнології. 2011. № 9. С. 60–67.

48. Венедіктов О.М. Формування урожайності і якості сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Правобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук, спец 06.01.09. Вінницький державний аграрний університет Вінниця, 2006. 19 с.

49. Вериги С.А., Разумова Л.А. Почвенная влага. – Л.: Гидрометиздат, 1973. 328 с.

50. Вечорек Д. Особливості вирощування сої у Польщі. Пропозиція нова: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник. 2015. № 2. С. 62–63.

51. Визначення щільності ґрунту складення на суху масу. Національний стандарт України. – ДСТУ ISO 11272–2001.

52. Вильямс В. Р. Почвоведение. Земледелие с основами почвоведения. М.: Сельгиз, 1939. 447 с.
53. Вожегова Р. А., Найдьонова В. О., Мельник М. А. Інтенсивні технології вирощування сої в умовах зрошення півдня України: монографія, Херсон: Грінь Д. С., 2015. 176 с.
54. Вожегова Р., Найдьонова В., Митрофанов О. Водний режим ґрунту та продуктивність посівів сої за різних способів і глибини основного обробітку ґрунту. Техніка і технології АПК: науково - виробничий журнал. 2015. № 3. С.29–32.
55. Возбуцкая А. Е. Роль почвенного поглощенного аммония в азотном питании растений. Почвоведение. 1960. № 2. С. 5–14.
56. Геллер О. Й., Пашова В. Т., Корбанюк Р. А. Екологізація технологій вирощування сої в Степу України. Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету: науково-теоретичний, науково-практичний журнал. 2015. № 3(37) Сільськогосподарська екологія. Рослинництво. Землеробство. Селекція. Зоотехнічні науки. Ветеринарні науки. С. 37–40.
57. Глупак З. І. Вплив строків сівби та глибини загортання насіння на врожайність сої. Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер. Агрономія і біологія: науково-методичний журнал. 2008. № 11. С. 111–114.
58. Глупак З. І. Урожайність і якість сої сортів ранньостиглої групи в умовах північно-східної частини Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер. Агрономія і біологія: науково-методичний журнал. 2013. № 11. С. 100–103.
59. Головатюк Є. О., Ситар О. В., Таран Н. Ю. та ін. Ефективність ризогуміну при вирощуванні сої. Вісник аграрної науки: науково – теоретичний журнал Української академії аграрних наук. 2010. №1. С. 25–29.
60. Гордійчук Н. Соя - стратегічна культура у світі та Україні: досвід вирощування країн-лідерів. Агроном: наук.-вироб. журн. 2015. № 1. С. 152–153.
61. Городній М. М., Лісовал А. П., Бикін А. В. Агрохімічний аналіз. Підручник. К.: Арістей. 2005. 468 с.

62. Гревцов В. Д. Справочник по планированию в агропромышленном комплексе. К.: Урожай. 1991. 74 с.
63. Григор'єва О. М., Долomanов О. М.. Нові шляхи оптимізації живлення сої та підвищення її врожайності. Агроном: наук.-вироб. журн. 2015. № 1. С. 150–151.
64. Декандоль А. Место происхождения возделываемых растений. СПб: Изд-во К. Риккера. 1885. 490 с.
65. Демиденко О.В. Шикула М.К. Фактор часу і відтворення родючості чорноземів в агроценозах. Вісник аграрної науки. 2006. № 9. С.13–16.
66. Дерев'янський В. П. Соя. Київ, 1994. 216 с.
67. Дерев'янський В. П. Удосконалена енергоощадна ґрунтозберігальна та екологічно безпечна технологія вирощування сої. Хімія. Агрономія. Сервіс : Всеукраїнське видання про сучасні агротехнології. 2011. № 12. С. 42–51.
68. Дерев'янський В. П. Удосконалена енергоощадна ґрунтозберігаюча технологія вирощування сої. Агроном: наук.-вироб. журн. 2012. № 2. С. 97–105.
69. Дерев'янський В. П. Удосконалена енергоощадна ґрунтозахисна та екологічно безпечна технологія вирощування сої. Хімія. Агрономія. Сервіс: Всеукраїнське видання про сучасні агротехнології. 2011. № 7. С. 54–61.
70. Дерев'янський В. Удосконалена технологія вирощування сої. Пропозиція нова: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник. 2014. № 9. спец. вип. С. 4–17.
71. Дерев'янський В. П. Кулісна технологія вирощування сої. К., 1994. 16 с.
72. Дерев'янський В. П. Система заходів захисту сої від бур'янів: метод. рек. Хмельниц. держ. с.-г. дослід. ст. Київ. 2003. 11 с.
73. Дерев'янський В. П. Соя: Історія походження. Київ. 1996. 12 с.
74. Дерев'янський В. П. Удосконалена енергоощадлива, ґрунтозберігаюча та екологічно безпечна технологія вирощування сої. Нац. акад. аграр. наук України, Хмельницький ін-т агропром. вир-ва. Львів. 2010. 56 с.

75. Дерев'янський В.П. Удосконалена енергоощадна ґрунтозберігаюча технологія вирощування сої. Агроном. 2012. № 8. С. 97–105.
76. Дерев'янський В. Екологіческая соя по-хмельницьки. Зерно: всеукраїнський журнал сучасного агропромисленника. 2012. № 1. С. 24–36.
77. Джонсон Г. В., Бернард Р. Л. Генетика и селекция сои. Соя. М.: Колос. 1970. 11–98.
78. Діденко Н. І. Виробництво сої в умовах інтеграційних процесів в Україні. АПК: міжнародний науково-виробничий журнал. 2017. № 1. С. 31–36.
79. Дідора В. Г., Ступніцька О. С., Баранов А. І. Продуктивність сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Полісся України. Вісник Житомирського національного агроекологічного університету: наук.-теорет. зб. Житомир. 2013. № 1 (36), т. 1. С. 80–83.
80. Дідора В. Г., Ступніцька О. С., Дідора Л. Д. Ефективність симбіотичної діяльності посівів сої в умовах Полісся України. Вісник аграрної науки: науково - теоретичний журнал Національної академії аграрних наук України. 2015. № 8. С. 56–60.
81. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований – [4-е. Изд. перераб. и доп]. М.: Колос. 1979. 416 с.
82. Дробітько А. В., Дробітько О. М. Вплив способів сівби на продуктивність насіння сої в умовах Північного Степу Миколаївської області. Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер. Агрономія і біологія: науково-методичний журнал. 2014. № 3. С. 160–163.
83. Енкен В. Б. Соя. М.: Гос. изд-во с-х литература. 1959. 622 с.
84. Єремко Л., Олєпир Р. Технологія для сої. Кожний елемент технології вирощування сої важливий, оскільки він впливає на урожайність та якість зерна. The Ukrainian FARMER : партнер сучасного фермера. 2013. № 10. С. 58–60.

85. Єрмолаєв М. М., Шиліна Л. І., Літвінов Д. В. Закономірності формування водного режиму в сівозмінах на чорноземах Лісостепу лівобережного. Вісник аграрної науки. Київ. 2008. № 6. С. 13–17.
86. Жалобецький Г. «Цікава» соя – наскільки вона є цікавою. Пропозиція нова: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник. 2014. № 11. С. 50–53.
87. Жеребко В. М., Чернега Т. О. Структура та якість урожаю сої залежно від особливостей догляду за посівами. Карантин і захист рослин : науково-виробничий журнал. 2010. № 8. С. 11–12.
88. Заболотний Г. М. Циганський В. І., Циганська О. І. Урожайність та енергетична ефективність вирощування сої в умовах Лісостепу правобережного. Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер. Агрономія і біологія: науково-методичний журнал. 2015. № 9. С. 151–154.
89. Заболотний О. Г. Проблеми підвищення ефективності виробництва сої і технології її переробки: монографія. Вінниця. 2006. 168 с.
90. Заболотний О. Г. Проблеми підвищення ефективності виробництва сої і технології її переробки: монографія. Вінниця: Книга-Вега. 2006. 168 с.
91. Захарченко И. Г., Шилина Л. И. Роль бобовых культур в азотном балансе дерново-подзолистых почв. Агрохимия. 1968. № 1. С. 53–59.
92. Захарченко І. Г., Шиліна Л. І., Логінов Ю. М., та ін. Застосування ¹⁵№ при вивченні використання рослинами та перетворення в ґрунті азоту добрив. Вісник сільськогосподарської науки. 1968. № 10. С. 56–61.
93. Зверев С., Сесикашвили О., Булах Ю. Соя. Свойства. Термообработка. Использование. Кутаиси, 2013. 200 с.
94. Зуза В. С. Рожков А. О., Гутянський Р. А. Урожайність сої залежно від попередника, метеорологічних умов та ефективності гербіциду. Вісник Полтавської державної аграрної академії: науково - виробничий, фаховий журнал. 2015. № 1/2. С. 22–24.
95. Иванов Н. Н. Ландшафтно-климатические зоны земного шара Записки геогр. об-ва, новая серия. 1948. Т. I. 224 с.

96. Ільчук М. М., Коновал І. А., Колос З. В. Виробництво сої в Україні та його ресурсне забезпечення на перспективу. Біоресурси і природокористування: науковий журнал. 2014. Том Т. 6. № 1/2. С. 131–137.
97. Казакова І. В. Економічна та енергетична оцінка ресурсозберігаючих технологій вирощування сільськогосподарських культур. Інноваційна економіка: всеукр. наук.-виробн. журнал. 2012. № 2. С. 113–116.
98. Каленська С. М., Новицька Н. В., Стрихар А. Є. Мінеральне живлення сої: вплив інокуляції Нітрагіном та удобрення на продуктивність та якість зерна культури в умовах Лісостепу. Насінництво: науково - виробничий журнал. 2009. №8. С. 23–25.
99. Калініченко О. В. Оцінка економічної та енергетичної ефективності вирощування цукрових буряків. Вісн. Хмельницького нац. ун-ту. 2010. № 2. Т. 1. С. 100–104.
100. Каминский В. Ф., Литвинов Д. В. Биологический круговорот органического вещества и элементов питания в короткоротационных севооборотах. Достижение науки и техники АПК. Москва. 2014. № 1. С.11–14.
101. Камінський В. Ф. Агрометеорологічні основи виробництва зернобобових культур в Україні. Вісник аграрної науки. К., 2006. № 7. С. 20–25.
102. Качинский Н. А. Физика почвы. М.: Высшая школа. 1965. Ч. 1. С. 75–79.
103. Кирпа М. Соя пізнє збирання та обробка насіння. Пропозиція нова: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник. 2016. № 11. С. 74–76.
104. Кирпа М. Соя: особливості збирання, обробки та збереження врожаю насіння. Пропозиція нова: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник. 2015. № 9. С. 58–61.
105. Клубук В., Лавриненко Ю. Збільшення врожайності сої в умовах зрошення Пропозиція нова: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник. 2012. № 5. С. 52–56.

106. Кобернюк О. Т. Урожайність та економічна ефективність вирощування соризу в умовах південно-західної частини Лісостепу України. Агробіологія: зб. наук. пр. Білоцерк. нац. аграр. ун-т. Біла Церква. 2011. Вип. 5 (84). С. 20–23.

107. Ковшик И. Г. Наумченко Е. Т., Науменко А. В. Длительное удобрение лугово-черноземовидной почвы и урожайность сои. Земледелие: теоретический и научно-практический журнал. 2011. № 1. С. 19–20.

108. Козін В. Удосконалення технології вирощування сої. Агроном: науково-виробничий журнал. 2011. № 1. С. 138.

109. Комаров В. Л. Происхождение культурных растений. 2–е изд. М.; Л.: Сельхозгиз 1938. 240 с.

110. Кондратюк С. Мистецтво вирощування сої. Агроном: наук.-вироб. журн. 2015. № 2. С. 114–119.

111. Корсаков Н. И. Географические очаги формообразования и гомологические ряды в наследственной изменчивости признаков рода *genus glezine* l. – труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 1982. Т. 72. Вып. 1. С. 3–15.

112. Костычев П. А. Избранные труды. М.: Изд.-во АН СССР, 1951. 667 с.

113. Крайняк О. К. Економічний та енергетичний аналіз технологій вирощування зернобобових культур. Інноваційна економіка: всеукр. наук.-виробн. журнал. 2012. №2. С. 109–113.

