

УДК 633.34:631.51:631.53.01

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2024.141.2.13>

## ВПЛИВ ВИДІВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА СПОСОБІВ СІВБИ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ

**Тараненко С.В.** – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри землеробства та агрохімії імені В.І. Сазанова,

Полтавський державний аграрний університет

**Коба Р.Г.** – аспірант,

Полтавський державний аграрний університет

Україна має найбільший потенціал для нарощування виробництва сої серед країн Європи, оскільки володіє родючими ґрунтами, сортами нового покоління, сприятливим кліматом, потужним науковим потенціалом, новітніми технологіями вирощування. Водночас, існує необхідність наукових досліджень, які спрямовані на визначення факторів, що сприяють підвищенню урожайності сої. Практика обробітку ґрунту та способи вирощування мають важливе значення для підтримки родючості ґрунту. Традиційний обробіток ґрунту покращує фізичний стан ґрунту, система землеробства усуває дефіцит будь-якого поживного елемента в ґрунті. Дослідження впливу видів обробітку ґрунту та способів сівби на посівах сої були проведені в умовах південної частини Лівобережного Лісостепу України. Схема дослідю включала наступні варіанти: Mini-till технологія 70 см; Mini-till технологія 50+20 см; Strip-till технологія 70 см; Strip-till технологія 50+20 см; Традиційна технологія 70 см; Традиційна технологія 50+20 см. Облік урожайності насіння проводили методом суцільного збирання і зважування з кожної ділянки у фазу збиральної стиглості. Результати досліджень показали, що найвищий урожай формується за глибокого обробітку при strip-till чи оранці. Традиційний обробіток ґрунту та технологія strip-till забезпечують найбільш пухкий орний шар (зі щільністю ґрунту від 1,08 до 1,10 г/см<sup>3</sup>), що є оптимальним для росту і розвитку кореневої системи рослин сої. Найбільший урожай соя формує при стрічковій сівбі в усіх варіантах дослідю, за рахунок роззосередження рослин у рядку, що створює оптимальні умови для розвитку рослини. Найкращим способом обробітку ґрунту під сою за ґрунтозахисними та екологічними показниками є смуговий обробіток. Приріст урожаю в ділянці strip-till 50+20 см становив 1,4 ц/га порівняно із полицевим обробітком. У порівнянні із традиційною технологією обробітку ґрунту strip-till показав більшу урожайність при широкорядному способі сівби 2,77 т/га проти 2,75 т/га, але децю меншу при стрічковому способі сівби 2,89 т/га проти 2,91 т/га.

**Ключові слова:** соя, традиційний обробіток ґрунту, Mini-till, Strip-till, щільність ґрунту, урожайність.

**Taranenko S.V., Koba R.H. The influence of soil cultivation types and sowing methods on soybean yield**

Ukraine has the greatest potential for increasing soybean production among European countries, as it has fertile soils, new-generation varieties, a favourable climate, strong scientific potential and the latest cultivation technologies. At the same time, there is a need for scientific research to identify factors that contribute to increasing soybean yields. Tillage and cultivation practices are important in maintaining soil fertility. Traditional tillage improves the physical condition of the soil and the cropping system eliminates deficiencies of any nutrient element in the soil. Studies on the influence of tillage types and seeding methods on soybean crops were conducted in the southern part of the left bank forest steppe of Ukraine. The experimental design included the following options Mini-till 70 cm; Mini-till 50 + 20 cm; Strip-till 70 cm; Strip-till 50 + 20 cm; Traditional 70 cm; Traditional 50 + 20 cm. Seed yield was recorded by continuous harvesting and weighing from each plot at harvest maturity. The results of the research showed that the highest yield was achieved with deep cultivation during strip-till or ploughing. Traditional tillage and strip-till provide the loosest topsoil (with a density of 1.08 to 1.10 g/cm<sup>3</sup>), which is optimal for the growth and development of the soybean root system. The highest soybean yield is obtained with strip sowing in all experimental variants, due to the dispersion of plants in the row, which

*creates optimal conditions for plant development. Strip-till is the best tillage method for soybean in terms of soil conservation and environmental indicators. The yield increase in the 50 + 20 cm strip-till plot was 1.4 c/ha compared to conventional tillage. Compared to conventional tillage, strip-till had higher yields with the wide row method 2.77 t/ha compared to 2.75 t/ha, but slightly lower with the strip-till method 2.89 t/ha compared to 2.91 t/ha.*