114. Крамарьов С. М., Артеменко С. Ф., Писаренко П. В. Ефективні елементи технології вирощування сої в умовах Північного Степу. Вісник Полтавської державної аграрної академії: науково - виробничий, фаховий журнал. 2014. № 3. С. 11–15.

115. Крижанівський В. Г., Костогриз П. В. Щільність ґрунту на посівах гороху, пшениці озимої та буряка цукрового залежно від основного обробітку. Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету. Частина 1. Агрономія, 2009. Випуск 71. С. 20–26.

116. Кругова О. Д., Мандровська Н. М., Бублик Л. І. Віталіст стимулює посіви сої. Карантин і захист рослин: науково-виробничий журнал. 2008. №7. С. 19–20.
117. Кулыгин В. А. Влияние элементов технологии на продуктивность сои в условиях обыкновенных черноземов. Достижения науки и техники АПК: теоретический и научно-практический журнал. 2016. № 2. С. 69–71.
118. Лазарь В. Г. Соя: история сои, применение в пищевой промышленности, технологии: монография. Киев: ТОВ Раритет. 2003. 144 с.
119. Лещенко А. К. Культура сої на Україні. Київ: Видавництво Української Академії с.-г. наук. 1962. 325 с.
120. Лещенко А.К. Культура сои. К.: Наук. Думка. 1978. 236 с.
121. Літвінов Д. В. Біологічний кругообіг органічної речовини і елементів живлення у посівах польових культур на чорноземах. Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Корми і кормовиробництво». Вінниця. 2012. Вип. 74. С. 164169.
122. Літвінов Д. В. Формування водного режиму ґрунту в системі короткоротаційних сівозмін. Вісник аграрної науки. Київ. 2015. № 11 (753). С. 13–18.
123. Літвінов Д. В., Гордієнко Т. І., Товстенко М. П. Винос поживних речовин сільськогосподарськими культурами у короткоротаційних сівозмінах. Збірник наукових праць ННЦ «Інститут землеробства УААН». К.: ВД «ЕКМО», 2007. Вип. 2. С. 12–16.
124. Лопушняк В. Удобрення сої азотом. The Ukrainian Farmer. 2018. № 5. С. 78–81.
125. Мазиров М. А., Амантаев Б. О., Турганбаев Н. О. Ресурсосберегающая технология возделывания сортов сои в Южно-Казахстанской области. Земледелие: теорет. и науч.-практ. журн. 2014. № 2. С. 47–48.

126. Манько Ю. П. Цюк О. А., Кротінов О. П. Модель системи екологічного землеробства в Лісостепу України: методичні рекомендації для впровадження у виробництво. К.: Аграр. Освіта. 2008. 36 с.
127. Марущак О. Інокуляція і технологія вирощування сої в запитаннях та відповідях. AGROEXPERT. 2013. № 2. С. 18–19.
128. Маслак О. Соя: зростання виробництва та споживання. Пропозиція: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник. 2011. № 8. С. 52–54.
129. Медведев В. В. Оптимизация физических свойств черноземов. М: Агропромиздат. 1988. 158 с.
130. Медведев В. В. Структура ґрунту як екологічний чинник. Вісник ХНАУ, 2009. Випуск 3. С. 25–31.
131. Медведев В. В., Лактіонова Т. М. Ґрунтово-технологічні вимоги до ґрунтообробних знарядь і ходових систем машинно-тракторних агрегатів. – Х.: КП Друкарня 2008. № 13. 68 с.
132. Медведєва Л. Соя: адаптація до спеки. The Ukrainian FARMER. 2016. № 11. С. 38.
133. Медведовський О. К., Іваненко П. І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. К.: Урожай, 1988. – 203 с.
134. Месяц И. Ш. Возделывание сои в странах Европы. М. 1989. ВНИИТЗИСХ. 277 с.
135. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур / Держ. коміс. України по випробуванню та охороні сортів рослин / за ред. В. В. Волкодава. Київ. 2000. 100 с.
136. Мигалев А. Соя по Strip-till. Сравнение технологий выращивания сои по Strip-till (с глубокой полосной обработкой почвы) и по No-till (нулевая обработка почвы). Зерно: всеукраинский журнал современного агропромышленника. 2011. № 11. С. 66–69.

137. Мигаль І. Б., Дзюбайло А. Г. Продуктивність сої залежно від сорту, норм висіву насіння і удобрення в умовах Лісостепу західного. Сільський господар: щомісячний журнал: науково-виробничі, інформаційні, практичні поради, реклама та оголошення. 2009. №9. С. 7–10.

138. Михайлов В. Г., Стрихар А. Е., Щербина О. З., Черненко Л. В. Основи технології вирощування сої. Київ : ВП «Едельвейс», 2011. 24 с.

139. Міленко О. Г. Зміна тривалості періоду вегетації та фаз росту і розвитку рослин сої залежно від умов вирощування. Вісник Полтавської державної аграрної академії: науково - виробничий, фаховий журнал. 2015. № 1/2. С. 165–171.

140. Міленко О. Г. Формування фотосинтетичного апарату сої залежно від сорту, норм висіву насіння та способів догляду за посівами. Таврійський науковий вісник. Херсон: Грінь Д. С. 2015. Вип. 91. С. 49–55.

141. Мінімалізація механічного обробітку ґрунту при вирощуванні кукурудзи / [Єщенко В. О., Каричковський Д. Л., Каричковський В. Д., Єщенко О. В.] ; за ред. В. О. Єщенка. Умань. 2007. 56 с.

142. Моргун В., Коць С. Бактеризація посівного матеріалу бобових. Пропозиція. 2007. № 2. С. 40–41.

143. Мосьондз Н. П. Формування продуктивності сортів сої різних груп стиглості залежно від елементів технології вирощування в Правобережному Лісостепу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата с.-г. наук, спец. 06.01.09: Нац. акад. аграр. наук України, ННЦ «Ін-т землеробства НААН». Київ. 2016. 21 с.

144. Мусатов А. Г., Десятник Л. М., Пінчук З. В. Вплив вологозабезпеченості ценозів озимого тритикале на урожай зерна при вирощуванні в північній підзоні Степу України. Наукові доповіді НАУ. Київ. 2008. Вип. 3 (11). С. 1–10.

145. Нагорний В. І. Вплив норм висіву та заходів по прискоренню дозрівання на врожайність сортів сої. Вісник Сумського національного

аграрного університету. Сер. Агрономія і біологія : науково-методичний журнал. 2013. № 11. С. 147–151.

146. Нагорний В. І. Вплив способу обробітку ґрунту і системи удобрення на продуктивність сортів сої. Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер. Агрономія і біологія: науково-методичний журнал. 2011. № 4. С. 14–18.

147. Нагорний В. І. Вплив способу основного обробітку ґрунту та доз добрив на врожайність сортів сої різних груп стиглості. Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер. Агрономія і біологія: науково-методичний журнал. 2014. № 9. С. 89–93.

148. Нагорний В. І. Продуктивність сортів сої різних груп стиглості залежно від просторового і кількісного розміщення рослин. Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер. Агрономія і біологія: науково-методичний журнал. 2012. № 2. С. 111–117.

149. Нагорний В. І. Розміщення сої в короткоротаційних сівозмінах. Агроном: наук.-вироб. журн. 2013. № 4. С. 112–114.

150. Нагорний В. Соя проти бур'янів. Farmer. 2012. № 1. С. 42 – 44.

151. Нагорний В.І. Вплив розміщення сої в короткоротаційних сівозмінах на її врожайність в умовах північно-східного Лісостепу України. Вісник Сумського аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія. 2013. Вип. 3. С. 50–53.

152. Нагорний В.І. Посівні якості та врожайні властивості сої залежно від застосування регуляторів росту і мікродобрив. Вісник Сумського аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія. 2014. Вип. 3. С. 123–127.

153. Назарчук А.А. Формування продуктивності сортів сої залежно від елементів технології вирощування в умовах Степу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук, спец. 06.01.09. М-во освіти і науки України, Держ. вищ. навч. закл. «Херсон. держ. аграр. ун-т». Херсон. 2015. 20 с.

154. Недвига М. В., Галасун Ю. П. Структурно-агрегатний стан чорнозему опідзоленого за тривалого застосування різних систем удобрення у

ланці польової сівозміни. Вісник Уманського НУС. Умань. 2012. № 1–2. С. 34–43.

155. Нідзельський В. А. Агробіологічні основи вирощування сої. Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер. Агрономія і біологія : науково-методичний журнал. 2015. № 9. С. 159–162.

156. Нідзельський В. А. Соевий пояс України. Сучасні аграрні технології : інформаційно-аналітичне видання. 2013. № 4. С. 36–39.

157. Новицька Н. В., Пилипчук М. Ю., Ситар О. В. Врожайність як інтегральний показник ефективності застосування нанометалів у технології вирощування сої. Вісник Полтавської державної аграрної академії: науково - виробничий, фаховий журнал. 2013. № 4. С. 32–36.

158. Новохацький М. Л. Вплив прийомів технології вирощування на продуктивність сої в умовах правобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук, спец. 06.01.09. Інститут землеробства УААН Київ, 2001. 20 с.

159. Носко Б. С., Меркулова Е. Л., Бабич Е. В.. Вынос элементов питания озимой пшеницей из чернозема типичного в зависимости от системы удобрения. Агрохимия. 2000. № 2. С. 45–53.

160. Обґрунтування впливу способів сівби і густоти рослин на врожайність зерна сої в екологічних зонах Лісостепу України. Корми і кормовиробництво. 1995. Вип. 39. С. 7–10.

161. Огурцов Є. М., Міхєєв В. Г., Белінський Ю. В., Клименко І. В. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України: монографія / за ред. М. А. Бобро: М-во освіти і науки України, Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. Харків: ХНАУ. 2016. 272 с.

162. Олєпїр Р. В. Ефективність способів обробітку ґрунту та сівби за вирощування сої в Лівобережному Лісостепу: автореф. дис. ... канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01 «Загальне землеробство» ННЦ «Ін-т землеробства НААН». Київ. 2015. 21 с.

163. Олєпїр Р. В. Ефективність способів обробітку ґрунту та сївби за вирощування сої в Лївобережному Лїсостепу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук, спец. 06.01.01. Національна академія аграрних наук України, ННЦ «Ін-т землеробства НААН». Київ. 2015. 21 с.

164. Основи наукових досліджень в агрономії /В. О. Єщенко, П. Г. Копитко, В. П. Опришко, П. В. Костоґриз; за ред. В. О. Єщенка. К.: Дія. 2005. 288 с.

165. Панасюк О. Я. Вплив різноглибинного обробітку ґрунту на продуктивність соєво-кукурудзяних сївозмін. Корми і кормовиробництво: міжвід. темат. наук. зб. Вінниця : ФОП Данилюк В. Г., 2014. Вип. 78. С. 61–66.

166. Панасюк О. Я. Кормова цінність і продуктивність сої залежно від факторів інтенсифікації в умовах правобережного Лїсостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук, спец 06.01.12 Вінницький державний аграрний університет. Вінниця. 2003. 19 с.

167. Петриченко В. Ф. Виробництво та використання сої в Україні. Агроном: науково-виробничий журнал. 2009. №3. С. 79–81.

168. Петриченко В. Ф. Вплив агрокліматичних факторів на продуктивність сої. Вісник аграрної науки. 2006. С. 19–23.

169. Петриченко В. Ф. Особливості технології вирощування сої на зерно в умовах центрального Лїсостепу України. Корми і кормовиробництво. 1992. Вип. 33. С. 13–15.

170. Петриченко В. Ф. Оцінка впливу гідротермічних ресурсів на реалізацію потенціалу продуктивності та якості насіння сої в Лїсостепу України. Корми і кормовиробництво. 1995. Вип. 40. С. 31–35

171. Петриченко В. Ф., Тимченко В. Н., Пісковий М. Б. Рекомендації з технологічного процесу виробництва середньоранньостиглих сортів науково-дослідного інституту сої /за ред. А. В. Пилипченко. М-во аграр. політики та продовольства України, Нац. акад. аграр. наук України, Українська асоціація виробників і переробників сої. Глобине: Наук.-дослід. ін-т сої. 2015. 28 с.

172. Петриченко В.Ф., Колісник С.І., Кобак С.Я. та ін. Оцінка технологічних прийомів вирощування сої в умовах Правобережного Лісостепу. Вісник аграрної науки. 2013. Спецвипуск. С. 57–62.

173. Піковська О. В. Вплив мінімізації обробітку ґрунту на структурний стан чорнозему звичайного. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. 2013. Випуск 183(2). С. 193–197. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnu_agr_2013_183\(2\)_35](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vnu_agr_2013_183(2)_35).

174. Пліско І. В. Вплив добрив, способів обробітку та агрофізичних параметрів чорноземного ґрунту на врожай культур. Вісник ХНАУ. 2004. Випуск 6. С. 251–256.

175. Побережна А. А. Світові білково-олійні ресурси і торгівля ними. К.: Інститут аграрної економіки УААН. 2002. 482 с.

176. Поляков О. Нікітенко О., Григорчук Н. Беззмінне вирощування сої. The Ukrainian FARMER. 2015. № 3. С. 102–105.

177. Предко О. С., Сінченко В. В. Сучасні технології вирощування сої. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: VII міжнародна науково-практична конференція молодих вчених і спеціалістів, с. Центральне, 19 квітня 2019 року: тези доповіді. Вінниця. 2019. С. 93–94.

178. Примак І. Д., Панченко О. Б. Структурний стан і будова орного шару чорнозему типового за різних систем основного обробітку і удобрення в спеціалізованій зернопросапній сівозміні центрального Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії, 2016. №1–2. С. 12–17.

179. Примак І. Д., Мудрук О. С., Примак О. І. Історичні передумови застосування мінімізації механічного обробітку ґрунту в землеробстві України. Науковий вісник Національного аграрного університету: зб. наук. праць К., 2005. Вип. 80. Ч. 2. С. 74–81.

180. Продан І. Зерна стабільного майбутнього. Чего ждать от бобовых. Зерно. 2017. № 6. С. 126–130.

181. Прянишников Д. И. Агрохимия. Избранные произведения. М.: Колос. 1965. Т.1. 768 с.
182. Прянишников Д. Н. Азот в жизни растений и земледелии СССР. М.-Л. 1945. 199 с.
183. Рахимова Ю. М., Дозоров А. В., Наумов А. Ю. Фотосинтетическая деятельность и урожайность сои при применении различных гербицидов и приёмов основной обработки почвы. Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. №1(25). С. 37–42.
184. Рекомендації виробництву сої в Україні за Noo-till технологією з використанням зарубіжної техніки / О. А. Демидов, Л. В. Сухомлин, А. М. Рудюк та ін.; М-во аграр. політики та продовольства України, Нац. акад. аграр. наук України, Ін-т кормів та сільського госп-ва Поділля НААНУ [та ін.]. Глобине: Науково-дослід. ін-т сої. 2014. 16 с.
185. Ретьман С. В., Мельничук Ф. С., Коляда В. Л. Сучасна технологія вирощування гороху та сої. Зерно: Всеукраїнський журнал сучасного агропромисловця. 2010. №4. С. 66–68.
186. Рожко Л. А. Теоретико-методологічне обґрунтування енергетичної оцінки природно-ресурсного комплексу в аграрному виробництві. Продуктивність агропромислового виробництва. 2009. №15. С. 122–135.
187. Розробити нову технологію вирощування сої на зерно в умовах центрального лісостепу України: звіт про наук. - дослід. роботу (заключ.): № Держреєстрації 0111U003294; результати роботи розглянуті Вченою радою ІРГТ НААН, протокол №423 від 23.12.2013 / Національна акад. аграр. наук, Ін-т розведення і генет. тварин ; кер. Н. Черняк. - с. Чубинське : [б. и.]. 2013. 19 с.
188. Романський О., Костенко К., Громадська В. Вплив способів основного обробітку чорнозему на врожайність сільськогосподарських культур. 36. наук. пр. Ін-ту землеробства УААН. 2005. Спец. вип. С. 158–160.
189. Романько Ю.О. Продуктивність сої залежно від строків сівби, добрив та бактеріальних препаратів в умовах Лівобережного Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук, спец 06.01.09.

М-во освіти і науки України, Сумський нац. аграр. ун-т, Полтавська держ. аграр. акад. Суми. 2016. 21 с.

190. Рыжков А. Соевая перспектива Украины. Зерно: всеукраинский журнал современного агропромышленника. 2015. № 3. С. 124–130.

191. Савинов Н. И. Структура почвы и ее прочность. Л. 1931. 45 с.

192. Сингх, Гурикбал. Соя: биология, производство, использование / за ред. Г. Сингх. Киев: Зерно. 2014. 656 с. (С. 648–650).

193. Синеговская В. Т., Гайдученко А. Н., Толмачев М. В. Влияние приемов агротехники на продуктивность сои. Земледелие: теоретический и научно-практический журнал. 2010. №5. С. 27–29.

194. Сінченко В. В. Вплив обробітку ґрунту та попередників на продуктивність сої у Правобережному Лісостепу України. «Сучасні тенденції розвитку галузі землеробства: проблеми та шляхи їх вирішення»: Міжнародна науково-практична конференція, м. Житомир, 13–14 червня 2019 року: тези доповіді. Житомир. 2019. С. 127–128.

195. Сінченко В. В., Танчик С. П. Вплив попередників на продуктивність сої в правобережному Лісостепові України. Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя: Міжнародна науково-практична конференція, м Київ, 23–25 травня 2018 року: тези доповіді. Київ. 2019. С. 280–281.

196. Сінченко В. В., Танчик С. П. Продуктивність сої залежно від попередників у правобережному Лісостепу України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Агрономія». 2018. № 286. С. 107–112.

197. Сінченко В. В., Танчик С. П., Літвінов Д. В. Водний режим ґрунту за вирощування сої у Правобережному Лісостепу України. Зрошуване землеробство: міжвідомчий тематичний науковий збірник. 2019. №72. С. 52–56.

198. Сінченко В. В., Танчик С. П., Літвінов Д. В. Вплив різних способів обробітку ґрунту на агрофізичні показники чорнозему типового

Правобережного Лісостепу України. Рослинництво і ґрунтознавство. 2019. Том 10. № 2. С. 41–49.

199. Сінченко В. В., Танчик С. П., Літвінов Д. В. Вплив різних способів обробітку ґрунту на структурно агрегатний склад чорнозему типового у Правобережному Лісостепу України. 2019. №3 (79).
<http://dx.doi.org/10.31548/dopovid2019.03.013>.

200. Сінченко В. В., Танчик С. П., Літвінов Д. В. Урожайність і якість насіння сої залежно від обробітку та попередників у правобережному Лісостепу України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2019. Частина 1. С. 217–225.

201. Січкарь В. Вітчизняні сорти сої нічим не поступаються перед іноземними. Але останні чомусь інтенсивно культивують на вітчизняних землях. Зерно і хліб: журнал для керівників, спеціалістів і науковців галузі хлібопродуктів. 2011. № 3. С. 52.

202. Січкарь В. І. Горох, соя, нут. Насінництво: науково - виробничий журнал. 2009. №4. С. 10–14.

203. Січкарь В. Нетрадиційний підхід до підвищення урожайності сої. Пропозиція нова: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник. 2016. № 6. С. 52–54.

204. Современные методы возделывания и переработки сои для увеличения производства растительного белка: метод. рек. / Селек. - генет. ин-т - Нац. центр семеноведения и сортоизучения, С. - х. предприятия «Укрсоя - 21» ; сост.: В. И. Сичкарь, В. В. Шерстобитов. Одесса: СГИ-НАЦ СЕИС. 2006. 72 с.

205. Сокирко П. Г. Вплив системи обробітку ґрунту на формування продуктивності сої. Вісник Полтавської державної аграрної академії: науково - виробничий, фаховий журнал. 2010. №1. С. 48–51.

206. Станков Н.З. Корневая система полевых культур. М.: Колос. 1963. 280 с.

207. Сторчоус І. Захист посівів сої від бур'янів. Пропозиція. 2015. № 6. С. 98–100.

208. Стригун А. А. Фитосанитарная ситуация в посевах сои Украине. Защита и карантин растений: ежемесячный журнал для специалистов, ученых и практиков. 2014. № 4. С. 32–35.
209. Стригун А. А. Фитосанитарное состояние сои и интегрированная система защиты. Агроном: наук.-вироб. журн. 2014. № 4. С. 92–97.
210. Субба Рао А., Сэмми Редди К. Управление питанием сои. Зерно. 2014. № 8. С. 125–131; № 10. С. 119–124.
211. Сунь Синдун. Соя (пер. с кит.). М.: Сельхозгиз. 1958. 248 с.
212. Сухотін А. С. Технологія вирощування післязимої сої після льону олійного в умовах зрошення на півдні України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук, спец. 06.01.02. Держ. вищ. навч. закл. «Херсонський державний аграрний університет». 2012. 20 с.
213. Танчик С. П. Ефективність систем землеробства в Україні. Вісник аграрної науки. Київ. 2009. № 12. С. 5–11.
214. Танчик С. П., Бабенко А. І. Продуктивність пшениці озимої залежно від попередників у Правобережному Лісостепу. Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Землеробство» К.:ПВ «Едельвейс», 2015. Вип. 1. С. 19–22.
215. Танчик С. П., Цюк О. А, Центило Л. В. Наукові основи землеробства: монографія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД». 2015. 314 с.
216. Танчик С. П., Ямковий В. Ю. Вплив систем основного обробітку ґрунту на структурно агрегатний склад його та продуктивність озимої пшениці в Лісостепу України [Електронний ресурс].»Наукові доповіді НУБіП». 2009. Вип. 2 (14). Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/e-jourNals/Nod/2009-2/09tspso.pdf>.
217. Танчик С.П., Літвінов Д.В., Павлов О.С., Бабенко А.І., Сінченко В.В. Біологічний азот та його значення у землеробстві України. «Органічне агровиробництво: Освіта і наука»: II Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 30 жовтня 2019 року: тези доповіді ДУ НМЦ «Агроосвіта». Київ. 2019. 178 с (64–67).

218. Танчик С. П., Сінченко В. В., Павлов О. С. Структурно агрегатний стан ґрунту за вирощування сої після різних попередників у Правобережному Лісостепу України. Актуальні проблеми розвитку аграрної освіти і науки та підвищення ефективності агропромислового виробництва: Міжнародна науково-практична конференція. м. Одеса, 20–21 вересня 2018 року: тези доповіді. Одеса, 2018. С. 15–17.

219. Танчик, С. П., Косар В. І., Масюк В. В. Вплив строків сівби сої на ефективність симбіотичної азотфіксації та вміст легкогідролізованого азоту в чорноземах опідзолених Західного Лісостепу. Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер. Агрономія і біологія: науково-методичний журнал. 2012. № 9. С. 66–69.

220. Тараріко Ю. О., Несмашна О. Є., Глущенко Л. Д. Енергетична оцінка систем землеробства і технологій вирощування сільськогосподарських культур: методичні рекомендації. К.: Нора-прінт. 2001. 59 с.

221. Теоретично обґрунтувати ступінь насичення короткоротаційних сівозмін соєю, як фактора біологізації землеробства, що забезпечить підвищення родючості ґрунту та виробництво екологічно чистої продукції [Текст: Електронний ресурс]: звіт про наук. - дослід. роботу за 2006–2010 рр. (заключний), № держ. реєстрації 0107U003382 / Нац. акад. аграр. наук України, Ін-т кормів НААН; кер. ндр С. І. Колісник. - Вінниця: [б. и.]. 2011. 45 с.

222. Технології і витрати на вирощування польових сільськогосподарських культур в умовах Лісостепу України: посібник. В. К. Пузік, А. М. Свиридов, О. В. Олійник та ін. за ред. В. К. Пузіка. Харк. нац. аграр. ун-т. Х. : ХНАУ. 2010. 213 с.

223. Технологія вирощування сої в умовах Рівненщини: метод. рек. / Н. І. Переходько, П. П. Гаврилюк, В. М. Польовий та ін. Центр наук. забезп. АПВ Рівнен. обл., Рівнен. Ін-т АПВ НААН України, Громад. орг. «Рівнен. обл. с. - г. дорад. служба «Наука». Рівне. 2011. 14 с.

224. Технологія вирощування сої для умов різного фінансового стану товаровиробників: наук. вид. /Д. І. Мазоренко, Г. Є. Мазнєв, Л. М. Тіщенко та ін.]; за ред. Д. І. Мазоренка, Г. Є. Мазнєва. Х.: Майдан. 2008. 146 с.

225. Тильба В. А., Волох И. Л. Приемы регулирования продукционных процессов в посевах сои в системе соево-зерновых севооборотов. Земледелие: теоретический и научно-практический журнал. 2011. № 8. С. 34–36.