**Key words:** soybean, traditional tillage, Mini-till, Strip-till, soil density, yield.

**Постановка проблеми.** На світовому рівні соя посідає перше місце за вирощуванням білково-олійних культур. За даними FAO площі посіву однорічних зернобобових культур та сої, становлять близько 125 млн. га. Це свідчить про значне розповсюдження сої, її універсальність у використанні як важливої продовольчої, технічної і кормової культури. Ця культура досить ефективно використовує природні ресурси: сонячну енергію, азот атмосфери і мінеральні речовини ґрунту. За її вегетації здійснюється синтезування найцінніших органічних сполук: білку, вуглеводів, вітамінів та ферментів [1, 2].

Україна має найбільший потенціал для нарощування виробництва сої серед країн Європи, оскільки володіє родючими ґрунтами, сортами нового покоління, сприятливим кліматом, потужним науковим потенціалом, новітніми технологіями вирощування. Нагромаджений світовий досвід і одержані виробничі результати свідчать про те, що соя в Україні стає однією з найбільш прибуткових культур, що дасть змогу значно поліпшити загальний стан агропромислового комплексу [3, 4].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Водночас, існує необхідність наукових досліджень, які спрямовані на визначення факторів, що сприяють підвищенню урожайності сої, як реагування на виклики сьогодення. Обробіток ґрунту відіграє важливу роль при вирощуванні сільськогосподарських культур та є ключовим аспектом, який впливає як на властивості ґрунту, так і культур [5-6]. Основною метою обробітку ґрунту є забезпечення належних умов для росту рослин та отримання високих урожаїв. Зміни в хімічних і фізичних характеристиках ґрунту, спричинені різними техніками обробітку ґрунту, можуть впливати на колообіг біогенних елементів ґрунту, вологість ґрунту, вміст органічної речовини в ґрунті, температуру та ущільнення [7].

Способи вирощування сільськогосподарських культур є важливою частиною системи землеробства, що зображує моделі вирощування сільськогосподарських культур. Різноманітність способів вирощування сільськогосподарських культур може підвищувати продуктивність агроєкосистеми та збільшувати екологічну стійкість систем вирощування сільськогосподарських культур [8-10].

Практика обробітку ґрунту та способи вирощування мають важливе значення для підтримки родючості ґрунту. Оскільки традиційних обробіток покращує фізичний стан ґрунту, система землеробства усуває дефіцит будь-якого поживного елемента в ґрунті. Дослідження [11-14] систем землеробства та обробітку ґрунту підкреслюють визначну роль систем обробітку ґрунту в управлінні родючістю ґрунту та урожайністю сільськогосподарських культур. Отже, актуальними є дослідження впливу видів обробітку ґрунту під час вирощування сої та способів посіву на її урожайність.

**Мета** роботи полягає у дослідженні видів обробітку ґрунту та способів сівби сої для збільшення продуктивності виробництва сої з мінімальною шкодою для здоров'я ґрунту.

**Постановка завдання.** Дослідження впливу видів обробітку ґрунту та способів сівби на посівах сої були проведені в умовах південної частини Лівобережного Лісостепу України. Площа сільськогосподарських угідь становила 342 га.

Досліджувана культура використовується як елемент загальноновстановленої схеми сівозміни.

Ґрунти території дослідження чорноземи малогумусні, лучно-чорноземи намиті слабосолоділі, чорноземи лучні, чорноземи глибоко залишково слабо солонцюваті. Ґрунтовий масив дослідного поля представляє собою широке, в основному рівнинне водороздільне плато. Ґрунтові породи представлені міцним структурним чорноземом на глинистому карбонатному лесі. Сума поглинених  $\text{Ca}^{++}$  та  $\text{Mg}^{++}$  в орному горизонті коливається в межах 45-46 мг/екв при співвідношенні 10:1. Структура ґрунтів добре виражена, без ознак розподілу колоїдів по профілю. За механічним складом ґрунти дослідного поля представлені важким суглинком. Міцність гумусованих горизонтів дорівнює 90-120 см. в орному горизонті 0-20 см міститься до 3% гумусу, азоту та фосфору відповідно 0,25 та 0,15% при поступовому зменшенні по глибині. Ці ґрунти можуть бути віднесені до мало гумусного чорнозему лівобережного лісостепу України, для яких характерна висока поглинальна здатність, добрий повітряний та водний режим. Ґрунтові води знаходяться на глибині 16 м та суттєвого впливу на водний режим в зоні розташування коренів не мають. Ґрунти дослідного поля володіють досить високою ефективною родючістю.