226. Толмаченко А. В. Оценка динамики приростов агроэкологических категорий урожайности сои. Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки. 2014. Том 19. № 4. С.87–97.

227. Толмачова А. В. Агрокліматична оцінка умов вирощування сої в Україні: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук, спец 11.00.09. М-во освіти і науки України. Одеський держ. екол. ун-т. Одеса. 2015. 20 с.

228. Томмэ М. Ф. Корма СССР. Состав и питательность. М.: Колос. 1964. С. 292–370.

229. Тонха О. Л., Гаврилюк В. Б., Хамбір Т. В. Біологізація землеробства, завдання та перспективи. Науковий вісник НАУ. 2008. № 123. С. 107–114.

230. Тошкина Е. А., Водолазова Н. Н., Городнева Н. В. Влияние инокуляции на продуктивность семян перспективных сортов сои. Зерновое хозяйство: научно - практический журнал. 2008. №3. С.18–20.

231. Троценко В. І., Глупак З. І. Ефективність використання мінеральних добрив на посівах сої в умовах північно-східної частини Лісостепу України. Вісник Сумського національного аграрного університету. Сер. Агрономія і біологія : науково-методичний журнал. 2012. № 9. С. 98–102.

232. Тупикова Г. П. Соя. М.: Сельхозгиз. 1930. 145 с.

233. Фадеев Л. В. Точная агротехнология будущего начинается сегодня (соя). Зернові продукти і комбікорми. Якість. Виробництво. Використання. Технології, Обладнання. Автоматизація, Управління. Економіка: науково-виробничий журнал. 2016. Том 63. № 3. С. 4–5.

234. Фадеев Л. Соя завоевывает мир. Зерно: всеукраинский журнал современного агропромышленника. 2015. № 9. С.27–35.

235. Фадеев Л. Соя, затребувана часом. Пропозиція нова: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник. 2012. № 12. С. 94–95.

236. Федорук Р. С., Матюха І. О. Перспективи та передумови зростання виробництва і використання сої та продуктів її переробки в Україні. Біологічна роль поживних та антипоживних компонентів сої. Агроекологічний журнал: науково-теоретичний журнал. 2008. Спец. вип. (червень). С. 243 – 247.

237. Хрюкина Е. И., Салманова И. А. Чистота посевов и снижения гербицидного стресса - залог высокого урожая сои. Защита и карантин растений: ежемесячный журнал для специалистов, ученых и практиков. 2015. № 3. С. 24–26.

238. Цвей Я. Соя у сівозміні. Пропозиція нова: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник. 2017. № 1. С. 90.

239. Цвей Я. П., Петрова О. Т., Климчик С. М. та ін. Баланс елементів живлення в сівозмінах Лісостепу. Науковий вісник НАУ. 2008. Вип. 129. С. 239–244.

240. Цыбульников В. А., Панчихин С. В. Соя - отличный предшественник озимой пшеницы. Земледелие: теоретический и научно-практический журнал. 2009. №1. С. 32–33.

241. Цюк О. А. Зміни агрофізичних властивостей ґрунту в агрофітоценозі пшениці озимої залежно від системи його основного обробітку. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2016. №1. режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/№d_2016_1_20.

242. Чабанюк Я. Азотфіксуючий потенціал сої та сучасні підходи до його реалізації. Пропозиція нова: український журнал з питань агробізнесу: інформаційний щомісячник. 2015. № 2. С. 58–59.

243. Чамурлиев О. Г., Зинченко Е. В. Ресурсосберегающие приемы возделывания сои на орошении. Земледелие: теоретический и научно-практический журнал. 2010. №4. С. 38–39.

244. Чернищенко П.В. Оптимізація основних елементів технології вирощування сучасних сортів сої в умовах східної частини Лісостепу: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук, спец. 06.01.09. Нац. акад. аграр. наук України. Ін-т рослинництва ім. В. Я. Юр'єва. 2012. 20 с.

245. Чесняк Г. Я. Определение параметров свойств черноземов типичных мощных разного уровня плодородия. В кн.: Теоретические основы и методы определения оптимальных параметров почв. Научные труды, Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева. Москва. 1980. С. 42–50.

246. Чесняк Г. Я. Розрахунок балансу гумусу і доз внесення органічних добрив для забезпечення його бездефіцитного вмісту. Довідник працівника агро хімслужби. К.: Урожай. 1991. С. 68–72.

247. Чорна В. М. Насіннєва продуктивність сої залежно від технологічних прийомів вирощування в умовах Лісостепу правобережного. Корми і кормовиробництво. Вінниця. 2016. Вип. 82. С. 69–77.

248. Чумак А., Довгаюк-Семенюк М. Молибден и соя: возможности и проблемы. Пропозиция. 2017. №2. С. 60–62.

249. Шевніков М. Я. Ефективність вирощування сої в умовах нестійкого зволоження Лісостепу України. Вісник Полтавської державної аграрної академії : науково - виробничий, фаховий журнал. 2010. №3. С. 19–23.

250. Шевніков М. Я., Кулібаба М. Ю. Урожайність та якість насіння сої залежно від строків сівби і використання біопрепаратів. Вісник Полтавської державної аграрної академії: науково - виробничий, фаховий журнал. 2013. № 3. С. 41–44.

251. Шевніков М. Я., Логвиненко О. М. Вплив строків, способів сівби, норм висіву різних сортів сої на її продуктивність. Вісник Полтавської державної аграрної академії: науково - виробничий, фаховий журнал. 2013. № 1. С. 12–16.

252. Шевніков М. Я. Агроекологічні основи застосування біологічних, фізичних та хімічних засобів у технологіях вирощування сої в Лісостепу України: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук, спец. 06.01.09. Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва УААН. 2010. 36 с.

253. Шевніков М. Я. Бобові культури – фактор стійкості та біологізації землеробства в сучасних умовах. Міжвідомчий тематичний науковий збірник «Корми і кормовиробництво». Вінниця. 2008. № 62. С. 84–89.

254. Шевніков М. Я. Соя – важливий компонент для ефективного використання біокліматичного потенціалу лівобережного Лісостепу України. Вісник Полтавської аграрної академії. 2009. №1. С.9–12.

255. Шепілова Т. П., Петренко Д. І. Вплив способу сівби і норми висіву насіння на ріст і розвиток рослин сої. Вісник Уманського національного університету садівництва : науково-виробничий журнал. 2017. № 1. С. 74–81.

256. Шиліна Л. І., Гринчук П. Д., Єрмолаєв М. М., Літвінов Д. В. Основні програмні питання і методичні рекомендації з вивчення сівозмін у стаціонарних дослідях. К.: ВД «Екмо». 2008. 32 с.

257. Юркевич Є. О., Коваленко Н. П. Шляхи підвищення продуктивності різноротаційних сівозмін Південного Степу України. Агрохімія і ґрунтознавство: міжвідомчий тематичний науковий збірник ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського». Харків. 2009. Вип. 71. С. 85–89.

258. Юркевич Є. О. Продуктивність олійних культур у сівозмінах з короткою ротацією. Аграрний вісник Причорномор'я: зб. наук. праць. Одеса: ОДАУ. 2005. Вип. 29. С. 105–108.

259. Ярошко М. Технологія вирощування сої: фактори врожайності, сівба і використання добрив. Агроном: наук.-виробн. журн. 2013. № 1. С. 130–133.

260. Amarger N. Rhizobia in the field. Adv Agron. 2001. 73:109–168.

261. Bobrecka-Jamro D., Pizlo H. Wpływ czynników agrotechnicznych na plonowanie soi warunkach Polski południowo-wschodniej. Biul. Inst. Hodowli Aklimat. Rosl. 1996. № 198. S. 31–44.

262. Briguglio M. Variability in unitz tryps in inhibitor contents and activity in Argentinian soybean cultivars. Developing a Global Soy Blueprint for a Safe Secure and Sustainable Supplu: VIII World Soybean conference research. Beijng, China, August. 2009. P.10 - 15.

263. Elkoca E., Kantar F., Sahin F. Influence of nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria on nodulation, plant growth and yield of chickpea. J. Plant Nutr. 2008. 33: 157–171.

264. Gianinazzi – Pearson V., Dumas – Gaudof E. The contribution of model legumes to arbuscular mycorrhiza research. Grain Legumes. 2009. 53: 2122.

265. Hamlyn G. Jones. Monitoring plan and soil water status: established and novel methods revisited and their relevance to studies of drought tolerance. Journal of Experimental Botany. 2007. Vol. 58. №. 2, pp. 119–130, Integrated Approaches to Sustain and Improve Plant Production under Drought Stress Special Issue.

266. Howarth R. and Ramakrishna K. “Nutrient Management.” 2005. P. 295–311. Ecosystems and Human Well-Being: Policy Responses. Millennium Assessment, Island Press, Washington, DC.

267. Keith Diedrick Crop Insights: Basics of Soybean Fertility. Diedrick Keith, Butzen Steve. Trademarks and service marks of Pioneer Hi-Bred International. 2011. № 9. P. 1–4.

268. Konnys E. Soya – cennym warzywem. Jwoce Warzywa Kwity. 1982. V.21. P.10.

269. Lindstrom K. Stability of markers used for identification of two *Rhizobium galegae* inoculant strains after five years in the field. Appl. and Environ. Microboil. 1990. Vol. 56, № 2. P. 444–450.

270. Fukuda T., Yokoyama J., and others. Molecular phylogeny and evolution of alcohol dehydrogenase (Adh) genes in legumes. BMC Plant Biology. 2005. Vol. 5:6. P. 186–196.

271. Purcell L. C., King C. A., Ball R. A. Soybean cultivar differences in ureides, drought tolerant nitrogen fixation, and manganese nutrition. *Crop Sci.* 2000. № 40. P. 1062–1070.
272. Singh A., Kango-Singh M., Choi K.W. Sun, Y.H. Dorsoventrally asymmetric functions of tea shirt in *Drosophila* eye development depend on spatial cues provided by early DV patterning genes. *Mech. Dev.* 2004. 121(4): 365–370.
273. Stark Miriam T. *Archaeology of Asia* (Blackwell Studies in Global Archaeology). Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell. 2012. p. 81. ISBN 1–4051–0213–6. Retrieved February 18. 2012.
274. Strachan S.D. Basis for soybean tolerance to thifensulfuron methyl (DPX – M 6316). *Pest. Biochem. Phisiol.* 1990. Vol. 37.№ 3. P. 303 – 313.
275. Vance C. P. Symbiotic nitrogen fixation and phosphorous acquisition. *Plant nutrition in the world of decliningrenewable resources. Plant Physiology.* 2001. V. 127. P. 390–397.
276. Voldeng H.D., Cober E.R., Hume D.J., Gillard C., Morrison M.J. Fifty-eight years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada. *Crop Sci.* 1997. V. 37. P. 428 – 431.
277. Wilcox J.R. *Soybeans: Improvement, Production, and Uses.* - Madison, Wisconsin. 1987. P.23–44.
278. Williams L.E. De Jjng T.M., Rpllips D.A. Carbon and nitrogen limitations on soybean seed lings develop ment. *Plant Physiol.* 1981. V.68. №5.1206.
279. Wipf D. Mechanisms of beneficial legume-microbe interactions. *Proc. First Legume Society Conference : A Legume Odyssey.* Novi Sad, Serbia. 2013. 227.
280. Woodworth C. K. genetics and breeding in the improvment of the soybean // *Univ. of Illin. Agric. Exper. Station.* 1933.384. P. 297–404.

ДОДАТКИ

Додаток А

Оцінка типовості погодних умов вегетаційного сезону в роки досліджень
(за даними Українського гідрометеорологічного центру)

Показники	Місяці												За вегетаційний сезон	За рік
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
опади, мм														
К-сть у 2015 р.	33,0	21,0	60,0	34,0	55,0	101,0	50,0	10,0	44,0	27,0	46,0	19,0	294,0	500,0
К-сть у 2016 р.	71,0	51,0	36,0	55,0	91,0	68,0	19,0	37,0	2,2	75,0	44,0	31	272,2	580,2
К-сть у 2017 р.	31,0	33,0	12,0	43,0	23,0	22,0	102,0	20,0	13,0	74,0	52,0	115,0	223,0	540,0
В середньому за 3 роки	34,0	32,0	29,0	45,0	44,0	77,0	88,0	61,0	41,0	27,0	39,0	44,0	356,0	561,0
Багаторічна норма	45,0	35,0	36,0	44,0	56,3	63,7	57,0	22,3	19,7	58,7	47,3	45,1	263,1	530,2
S	21,2	20,2	24,4	25,4	36,8	43,1	38,5	38,0	44,0	23,5	20,9	36,0	78,7	48,3
Ki 2015 р.	0,0	-0,5	1,3	-0,4	0,3	0,6	-1,0	-1,3	0,1	0,0	0,3	-0,7	-0,8	-1,3
Ki 2016 р.	1,7	0,9	0,3	0,4	1,3	-0,2	-1,8	-0,6	-0,9	2,0	0,2	-0,4	-1,1	-0,4
Ki 2017 р	-0,1	0,0	-0,7	-0,1	-0,6	-1,3	0,4	-1,1	-0,6	2,0	0,6	2,0	-1,7	-0,4
Ki в середньому за 3 роки	0,5	0,1	0,3	0,0	0,3	-0,3	-0,8	-1,0	-0,5	1,3	0,4	0,3	-1,2	-0,4
середньомісячна температура повітря, t° C														
2015 р.	-0,8	-1,3	4,7	9,3	16,3	19,4	21,5	21,5	18,2	7,0	4,7	1,8	17,7	10,2
2016 р.	-5,8	2,4	4,2	12,4	15,2	20,1	22,2	21,0	15,7	6,7	1,4	-1,8	17,8	9,5
2017 р.	-5,3	-2,6	6,1	10,5	15,4	20,6	20,9	22,4	17,0	8,6	3,5	2,2	17,8	9,9
В середньому за 3 роки	-4,0	-0,5	5,0	10,7	15,6	20,0	21,5	21,6	17,0	7,4	3,2	0,7	17,8	9,9
Багаторічна норма	-6,0	-4,5	0,3	8,6	15,0	18,0	19,4	18,8	13,8	8,0	2,1	-2,5	15,6	7,6
S	2,7	3,4	2,7	1,1	1,5	1,4	1,0	1,4	1,4	1,5	2,3	2,3	1,3	1,9
Ki 2015 р.	1,9	0,9	1,6	0,6	0,9	1,0	2,0	1,9	3,1	-0,7	1,1	1,8	1,6	1,4
Ki 2016 р.	0,1	2,0	1,4	3,5	0,1	1,5	2,7	1,5	1,3	-0,9	-0,3	0,3	1,8	1,1
Ki 2017 р	0,3	0,6	2,1	1,7	0,3	1,8	1,5	2,5	2,3	0,4	0,6	2,0	1,7	1,3
Ki в середньому за 3 роки	0,8	1,2	1,7	1,9	0,4	1,4	2,1	2,0	2,2	-0,4	0,5	1,4	1,7	1,3

Додаток А.1

Характеристика тепло- та вологозабезпеченості за вегетаційний період у роки проведення досліджень за коефіцієнтом зволоження Н.М. Іванова

Місяць	2015 рік					2016 рік					2017 рік				
	P	t	R	f	K _{зв}	P	t	R	f	K _{зв}	P	t	R	f	K _{зв}
Січень	33	-0,8	86	12,2	2,71	71	-5,8	84	11,1	6,42	31	-5,3	83	12,1	2,57
Лютий	21	-1,3	81	16,2	1,30	51	2,5	81	18,8	2,71	33	-2,6	78	17,7	1,86
Березень	60	4,7	71	31,0	1,94	36	4,3	77	24,3	1,48	12	6,1	74	29,1	0,41
Квітень	34	9,3	59	50,6	0,67	55	12,4	63	49,8	1,10	43	10,5	55	57,5	0,75
Травень	55	16,3	61	58,0	0,95	91	15,2	72	40,5	2,25	23	15,4	56	64,0	0,36
Червень	101	19,4	65	55,9	1,81	68	20,1	70	48,7	1,40	22	20,6	57	70,6	0,31
Липень	50	21,5	63	61,9	0,81	19	22,4	64	61,4	0,31	102	20,9	61	64,4	1,58
Серпень	10	21,5	56	73,7	0,14	37	21	67	54,6	0,68	20	22,4	61	66,5	0,30
Вересень	44	18,2	65	54,4	0,81	2,2	15,7	62	55,7	0,04	13	17	61	59,0	0,22
Жовтень	27	7	68	36,9	0,73	75	6,8	77	26,3	2,85	74	8,6	81	23,0	3,22
Листопад	46	4,7	86	15,0	3,07	44	1,4	85	14,3	3,09	52	3,5	88	12,3	4,22
Грудень	19	1,8	84	15,4	1,23	1,3	-1,8	83	14,2	0,09	115	2,2	89	10,8	10,68

Примітка. K_{зв} - коефіцієнт зволоження, P - кількість опадів (мм), а f – випаровуваність за цей же період (%), де t – середня температура за період (°C/рік), R – середня відносна вологість (%).

Додаток Б

**Динаміка запасів доступної вологи в шарі ґрунту 0–100 см за осінньо-зимовий і ранньовесняний період,
середнє за 2014–2017 рр.**

Попередник	Запаси доступної вологи в ґрунті, мм										Накопичено вологи, мм				
	на час збирання попередника					на час сівби									
	полицей обробіток ґрунту (оранка) на 20–22 см (контроль)	безполицей обробіток ґрунту (чизель) на 20–22 см	безполицей обробіток ґрунту (дискова борона) на 12–14 см	безполицей обробіток ґрунту (дискова борона) на 6–8 см	пряма сівба	полицей обробіток ґрунту (оранка) на 20–22 см (контроль)	безполицей обробіток ґрунту (чизель) на 20–22 см	безполицей обробіток ґрунту (дискова борона) на 12–14 см	безполицей обробіток ґрунту (дискова борона) на 6–8 см	пряма сівба	полицей обробіток ґрунту (оранка) на 20–22 см (контроль)	безполицей обробіток ґрунту (чизель) на 20–22 см	безполицей обробіток ґрунту (дискова борона) на 12–14 см	безполицей обробіток ґрунту (дискова борона) на 6–8 см	пряма сівба
Пшениця озима (контроль)	93,4	97,6	96,5	97,4	99,2	163,7	170,3	168,7	170,2	173,5	70,3	72,7	72,2	72,8	74,3
Ячмінь ярий	87,1	95,7	96,9	96,5	98,4	151,6	168,4	169,1	168,9	172,3	64,5	72,7	72,2	72,4	73,9
Кукурудза на зерно	61,7	66,4	67,9	67,7	68,5	140,1	150,6	153,2	152,8	154,1	78,4	84,2	85,3	85,1	85,6
Соняшник	73,6	78,3	79,1	78,6	79,9	149,3	157,3	160,4	158,7	162,2	75,7	79	81,3	80,1	82,3
Соя	85,5	89,7	92,6	92,1	93,5	150	159,5	162,3	161,5	164,1	64,5	69,8	69,7	69,4	70,6
Середнє	80,3	85,5	86,6	86,5	87,9	150,9	161,2	162,7	162,4	165,2	70,7	75,7	76,1	76,0	77,3
Sx	5,6	5,9	5,7	5,8	6,0	3,8	3,6	2,9	3,2	3,6	2,8	2,6	3,0	2,9	2,8
V %	15,7	15,3	14,7	14,9	15,2	5,6	5,0	4,0	4,5	4,8	9,0	7,7	8,9	8,5	8,2
S	12,61	13,08	12,71	12,90	13,32	8,43	8,14	6,57	7,24	7,95	6,35	5,83	6,76	6,45	6,31
НІР₀₅	18,9	19,6	19,0	19,3	20,0	12,6	12,2	9,8	10,9	11,9	9,5	8,7	10,1	9,7	9,5

Додаток Б.1

**Сумарне водоспоживання сої за різних попередників і обробітків ґрунту,
середнє за 2015–2017 рр.**

Обробіток ґрунту	Загальні витрати вологи соєю за вегетацію, мм	Сумарний урожай абсолютно сухої речовини сої (основна і побічна продукція), т/га	Витрати вологи на одиницю абсолютно сухої речовини урожаю сої, м³/т
Пшениця озима			
1	294,5	7,21	408
2	297,4	7,63	390
3	297	6,8	437
4	297,5	6,8	438
5	299	5,98	500
Середнє	297,1	6,9	434,6
Sx	0,7	0,3	18,7
V %	0,5	8,9	9,6
S	1,63	0,61	41,81
НІР₀₅	2,4	0,9	62,7
Ячмінь ярий			
1	281,7	6,46	436
2	289,1	7,21	401
3	289,1	7,01	412
4	289,2	6,39	453
5	290,3	5,57	521
Середнє	287,9	6,5	444,6
Sx	1,6	0,3	21,1
V %	1,2	9,8	10,6
S	3,49	0,64	47,29
НІР₀₅	5,2	1,0	70,9
Кукурудза на зерно			
1	277,5	5,84	475
2	282,2	5,3	532
3	283,1	5,48	517
4	283	4,7	602
5	283	4,54	623
Середнє	281,8	5,2	549,8
Sx	1,1	0,2	27,5
V %	0,9	10,5	11,2
S	2,41	0,54	61,38
НІР₀₅	3,6	0,8	92,0
Соняшник			
1	284,8	6,44	442
2	289,3	5,85	495
3	289,7	6,02	481
4	289,1	5,26	550
5	290,7	4,68	621
Середнє	288,7	5,7	517,8
Sx	1,0	0,3	31,1
V %	0,8	12,2	13,4
S	2,28	0,69	69,47
НІР₀₅	3,4	1,0	104,1

Продовження Додатку Б.1

1	2	3	4
Соя			
1	282,9	6,86	412
2	287,4	7,05	408
3	288,5	7,05	409
4	288,1	6,68	431
5	289,2	6,08	476
Середнє	287,2	6,7	427,2
Sx	1,1	0,2	12,9
V %	0,9	6,0	6,8
S	2,50	0,40	28,84
НІР₀₅	3,7	0,6	43,2

Додаток В

Коефіцієнт структурності ґрунту за різних його обробітків та попередників сої, середнє за 2015–2017 рр.