Клімат південної частини Лівобережного Лісостепу України, помірно континентальний. Зима починається в кінці листопада. Холодний період із температурою повітря нижче 0°C триває в середньому 120-130 днів. Взимку переважає хмарна погода, відносна вологість повітря збільшується до 80-90%, сніговий покрив зберігається на протязі 100-110 днів. Найхолодніший місяць – січень, середньодобова температура повітря якого дорівнює -7, самого теплого місяця липня +22 +24°C. Весна настає 20-25 березня, в окремі роки весна настає на 8-10 днів раніше чи пізніше вказаного строку.

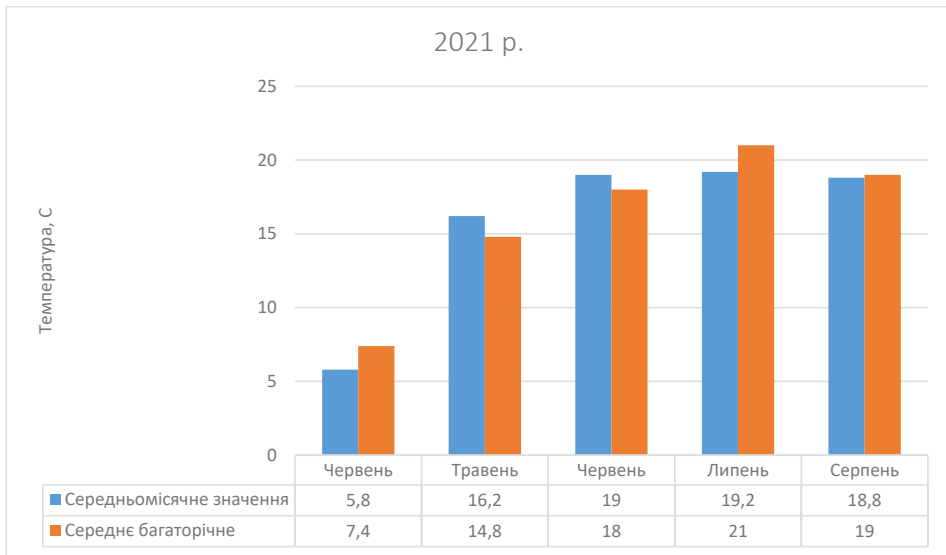
Тривалість вегетаційного періоду складає 145 днів із деякими відхиленнями по роках. Середньорічна кількість опадів складає 450-500 мм, але в окремі роки коливається від 250 до 700 мм. під час вегетації рослин часто бувають посухи, суховії, у травні іноді спостерігається різке похолодання (рис. 1, 2).

Спостереження за основними метеорологічними показниками показали, що початок весни 2022 р. був теплим та посушливим, кількість опадів в березні та квітні була меншою за норму на 14,2 і 22,1 мм, або на 50 і 62%, а середньодобова температура повітря на 0,7 і 0,9°C вище норми. Травень можна охарактеризувати як теплий з достатнім зволоженням. Так, середньодобова температура була більшою за норму на 2°C а сума опадів – на 19,3 мм, або на 44% (рис. 1а, б).

Польові досліді проводилися за загальноприйнятою методикою польового досліді [15]. Повторність дослідів була триразовою. Облікова площа ділянки проведення досліді була 340 м<sup>2</sup>. Основний та передпосівний обробітки ґрунту проводились у відповідності з технологічними картами та науково-обґрунтованими рекомендаціями. Догляд за посівами сої складався із внесення досходового гербіциду.

Схема досліді включала наступні варіанти:

1. Mini-till технологія 70 см.
2. Mini-till технологія 50+20 см.
3. Strip-till технологія 70 см.
4. Strip-till технологія 50+20 см.
5. Традиційна технологія 70 см.
6. Традиційна технологія 50+20 см.