Шар ґрунту, см	Полицевий обробіток ґрунту (оранка) на 20–22 см (контроль)		Безполицевий обробіток ґрунту (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см		Безполицевий обробіток ґрунту (дискова борона) на 12–14 см		Безполицевий обробіток ґрунту (дискова борона) на 6–8 см		Пряма сівба	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
попередник пшениця озима (контроль)										
0–10	1,83	2,65	2,00	2,85	2,16	2,91	2,29	3,01	2,06	2,53
10–20	2,16	2,29	2,48	2,59	2,11	2,27	2,56	2,65	2,44	2,61
20–30	1,99	2,28	2,05	2,29	2,21	2,32	2,03	2,15	1,82	1,93
0–30	1,99	2,41	2,18	2,58	2,16	2,5	2,29	2,6	2,11	2,36
Середнє	1,99	2,41	2,18	2,58	2,16	2,50	2,29	2,60	2,11	2,36
Sx	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2
V %	6,8	7,1	9,9	8,9	1,9	11,6	9,4	13,6	12,1	12,9
S	0,13	0,17	0,22	0,23	0,04	0,29	0,22	0,35	0,26	0,30
НІР₀₅	0,24	0,31	0,39	0,42	0,07	0,53	0,39	0,64	0,46	0,55
попередник ячмінь ярий										
0–10	1,73	2,42	1,83	2,52	2,01	2,69	2,14	2,82	1,98	2,46
10–20	2,14	2,25	2,29	2,38	2,19	2,34	2,36	2,44	2,39	2,51
20–30	2,02	2,3	2,05	2,29	2,11	2,19	1,98	2,15	1,79	1,9
0–30	1,96	2,32	2,06	2,4	2,1	2,41	2,16	2,47	2,05	2,29
Середнє	1,96	2,32	2,06	2,40	2,10	2,41	2,16	2,47	2,05	2,29
Sx	0,1	0,04	0,1	0,05	0,04	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
V %	8,8	3,1	9,1	3,9	3,5	8,7	7,2	11,1	12,2	12,1
S	0,17	0,07	0,19	0,09	0,07	0,21	0,16	0,27	0,25	0,28
НІР₀₅	0,31	0,13	0,34	0,17	0,13	0,38	0,28	0,50	0,46	0,50
попередник кукурудза на зерно										
0–10	1,76	2,55	1,87	2,67	1,96	2,66	2,09	2,69	1,9	2,31
10–20	2,09	2,22	2,23	2,31	2,04	2,19	2,17	2,25	2,33	2,49
20–30	1,89	2,12	2,01	2,22	2,08	2,19	1,94	2,11	1,79	1,89
0–30	1,91	2,3	2,04	2,4	2,03	2,35	2,07	2,35	2,01	2,23
Середнє	1,91	2,30	2,04	2,40	2,03	2,35	2,07	2,35	2,01	2,23
Sx	0,1	0,1	0,1	0,1	0,02	0,1	0,05	0,1	0,1	0,1
V %	7,1	8,0	7,3	8,1	2,5	9,4	4,6	10,5	11,6	11,3
S	0,14	0,18	0,15	0,19	0,05	0,22	0,10	0,25	0,23	0,25
НІР₀₅	0,25	0,33	0,27	0,35	0,09	0,40	0,17	0,45	0,42	0,46
попередник соняшник										
0–10	1,74	2,49	1,82	2,5	1,87	2,52	2,03	2,65	1,84	2,2
10–20	1,99	2,1	2,24	2,32	2,04	2,16	2,12	2,17	2,32	2,47
20–30	1,83	2,08	2,01	2,28	2,03	2,12	1,93	2,06	1,74	1,83
0–30	1,85	2,22	2,02	2,37	1,98	2,27	2,03	2,29	1,97	2,17
Середнє	1,85	2,22	2,02	2,37	1,98	2,27	2,03	2,29	1,97	2,17
Sx	0,1	0,1	0,1	0,05	0,04	0,1	0,04	0,1	0,1	0,1
V %	5,6	8,5	8,5	4,0	3,9	7,9	3,8	11,2	12,9	12,1
S	0,10	0,19	0,17	0,10	0,08	0,18	0,08	0,26	0,25	0,26
НІР₀₅	0,19	0,34	0,31	0,17	0,14	0,33	0,14	0,47	0,46	0,48
попередник соя										
0–10	1,69	2,42	1,87	2,63	1,93	2,56	1,99	2,62	1,76	2,12
10–20	1,96	2,12	2,19	2,31	1,99	2,09	2,06	2,13	2,34	2,45
20–30	1,85	2,12	2,01	2,28	2,06	2,06	1,95	2,05	1,67	1,75
0–30	1,83	2,22	2,02	2,41	1,99	2,24	2	2,27	1,92	2,11
Середнє	1,83	2,22	2,02	2,41	1,99	2,24	2,00	2,27	1,92	2,11
Sx	0,1	0,1	0,1	0,1	0,03	0,1	0,02	0,1	0,1	0,1
V %	6,1	6,4	6,5	6,6	2,7	10,2	2,3	11,1	15,4	13,6
S	0,11	0,14	0,13	0,16	0,05	0,23	0,05	0,25	0,30	0,29
НІР₀₅	0,20	0,26	0,24	0,29	0,10	0,42	0,08	0,46	0,54	0,52

Примітка. I – на час сівби; II – на час збирання

Додаток Г

Вміст мінерального азоту у 0–30 см шарі ґрунту у посівах сої залежно від попередників і обробітку ґрунту, мг/кг ґрунту середнє за 2015–2017 рр.

Обробіток ґрунту	Попередник	NO ₃ +NH ₄	
		сходи	збирання
Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	пшениця озима	21,4	14,2
	ячмінь ярий	21,0	13,8
	кукурудза на	16,2	9,0
	соняшник	18,3	11,1
	соє	25,1	17,9
Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	пшениця озима	22,8	14,6
	ячмінь ярий	24,1	15,9
	кукурудза на	18,7	10,5
	соняшник	19,8	11,6
	соє	27,1	18,9
Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	пшениця озима	18,3	8,1
	ячмінь ярий	19,9	9,7
	кукурудза на	14,0	3,8
	соняшник	15,1	4,9
	соє	22,6	12,4
Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	пшениця озима	17,6	7,8
	ячмінь ярий	18,1	8,3
	кукурудза на	15,4	5,6
	соняшник	16,0	6,2
	соє	20,7	10,9
Пряма сівба	пшениця озима	16,2	6,1
	ячмінь ярий	16,3	6,2
	кукурудза на	13,8	3,7
	соняшник	14,8	4,7
	соє	18,8	8,7

Додаток Г.1

Вміст лужногідролізованого азоту у 0–30 см шарі ґрунту у посівах сої на час сівби, залежно від попередників і обробітку ґрунту, мг/кг ґрунту.

Попередник	Обробіток ґрунту	Рік			
		2015	2016	2017	Середнє
Пшениця озима	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	143,5	139,2	144,4	140
Ячмінь ярий		142,15	138,7	145,1	142
Кукурудза на зерно		138,6	132,9	140,1	137
Соняшник		139,5	134,7	143,6	139
Соя		148,4	143,7	146,2	146
Пшениця озима	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	144,4	141,4	148,6	145
Ячмінь ярий		145,7	143,7	148,9	146
Кукурудза на зерно		139,5	137,9	144,6	141
Соняшник		141,0	139,4	145,1	142
Соя		149,5	146,5	151,3	149
Пшениця озима	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	145,3	142,4	148,2	145
Ячмінь ярий		147,5	144,7	148,4	147
Кукурудза на зерно		140,4	137,3	143,6	140
Соняшник		141,2	138,2	145,1	142
Соя		149,1	147,5	152,3	150
Пшениця озима	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	145,6	143,1	147,8	146
Ячмінь ярий		147	143,5	147,9	146
Кукурудза на зерно		142,6	138,9	145,8	142
Соняшник		143,4	139,3	146,2	143
Соя		148,7	147,7	150,2	149
Пшениця озима	Пряма сівба	145,9	141,4	149	145
Ячмінь ярий		146,7	140,4	149,3	145
Кукурудза на зерно		143	139,4	146,7	143
Соняшник		143,7	140,6	147,6	144
Соя		149	143,5	150,4	148

Додаток Г.2

Вміст лужногідролізованого азоту у 0–30 см шарі ґрунту у посівах сої на час збирання, залежно від попередників і обробітку ґрунту, мг/кг ґрунту

Попередник	Обробіток ґрунту	Рік			
		2015	2016	2017	Середнє
Пшениця озима	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	133	132,2	138,6	135
Ячмінь ярий		131,65	131,7	139,3	134
Кукурудза на зерно		128,1	125,9	134,3	129
Соняшник		129	127,7	137,8	132
Соя		137,9	136,7	140,4	138
Пшениця озима	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	135,5	131,4	141,6	136
Ячмінь ярий		136,8	133,7	141,9	137
Кукурудза на зерно		130,6	127,9	137,6	132
Соняшник		132,1	129,4	138,1	133
Соя		140,6	136,5	144,3	140
Пшениця озима	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	136,3	133,4	139,2	136
Ячмінь ярий		138,5	135,7	139,4	138
Кукурудза на зерно		131,4	128,3	134,6	131
Соняшник		132,2	129,2	136,1	133
Соя		140,1	138,5	143,3	141
Пшениця озима	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	136,2	133,7	138,4	136
Ячмінь ярий		137,6	134,1	138,5	137
Кукурудза на зерно		133,2	129,5	136,4	133
Соняшник		134	129,9	136,8	134
Соя		139,3	138,3	140,8	139
Пшениця озима	Пряма сівба	138,6	134,1	141,7	138
Ячмінь ярий		139,4	133,1	141,2	138
Кукурудза на зерно		135,7	132,1	139,4	136
Соняшник		136,4	133,3	140,3	137
Соя		141,7	136,2	143,1	140

Додаток Г.3

Вплив обробітку ґрунту та попередників на вміст рухомого фосфору в чорноземі типовому під соєю в шарі 0–30 см, на час сівби, мг/кг ґрунту

Попередник	Обробіток ґрунту	Рік			
		2015	2016	2017	Середнє
Пшениця озима	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	102,5	100,7	109,4	104
Ячмінь ярий		104,15	100,2	110,1	105
Кукурудза на зерно		100,2	96	105,1	100
Соняшник		102,5	98,9	108,6	103
Соя		106,4	100,9	110,5	106
Пшениця озима	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	104,4	99,9	109,6	105
Ячмінь ярий		103,7	100,2	108,9	104
Кукурудза на зерно		101,4	94,1	106,6	101
Соняшник		102,2	99,7	107,1	103
Соя		105,6	99	107,7	104
Пшениця озима	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	103,3	100,9	108,2	104
Ячмінь ярий		104,5	100,2	109,4	105
Кукурудза на зерно		102,4	97,8	106,6	102
Соняшник		102,2	98,7	107,1	103
Соя		105,1	101	106,8	104
Пшениця озима	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	105,4	101,4	108,6	105
Ячмінь ярий		104,8	99,8	107,7	104
Кукурудза на зерно		104,4	97,9	106,7	103
Соняшник		104,2	99,6	108	104
Соя		104,5	101,2	109,1	105
Пшениця озима	Пряма сівба	104	99,7	107,8	104
Ячмінь ярий		102,5	98,7	108,1	103
Кукурудза на зерно		100,8	97,7	104,9	101
Соняшник		101,5	98,4	105,4	102
Соя		104,8	100,4	108,2	104

Додаток Г.4

Вплив обробітку ґрунту та попередників на вміст рухомого фосфору в чорноземі типовому під соєю в шарі 0–30 см, на час збирання, мг/кг ґрунту

Попередник	Обробіток ґрунту	Рік			
		2015	2016	2017	Середнє
Пшениця озима	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	90,7	89,4	96,6	92
Ячмінь ярий		92,35	88,9	97,3	93
Кукурудза на зерно		88,4	84,7	92,3	88
Соняшник		90,7	87,6	95,8	91
Соя		94,6	89,6	97,7	94
Пшениця озима	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	92,9	88,9	97,1	93
Ячмінь ярий		92,2	89,2	96,4	93
Кукурудза на зерно		89,9	83,1	94,1	89
Соняшник		90,7	88,7	94,6	91
Соя		94,1	88	95,2	92
Пшениця озима	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	91,6	89,7	95,5	92
Ячмінь ярий		92,8	89	96,7	93
Кукурудза на зерно		90,7	86,6	93,9	90
Соняшник		90,5	87,5	94,4	91
Соя		93,4	89,8	94,1	92
Пшениця озима	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	93,6	90,1	95,8	93
Ячмінь ярий		93,0	88,5	94,9	92
Кукурудза на зерно		92,6	86,6	93,9	91
Соняшник		92,4	88,3	95,2	92
Соя		92,7	89,9	96,3	93
Пшениця озима	Пряма сівба	92,0	88,2	94,8	92
Ячмінь ярий		90,5	87,2	95,1	91
Кукурудза на зерно		88,8	86,2	91,9	89
Соняшник		89,5	86,9	92,4	90
Соя		92,8	88,9	95,2	92

Додаток Г.5

Вплив обробітку ґрунту та попередників на вміст рухомого калію в чорноземі типовому під соєю в шарі 0–30 см, на час сівби, мг/кг ґрунту

Попередник	Обробіток ґрунту	Рік			
		2015	2016	2017	Середнє
Пшениця озима	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	83,5	81,2	88,4	84,4
Ячмінь ярий		84,1	80,7	89,1	84,7
Кукурудза на зерно		83,5	79,4	88,9	83,9
Соняшник		82,5	79,4	87,6	83,2
Соя		84,4	81,4	89,5	85,1
Пшениця озима	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	84,4	80,4	88,6	84,5
Ячмінь ярий		83,7	80,7	87,9	84,1
Кукурудза на зерно		82,4	77,6	85,6	81,9
Соняшник		81,2	76,8	84,1	80,7
Соя		84,6	79,5	86,7	83,6
Пшениця озима	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	85,3	81,4	87,2	84,6
Ячмінь ярий		84,5	80,7	86,4	83,9
Кукурудза на зерно		83,4	79,3	85,6	82,8
Соняшник		82,2	77,2	84,1	81,2
Соя		85,1	79,5	85,8	83,5
Пшениця озима	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	85,4	80,9	87,6	84,6
Ячмінь ярий		84,8	80,3	86,7	83,9
Кукурудза на зерно		84,4	79,4	85,7	83,2
Соняшник		82,2	77,6	86,2	82,0
Соя		84,5	79,7	88,1	84,1
Пшениця озима	Пряма сівба	84	80,2	86,8	83,7
Ячмінь ярий		83,5	80,2	87,1	83,6
Кукурудза на зерно		82,8	79,2	85,9	82,6
Соняшник		80,5	78,4	84,4	81,1
Соя		84,8	79,9	87,2	84,0