а

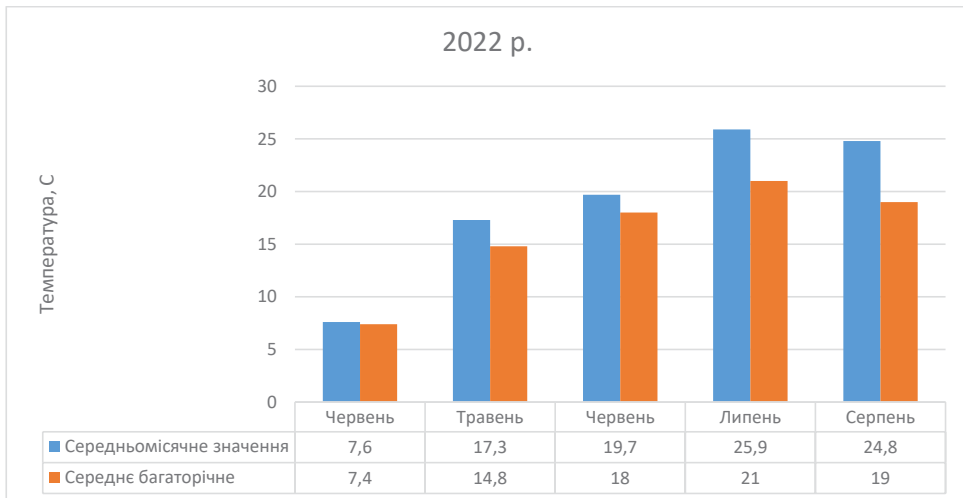


Рис. 1. Показники температури вегетаційного періоду 2021-2022 року

Для сівби використовували насіння сої сорту Романтика першої репродукції. Норма висіву 450 тисяч схожих насінин на гектар.

Фенологічні спостереження проводили за описом періодів та фенологічних фаз росту і розвитку рослин сої. За початок фази приймали наявність її не менш як у 15% рослин, за повну – у 75% рослин [16].

Підрахунки густоти рослин проводили у фазі повних сходів і перед збиранням врожаю на постійно закріплених кілочками площадках. Площа облікових площадок становила 2 м<sup>2</sup> з включенням до неї трьох суміжних рядків довжиною 95 см (0,7 м<sup>2</sup>), які розміщувалися по діагоналі ділянки двох несуміжних повторень [17].



Рис. 2. Показники кількості опадів вегетаційного періоду 2021-2022 р.р.

Польову схожість визначали як відношення кількості рослин у фазу повних сходів до загальної кількості висіяного насіння. Підрахунки густоти рослин перед збиранням дають можливість виявити кількість рослин, які збереглися по відношенню до повних сходів [17].

Висоту рослин встановлювали за фазами росту і розвитку сої за допомогою мірної лінійки. Об'єм вибірки складав 20 рослин, які відбиралися в різних місцях за діагоналлю облікової площі. Кінцевий показник такого обліку – середня висота рослин на ділянці. Для визначення висоти рослин стебла сої вирівнювали, міряли довжину від основи стебла до середнього конуса їх висоти.

Елементи структури врожаю сої визначали за методикою державного сорто випробування пробними снопами, які відбирали перед збиранням врожаю з площадок для визначення густоти рослин. Загальна площа на кожному варіанті становила 1 м<sup>2</sup>. З кожного снопа відбирали 25 рослин для визначення довжини, висоти прикріплення нижніх бобів, кількості бобів і насінин на 1 рослині, маси 1000 насінин.

Облік урожайності насіння проводили методом суцільного збирання і зважування з кожної ділянки у фазу збиральної стиглості. Після зважування відбирали середню пробу насіння з кожної ділянки з наступним визначенням в лабораторії вологості й засміченості з перерахунку на 14% вологість та 100% чистоту.

Щільність ґрунту вимірювали за допомогою твердоміра Качинського, та виражали у  $\text{кг}/\text{см}^3$  [18].

Аналіз результатів досліджень проводили статистичними методами за допомогою програмного забезпечення MS Excel.