Додаток Г.6

Вплив обробітку ґрунту та попередників на вміст рухомого калію в чорноземі типовому під соєю в шарі 0–30 см, на час збирання, мг/кг ґрунту

Попередник	Обробіток ґрунту	Рік			
		2015	2016	2017	Середнє
Пшениця озима	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	78,5	76,2	83,4	79,4
Ячмінь ярий		79,15	75,7	84,1	79,7
Кукурудза на зерно		78,5	74,4	83,9	78,9
Соняшник		77,5	74,4	82,6	78,2
Соя		79,4	76,4	84,5	79,1
Пшениця озима	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	79,8	75,8	84	79,9
Ячмінь ярий		79,1	76,1	83,3	79,5
Кукурудза на зерно		77,8	73	81	77,3
Соняшник		76,6	72,2	79,5	76,1
Соя		80	74,9	82,1	79,0
Пшениця озима	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	80,1	76,2	82	79,4
Ячмінь ярий		79,3	75,5	81,2	78,7
Кукурудза на зерно		78,2	74,1	80,4	77,6
Соняшник		77	72	78,9	76,0
Соя		79,9	74,3	80,6	78,3
Пшениця озима	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	80,1	75,6	82,3	79,3
Ячмінь ярий		79,5	75	81,4	78,6
Кукурудза на зерно		79,1	74,1	80,4	77,9
Соняшник		76,9	72,3	80,9	76,7
Соя		79,2	74,4	82,8	78,8
Пшениця озима	Пряма сівба	78,7	74,9	81,5	78,4
Ячмінь ярий		78,2	74,9	81,8	78,3
Кукурудза на зерно		77,5	73,9	80,6	77,3
Соняшник		75,2	73,1	79,1	75,8
Соя		79,5	74,6	81,9	78,7

Додаток Д
Урожайність сої залежно від попередників та основного обробітку ґрунту,
т/га

Попередник	Основний обробіток ґрунту	Роки			Середнє
		2015	2016	2017	
Пшениця озима (контроль)	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	3,90	4,10	2,50	3,50
	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	4,10	4,40	2,60	3,70
	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	3,60	3,70	2,60	3,30
	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	3,60	3,80	2,50	3,30
	Пряма сівба	3,20	3,50	2,00	2,90
Ячмінь ярий	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	3,45	3,65	2,30	3,13
	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	3,80	4,20	2,50	3,50
	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	3,80	4,00	2,40	3,40
	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	3,50	3,65	2,15	3,10
	Пряма сівба	2,60	3,60	1,90	2,70
Кукурудза на зерно	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	3,05	3,40	2,05	2,83
	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	2,85	2,92	1,93	2,57
	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	2,93	3,10	1,95	2,66
	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	2,32	2,68	1,84	2,28
	Пряма сівба	2,15	2,84	1,62	2,20
Соняшник	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	3,35	3,94	2,08	3,12
	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	3,05	3,47	2,00	2,84
	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	3,12	3,54	2,10	2,92
	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	2,68	3,01	1,95	2,55
	Пряма сівба	2,41	2,70	1,71	2,27
Соя	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	3,65	4,06	2,27	3,33
	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	3,70	4,07	2,50	3,42
	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	3,72	4,08	2,47	3,42
	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	3,57	3,85	2,30	3,24
	Пряма сівба	3,19	3,45	2,20	2,95
	Середнє	3,25	3,59	2,18	3,01
	Sx	0,11	0,10	0,06	0,08
	V %	16,2	13,6	13,0	14,0
	S	0,53	0,49	0,28	0,42
	НІР ₀₅	0,32	0,29	0,17	0,25

Додаток Д.1
Уміст білка у зерні сої залежно від попередників та основного обробітку ґрунту, %

Попередник	Основний обробіток ґрунту	Роки			Середнє
		2015	2016	2017	
Пшениця озима (контроль)	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	39,90	40,20	39,50	39,9
	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	39,70	40,00	39,10	39,6
	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	39,50	39,70	39,50	39,6
	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	39,20	39,40	38,70	39,1
	Пряма сівба	38,40	38,60	38,10	38,4
Ячміннь ярий	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	40,50	40,20	39,50	40,1
	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	40,00	40,10	39,60	39,9
	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	39,80	40,00	39,50	39,8
	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	39,70	39,80	39,40	39,6
	Пряма сівба	38,40	38,80	38,20	38,5
Кукурудза на зерно	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	39,60	39,70	39,40	39,6
	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	39,40	39,50	39,10	39,3
	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	39,30	39,80	39,20	39,4
	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	39,20	39,50	39,00	39,2
	Пряма сівба	38,40	38,40	38,10	38,3
Соняшник	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	39,20	39,40	39,00	39,2
	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	39,20	39,50	39,00	39,2
	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	38,70	39,10	38,60	38,8
	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	38,90	39,00	38,10	38,7
	Пряма сівба	38,30	38,60	38,00	38,3
Соя	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	39,50	39,91	39,40	39,6
	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	39,40	39,80	39,30	39,5
	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	39,00	39,52	38,79	39,1
	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	38,90	39,30	38,60	38,9
	Пряма сівба	38,20	38,40	38,10	38,2
	Середнє	39,21	39,45	38,91	39,19
	Sx	0,12	0,11	0,11	0,11
	V %	1,5	1,4	1,4	1,4
	S	0,59	0,55	0,55	0,55
	НІР₀₅	0,35	0,33	0,33	0,33

Додаток Д. 2

Уміст жиру у зерні сої залежно від попередників та основного обробітку ґрунту, %

Попередник	Основний обробіток ґрунту	Роки			Середнє
		2015	2016	2017	
Пшениця озима (контроль)	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	20,10	20,10	20,05	20,1
	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	19,90	20,00	20,00	20,0
	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	19,90	20,10	19,80	19,9
	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	19,80	20,00	19,70	19,8
	Пряма сівба	19,50	19,60	19,70	19,6
Ячмінь ярий	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	20,00	20,00	19,90	20,0
	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	19,90	20,05	20,10	20,0
	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	19,90	20,00	19,70	19,9
	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	19,80	19,90	19,60	19,8
	Пряма сівба	19,70	19,60	19,50	19,6
Кукурудза на зерно	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	19,80	19,80	19,70	19,8
	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	19,70	19,90	19,60	19,7
	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	19,80	20,00	19,70	19,8
	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	19,80	19,90	19,60	19,8
	Пряма сівба	19,40	19,60	19,50	19,5
Соняшник	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	19,80	19,80	19,70	19,8
	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	19,70	19,90	19,60	19,7
	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	19,90	19,80	19,50	19,7
	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	19,60	19,70	19,40	19,6
	Пряма сівба	19,40	19,60	19,30	19,4
Соя	Полицевий (оранка) на 20–22 см (контроль)	19,90	20,00	19,70	19,9
	Безполицевий (чизель-глибокорозпушувач) на 20–22 см	20,00	19,90	19,80	19,9
	Безполицевий (дискова борона) на 12–14 см	19,80	20,00	19,70	19,8
	Безполицевий (дискова борона) на 6–8 см	19,60	19,80	19,70	19,7
	Пряма сівба	19,50	19,60	19,40	19,5
	Середнє	19,77	19,87	19,68	19,77
	S_x	0,04	0,03	0,04	0,03
	V %	0,9	0,8	1,0	0,9
	S	0,18	0,17	0,20	0,17
	НІР₀₅	0,11	0,10	0,12	0,10

Додаток Е

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Стаття у науковому фаховому виданні України

1. Сінченко В. В., Танчик С. П., Літвінов Д. В. Водний режим ґрунту за вирощування сої у Правобережному Лісостепу України. Зрошуване землеробство. 2019. № 72. С. 52–56. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, отримано й узагальнено експериментальні дані, написано статтю).*

Статті у наукових фахових виданнях України,

включених до міжнародних наукометричних баз даних:

2. Сінченко В. В., Танчик С. П. Продуктивність сої залежно від попередників у правобережному Лісостепу України. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Агрономія. 2018. № 286. С. 107–112. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, отримано й узагальнено експериментальні дані, написано статтю).*

3. Сінченко В. В., Танчик С. П., Літвінов Д. В. Вплив різних способів обробітку ґрунту на агрофізичні показники чорнозему типового Правобережного Лісостепу України. Рослинництво і ґрунтознавство. 2019. Т. 10. № 2. С. 41–49. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, отримано й узагальнено експериментальні дані, написано статтю).*

4. Сінченко В. В., Танчик С. П., Літвінов Д. В. Вплив різних способів обробітку ґрунту на структурно агрегатний склад чорнозему типового у Правобережному Лісостепу України. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2019. № 3 (79). Режим доступу: <http://dx.doi.org/10.31548/dopovid2019.03.013>. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, отримано й узагальнено експериментальні дані, написано статтю).*

5. Сінченко В. В., Танчик С. П., Літвінов Д. В. Урожайність і якість насіння сої залежно від обробітку та попередників у правобережному Лісостепу України. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2019. Ч. 1. С. 217–225. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, отримано й узагальнено експериментальні дані, написано статтю).*

Тези наукових доповідей:

6. **Сінченко В. В.**, Танчик С. П. Вплив попередників на продуктивність сої в правобережному Лісостепові України. Цілі сталого розвитку третього тисячоліття: виклики для університетів наук про життя: Міжнародна науково-практична конференція, м Київ, 23–25 травня 2018 року: тези доповіді. К., 2019. С. 280–281. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, отримано й узагальнено експериментальні дані, написано тези).*

7. Танчик С. П., **Сінченко В. В.**, Павлов О. С. Структурно агрегатний стан ґрунту за вирощування сої після різних попередників у Правобережному Лісостепу України. Актуальні проблеми розвитку аграрної освіти і науки та підвищення ефективності агропромислового виробництва: Міжнародна науково-практична конференція, м. Одеса, 20–21 вересня 2018 року: тези доповіді. Одеса, 2018. С. 15–17. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, отримано й узагальнено експериментальні дані, написано тези).*

8. Предко О. С., **Сінченко В. В.** Сучасні технології вирощування сої. Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур: VII Міжнародна науково-практична конференція молодих вчених і спеціалістів, с. Центральне, 19 квітня 2019 року: тези доповіді. Вінниця, 2019. С. 93–94. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, отримано й узагальнено експериментальні дані, написано тези).*

9. Сінченко В. В. Вплив обробітку ґрунту та попередників на продуктивність сої у Правобережному Лісостепу України. Сучасні тенденції розвитку галузі землеробства: проблеми та шляхи їх вирішення: Міжнародна науково-практична конференція, м. Житомир, 13–14 червня 2019 року: тези доповіді. Житомир, 2019. С. 127–128.

10. Танчик С. П., Літвінов Д. В., Павлов О. С., Бабенко А. І., **Сінченко В. В.** Біологічний азот та його значення у землеробстві України. Органічне агровиробництво: освіта і наука: II Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 30 жовтня 2019 року: тези доповіді. К., 2019. С. 64–67. *(Здобувачем опрацьовано літературні джерела, отримано й узагальнено експериментальні дані, написано тези).*

Додаток Ж

Погоджено
Перший проректор НУБіП України



« 16 »

2018 р.

« 05 »

Затверджую

Директор СТОВ «Переможець»

Керівник організації, де

П. К. Папіженко
впроваджена розробка



2018 р.

А К Т

про впровадження результатів науково-дослідних,
дослідно-конструкторських та технологічних робіт

Даним актом стверджується, що результати роботи
«Оптимізація основного обробітку ґрунту при вирощуванні сої за

назва теми, № державної реєстрації

різних попередників у Правобережному Лісостепу України»

«Наукове обґрунтування та розроблення системи енергоощадного
екологічного землеробства в Лісостепу України», № 0117U002550

виконаної Національним університетом, біоресурсів і

природокористування України

кафедра землеробства та гербології

кафедра, факультет

2017-2019рр.