### Виклад основного матеріалу дослідження.

#### 1. Вплив видів основного обробітку на щільність ґрунту

Щільність ґрунту – важлива характеристика, що вказує на умови в яких ростуть і розвиваються рослини. Від щільності ґрунту залежать усі ґрунтові режими: повітрообмін, водопроникність, вологоємність, теплоємність, мікробіологічні та окисно-відновні процеси. Ця важлива характеристика впливає на технологічні властивості, якість обробітку ґрунту. Все це відбивається на величині та якості врожаю. За пухкої будови орного шару створюються умови для підвищеного витрачання вологи на випаровування, а за щільної – несприятливі для розвитку коріння рослин.

Результати дослідження зміни щільності складення ґрунту, що були проведені на дослідних ділянках представлені на рисунку 3.

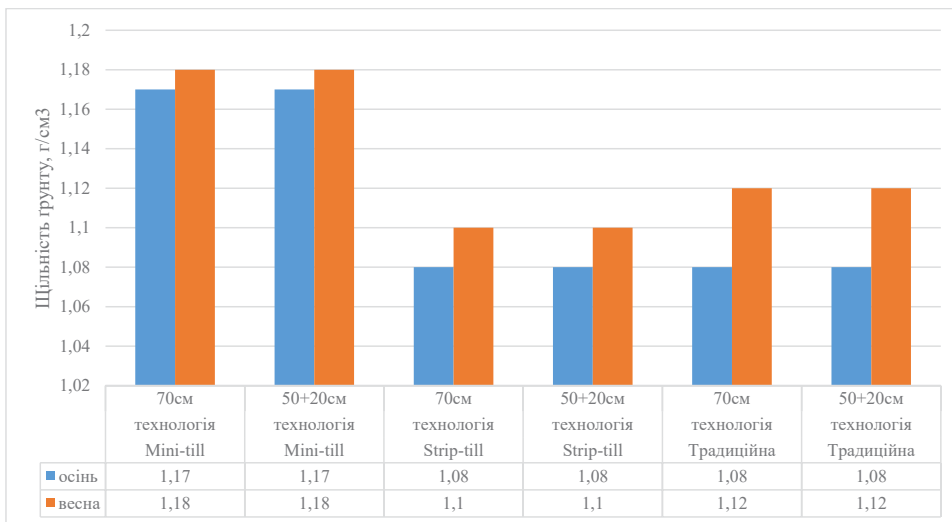


Рис. 3. Щільність ґрунту за різних технологій обробітку ґрунту

Найвищі показники щільності 30-сантиметрового шару чорнозему звичайного відмічено за технології mini-till ( $1,17 \text{ г}/\text{см}^3$  восени та  $1,18 \text{ г}/\text{см}^3$  навесні, нижчі за strip-till технології ( $1,08 \text{ г}/\text{см}^3$  восени та  $1,08 \text{ г}/\text{см}^3$  навесні, і дещо менші показники за традиційного обробітку ( $1,08 \text{ г}/\text{см}^3$  восени та  $1,12 \text{ г}/\text{см}^3$  навесні).

Навесні внаслідок глибокого обробітку формується пухке складення орного шару ( $1,12 \text{ г}/\text{см}^3$  на варіанті оранки, та  $1,10 \text{ г}/\text{см}^3$  за strip-till), дещо більшим був показник при технології mini-till  $1,18 \text{ г}/\text{г}/\text{см}^3$  в 0-30-сантиметрового шару.

Таким чином можна сказати, що для росту і розвитку кореневої системи рослин сої краще підходить традиційний обробіток ґрунту та технологія strip-till, так як забезпечується найбільш пухкий орний шар зі щільністю ґрунту від 1,08 до 1,10 г/см<sup>3</sup>.

## 2. Вплив видів основного обробітку ґрунту та способів сівби на елементи структури врожаю сої

Соя як світлолюбна культура формує високий урожай тільки за оптимальної площі живлення, за доброї освітленості рослин. Тільки правильно вибравши обробіток ґрунту, ширину міжрядь і густоту рослин, можна досягти потенційної врожайності конкретно кожного сорту сої. Тому, спосіб сівби, ширина міжрядь і норма висіву насіння є основними елементами сортової агротехніки сої, причому в останні роки обробітку ґрунту приділяється все більше уваги. У сортовому аспекті спостерігається взаємозв'язок площі живлення рослин з морфологічними та біологічними особливостями сортів – формою куща, характером розміщення листків, їх розмірами, висотою рослин, тривалістю вегетаційного періоду.