строки виконання

вартістю

без вартісної оцінки

цифрами та прописом

впроваджені

СТОВ «Переможець», Київської області

назва підприємства, де здійснювалось впровадження

1. Вид впроваджуваних робіт

Вирощування сої після пшениці озимої та ярого ячменю за чизельного
обробітку ґрунту на глибину 20-22см

технології, сорти, породи, лінії, гібриди, препарати, машини тощо

2. Масштаби впровадження

300 га

площа, поголів'я, кількість вузлів, комплектів машин тощо

3. Новизна результатів науково-дослідних робіт

Здійснено всебічну агротехнічну оцінку попередників сої, залежно від
способу основного обробітку ґрунту. Встановлено комплексний вплив
попередників і способів основного обробітку ґрунту, що забезпечило
оптимізацію показників родючості ґрунту, підвищення урожайності сої
за зменшення економічних та енергетичних витрат на її виробництво

за результатами патентних досліджень або згідно з авторськими свідоцтвами,

4. Дослідно-промислова перевірка

СТОВ «Переможець»

номер, дата актів випробування, назва підприємства

5. Річний економічний ефект у грошовому виразі (із зазначенням цін якого року)

рентабельність – 51,2 %, економічний ефект за цінами 2019 р. склав 9656 грн/га

6. Соціальний і науково-технічний ефект


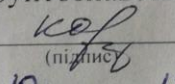
Охорона

навколишнього середовища, ґрунтів, водних ресурсів, отримання

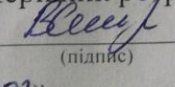
охорона навколишнього середовища, надр, поліпшення умов праці,

якісної і екологічно безпечної продукції рослинництва.

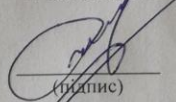
вдосконалення структури управління, спеціальні призначення та ін.

Від Національного
університету біоресурсів і
природокористування України
Начальник науково-дослідної
частини

 (підпис) В.Отченашко (ПІБ)
 «10» 12 2019 р.
Директор НДІ рослинництва та
грунтознавства

 (підпис) Г. Ковалишина (ПІБ)
 «10» 12 2019 р.


Керівник розробки


 (підпис) В.Сінченко (ПІБ)
 «03» 12 2019 р.



Головний агроном


 (підпис) М. Опанасенко (ПІБ)
 «05» 12 2019 р.

Головний бухгалтер


 (підпис) Н. Медведєва (ПІБ)
 «05» 12 2019 р.


Продовження додатку Ж

Погоджено Перший проректор НУБіП України <u>І.І. Юатулін</u> 	Затверджую Голова ФГ «Широкоступ» Керівник організації, де <u>О.В. Широкоступ</u> впроваджена розробка 
« 13 » 2019 р.	« 08 » 2019 р.

А К Т

**про впровадження результатів науково-дослідних,
дослідно-конструкторських та технологічних робіт**

Даним актом стверджується, що результати роботи
 «Оптимізація основного обробітку ґрунту при вирощуванні сої за
 назва теми, № державної реєстрації
 різних попередників у Правобережному Лісостепу України»
 «Наукове обґрунтування та розроблення системи енергоощадного
 екологічного землеробства в Лісостепу України», № 0117U002550
 виконаної Національним університетом, біоресурсів і
 природокористування України
 кафедра землеробства та гербології
 кафедра, факультет

2017-2019рр. строки виконання	вартістю	без вартісної оцінки цифрами та прописом
впроваджені	ФГ «Широкоступ», Київської області назва підприємства, де здійснювалось впровадження	

1. Вид впроваджуваних робіт

Вирощування сої після пшениці озимої та ярого ячменю за чизельного
 обробітку ґрунту на глибину 20-22см

технології, сорти, породи, лінії, гібриди, препарати, машини тощо

2. Масштаби впровадження 373 га

площа, поголів'я, кількість вузлів, комплектів машин тощо

3. Новизна результатів науково-дослідних робіт

Здійснено всебічну агротехнічну оцінку попередників сої, залежно від
 способу основного обробітку ґрунту. Встановлено комплексний вплив
 попередників і способів основного обробітку ґрунту, що забезпечило
 оптимізацію показників родючості ґрунту, підвищення урожайності сої
 за зменшення економічних та енергетичних витрат на її виробництво

за результатами патентних досліджень або згідно з авторськими свідоцтвами,

4. Дослідно-промислова перевірка

ФГ «Широкоступ»

номер, дата актів випробування, назва підприємства

5. Річний економічний ефект у грошовому виразі (із зазначенням цін якого року)

рентабельність – 53,7 %, економічний ефект за цінами 2019 р. склав 9904 грн/га

6. Соціальний і науково-технічний ефект

Охорона

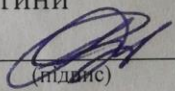
навколишнього середовища, ґрунтів, водних ресурсів, отримання

охорона навколишнього середовища, надр, поліпшення умов праці,

якісної і екологічно безпечної продукції рослинництва.

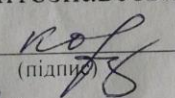
вдосконалення структури управління, спеціальні призначення та ін.

Від Національного
університету біоресурсів і
природокористування України
Начальник науково-дослідної
частини

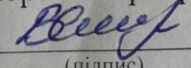
 (підпис) В.Отченашко (ПІБ)
«12» 11 2019 р.

Від підприємства

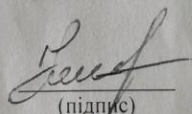
Директор НДІ рослинництва та
грунтознавства

 (підпис) Г. Ковалишина (ПІБ)
«11» 11 2019 р.

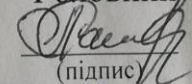
Керівник розробки

 (підпис) В.Сінченко (ПІБ)
«01» 11 2019 р.

Головний агроном

 (підпис) І. Яковішак (ПІБ)
«05» 11 2019 р.

Головний бухгалтер

 (підпис) О. Сальнікова (ПІБ)
«05» 11 2019 р.

Продовження додатку Ж

Погоджено
Перший проректор НУБіП України
І. І. Іватуллін
р. 2019

Затверджую
Директор ДП ДГ «Шевченківське»
Керівник організації, де
О. В. Балагура
впроваджена розробка
р. 2019
М.П.

А К Т

про впровадження результатів науково-дослідних,
дослідно-конструкторських та технологічних робіт

Даним актом стверджується, що результати роботи
«Оптимізація основного обробітку ґрунту при вирощуванні сої за
назва теми, № державної реєстрації

різних попередників у Правобережному Лісостепу України»

«Наукове обґрунтування та розроблення системи енергоощадного
екологічного землеробства в Лісостепу України», № 0117U002550

виконаної Національним університетом, біоресурсів і
природокористування України
кафедра землеробства та гербології

кафедра, факультет

2017-2019рр.

строки виконання

вартістю

без вартісної оцінки

цифрами та прописом

впроваджені

ПП «Михайлівський Лан», Київської області

назва підприємства, де здійснювалось впровадження

1. Вид впроваджуваних робіт

Вирощування сої після пшениці озимої та ярого ячменю за чизельного
обробітку ґрунту на глибину 20-22см

технології, сорти, породи, лінії, гібриди, препарати, машини тощо

2. Масштаби впровадження

200 га

площа, поголів'я, кількість вузлів, комплектів машин тощо

3. Новизна результатів науково-дослідних робіт

Здійснено всебічну агротехнічну оцінку попередників сої, залежно від
способу основного обробітку ґрунту. Встановлено комплексний вплив
попередників і способів основного обробітку ґрунту, що забезпечило
оптимізацію показників родючості ґрунту, підвищення урожайності сої
за зменшення економічних та енергетичних витрат на її виробництво

за результатами патентних досліджень або згідно з авторськими свідоцтвами,

4. Дослідно-промислова перевірка

ДП ДГ «Шевченківське»

номер, дата актів випробування, назва підприємства

5. Річний економічний ефект у грошовому виразі (із зазначенням цін якого року)

рентабельність – 51,6 %, економічний ефект за цінами 2019 р. склав 9685 грн/га

6. Соціальний і науково-технічний ефект

Охорона


навколишнього середовища, ґрунтів, водних ресурсів, отримання

охорона навколишнього середовища, надр, поліпшення умов праці,

якісної і екологічно безпечної продукції рослинництва.

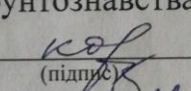
вдосконалення структури управління, спеціальні призначення та ін.

Від Національного
університету біоресурсів і
природокористування України
Начальник науково-дослідної
частини

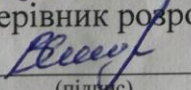

(підпис) В.Отченашко
(ПІБ)
«15» 11 2019 р.

Від підприємства

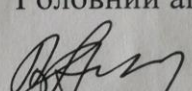
Директор НДІ рослинництва та
ґрунтознавства


(підпис) Г. Ковалишина
(ПІБ)
«18» 11 2019 р.

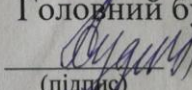
Керівник розробки


(підпис) В.Сінченко
(ПІБ)
«06» 11 2019 р.

Головний агроном


(підпис) В.Лаштаба
(ПІБ)
«07» 11 2019 р.

Головний бухгалтер


(підпис) А.Руденко
(ПІБ)
«08» 11 2019 р.

Продовження додатку Ж

<p>Погоджено</p> <p>Перший проректор НУБіП України</p> <p><u>І.І. Ісатуллін</u></p> <p>«<u>25</u>» <u>2019</u> р.</p>	<p>Затверджую</p> <p>Директор ПП «Михайлівський Лан»</p> <p>Керівник організації, де</p> <p><u>А. К. Шумко</u></p> <p>впроваджена розробка</p> <p>«<u>25</u>» <u>2019</u> р.</p>
--	---

А К Т

про впровадження результатів науково-дослідних, дослідно-конструкторських та технологічних робіт

Даним актом стверджується, що результати роботи

«Оптимізація основного обробітку ґрунту при вирощуванні сої за

назва теми, № державної реєстрації

різних попередників у Правобережному Лісостепу України»

«Наукове обґрунтування та розроблення системи енергоощадного екологічного землеробства в Лісостепу України», № 0117U002550

виконаної Національним університетом, біоресурсів і природокористування України

кафедра землеробства та гербології

кафедра, факультет

2017-2019рр.	вартістю	без вартісної оцінки
строки виконання		цифрами та прописом
впроваджені	ПП «Михайлівський Лан», Київської області	
	назва підприємства, де здійснювалось впровадження	

1. Вид впроваджуваних робіт

Вирощування сої після пшениці озимої та ярого ячменю за чизельного обробітку ґрунту на глибину 20-22см

технології, сорти, породи, лінії, гібриди, препарати, машини тощо
2. Масштаби впровадження

100 га

площа, поголів'я, кількість вузлів, комплектів машин тощо
3. Новизна результатів науково-дослідних робіт

Здійснено всебічну агротехнічну оцінку попередників сої, залежно від способу основного обробітку ґрунту. Встановлено комплексний вплив попередників і способів основного обробітку ґрунту, що забезпечило оптимізацію показників родючості ґрунту, підвищення урожайності сої за зменшення економічних та енергетичних витрат на її виробництво

за результатами патентних досліджень або згідно з авторськими свідоцтвами,

4. Дослідно-промислова перевірка

ПП «Михайлівський Лан»

номер, дата актів випробування, назва підприємства

5. Річний економічний ефект у грошовому виразі (із зазначенням цін якого року)

рентабельність – 49,5 %, економічний ефект за цінами 2019 р. склав 9389 грн/га

6. Соціальний і науково-технічний ефект

Охорона

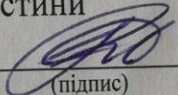
навколишнього середовища, ґрунтів, водних ресурсів, отримання

охорона навколишнього середовища, надр, поліпшення умов праці,

якісної і екологічно безпечної продукції рослинництва.

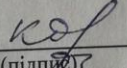
вдосконалення структури управління, спеціальні призначення та ін.

Від Національного
університету біоресурсів і
природокористування України
Начальник науково-дослідної
частини

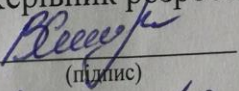

(підпис) В.Отченашко
(ПІБ)
«30» 10 2019 р.

Від підприємства

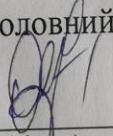
Директор НДІ рослинництва та
грунтознавства


(підпис) Г. Ковалишина
(ПІБ)
«28» 10 2019 р.

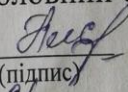
Керівник розробки


(підпис) В.Сінченко
(ПІБ)
«23» 10 2019 р.

Головний агроном


(підпис) О.Стасюк
(ПІБ)
«24» 10 2019 р.

Головний бухгалтер


(підпис) В.Писаренко
(ПІБ)
«24» 10 2019 р.