У дослідженні, було використано широкорядний та стрічковий спосіб сівби сої, при якому насіння загортається у ґрунт на глибину 4-5 см. За стрічкової сівби насіння висівалося стрічками шириною 20 см з відстанню між серединами стрічок 70 см. За цього способу сівби відмічались більш дружні сходи у порівнянні із звичайною широкорядною сівбою. Також перевагою стрічкового способу сівби перед широкорядним є те, що площа живлення, яка формується, збільшується у два рази. Завдяки цьому рослини краще забезпечуються вологою, світлом, поживними речовинами за різкого зменшення конкуренції між рослинами при використанні цих рістстимулюючих факторів.

Результати досліджень (табл. 1) показали, що за стрічкового способу сівби з нормою висіву 450 тис. шт./га схожого насіння його польова схожість збільшувалася в середньому на 1,3% у порівнянні з широкорядним способом сівби з такою ж нормою висіву за однакової технології.

Таблиця 1

### Густота рослин і польова схожість насіння сої залежно від виду основного обробітку ґрунту та способу сівби

Спосіб сівби	Норма висіву, тис шт./га	Густота сходів, тис шт./га	Польова схожість, %
Mini-till технологія 70 см	450	398	88,40
Mini-till технологія 50+20 см	450	402	89,33
Strip-till технологія 70 см	450	400	89,06
Strip-till технологія 50+20 см	450	406	90,22
Традиційна технологія 70 см	450	400	88,89
Традиційна технологія 50+20 см	450	400	88,98

За результатами фенологічних спостережень за рослинами сої, проходження фаз розвитку рослин як за стрічкового, так і за широкорядного способів сівби було однаковим. Але за стрічкового способу насіння дозрівало на три-чотири дні раніше, ніж за широкорядного способу. Більш раннє збирання врожаю дозволяє якісніше підготувати ґрунт для своєчасної сівби озимої пшениці.

За стрічкового способу сівби створювалися кращі умови для симбіотичного процесу. На коренях рослин сої утворювалося більше бульбочок більшого розміру, переважала кількість активних бульбочок.

Соя культура пластична, врожайність її є похідною від кількості зібраних плодоносних рослин і від їх продуктивності, яка в свою чергу пов'язана з кількістю вузлів на рослині, бобів у вузлі, насіння у бобі та вагою насінин. Кожному сорту властиве певне виявлення і взаємозв'язок цих елементів структури врожаю, ступінь мінливості їх під впливом умов вирощування та наявність найбільш характерних з них, які в межах сорту змінюються менше. Рівень врожаю залежить від кількісного виявлення всіх елементів його структури та їх поєднання між собою, так і з іншими органами рослин, а стійкість – від особливостей характерних елементів і ступеня їх варіювання.

### 3. Вплив основного обробітку ґрунту та способів сівби на елементи структури врожаю сої

Аналіз елементів структури врожаю в досліді (табл. 2) показав, що різні види обробітку та способи сівби суттєво впливають на біометричні показники рослин сої. При сівбі стрічковим способом висота рослин сої була більшою як за традиційної технології (78 см) так і за Strip-till (75 см) та mini-till (75 см), ніж при широкорядному способі сівби відповідно (74 см), (73 см) та (70 см).

Таблиця 2

#### Елементи структури врожаю сої залежно від виду основного обробітку ґрунту та способів сівби

Варіант досліді	Висота рослин, см	Висота прикріплення нижнього боба, см	Кількість бобів на одній рослині, шт.	Всього насінин на рослині, шт.	Маса 1000 насінин, г
Mini-till технологія 70 см	70	10	30	75	115
Mini-till технологія 50+20 см	75	12	32	79	118
Strip-till технологія 70 см	73	12	30	84	121
Strip-till технологія 50+20 см	75	13	31	86	125
Традиційна технологія 70 см	74	9	33	80	120
Традиційна технологія 50+20 см	78	11	32	84	129

Найбільшою висота прикріплення нижнього бобу була за Strip-till при стрічковому способі (13 см), а найнижчою при традиційній технології. Кількість бобів на одній рослині була найвищою за традиційної технології (33 шт.), тоді як при Strip-till та Mini-till найнижчою. Кількість насінин на одній рослині була найбільшою при Strip-till (86 шт.), тоді як за Mini-till найнижчою (75 шт.). Найбільша маса 1000 насінин була за традиційного обробітку (129 г), дещо менший показник був при strip-till (125 г) і найменший при mini-till (118 г).

Таким чином можна зробити висновок, що найкращі умови для розвитку сої спостерігались за традиційної та strip-till технології, що проявлялось у підвищенні продуктивності кожного елемента структури врожаю.



#### 4. Вплив видів основного обробітку ґрунту та способів сівби на урожайність сої

Інтегральним показником, який визначає доцільність застосування будь-якого агротехнічного прийому, є урожайність. Вона є наслідком різнобічного впливу факторів на продуктивність рослин, зокрема гідротермічних умов, строку і способу сівби, добрив, регуляторів росту, пестицидів та інших елементів технології вирощування культури.

Результати досліджень впливу основного обробітку ґрунту, а також способу на урожайність сої (табл. 3) показали, що найбільшу урожайність отримано за традиційної технології і стрічкової сівби (29,1 ц/га), дещо меншою урожайність сформувалася у варіанті Strip-till і стрічкової сівби (28,9 ц/га) та Strip-till і широкорядної сівби (27,7 ц/га). За традиційної технології та звичайної широкорядної сівби урожайність сої склала 27,5 ц/га. Найменшу урожайність отримано за технології вирощування mini-till за звичайної широкорядної сівби (27,3 ц/га та 25,8 ц/га). Соя формує найбільший урожай при стрічковій сівбі в усіх варіантах досліді, за рахунок розсосередження рослин у рядку, що створює оптимальні умови для розвитку рослини.

Таблиця 3

#### Урожайність сої залежно від видів основного обробітку ґрунту та способів сівби, ц/га

Варіанти досліді	повторення			Середнє значення
	1	2	3	
Mini-till технологія 70 см	26	25,5	26,5	25,8
Mini-till технологія 50+20 см	27,3	27,5	27,1	27,3
Strip-till технологія 70 см	27,6	28	27,5	27,7
Strip-till технологія 50+20 см	28,5	28,8	29,4	28,9
Традиційна технологія 70 см	27,2	27,5	27,8	27,5
Традиційна технологія 50+20 см	29,3	29,0	28,9	29,1

Отже, вплив обробітку ґрунту відіграє важливу роль у формуванні урожайності посівів сої. Найвищий урожай формується за глибокого обробітку при strip-till чи оранці. Тому вибір цих двох складових (вид основного обробітку ґрунту та способів сівби) є основою для отримання високого урожаю.

**Висновки і пропозиції.** Україна має значний потенціал вирощування сої, що в перспективі дасть змогу поліпшити загальний стан сільськогосподарських угідь та агропромислового комплексу. Вплив обробітку ґрунту відіграє важливу роль у формуванні урожайності посівів сої. Найвищий урожай формується за глибокого обробітку при strip-till чи оранці. Тому вибір цих двох складових (вид основного обробітку ґрунту та способів сівби) є основою для отримання високого урожаю. Щільність ґрунту є важливим показником агроєкосистеми. Традиційний обробіток ґрунту та технологія strip-till забезпечують найбільш пухкий орний шар (зі щільністю ґрунту від 1,08 до 1,10 г/см<sup>3</sup>), що є оптимальним для росту і розвитку кореневої системи рослин сої. Найбільший урожай соя формує при стрічковій сівбі в усіх варіантах досліді, за рахунок розсосередження рослин у рядку, що створює оптимальні умови для розвитку рослини. Найкращим способом обробітку ґрунту під сою за ґрунтозахисними та екологічними показниками

є смуговий обробіток. Приріст урожаю в ділянці strip-till 50+20 см становив 1,4 ц/га порівняно із полицевим обробітком. У порівнянні із традиційною технологією обробітку ґрунту strip-till показав більшу урожайність при широкорядному способі сівби 2,77 т/га проти 2,75 т/га, але дещо меншу при стрічковому способі сівби 2,89 т/га проти 2,91 т/га.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Куничак Г.І., Дутчак О.В., Матвієць Н.М. Продуктивність сої за різних способів обробітку ґрунту та системи удобрення з елементами біологізації. *Корми і кормовиробництво*. 2023. 96. С. 94–101. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202396-09>
2. Farmaha B. S., Fernández F. G., Nafziger E. D. No-till and strip-till soybean production with surface and subsurface phosphorus and potassium fertilization. *Agronomy Journal* 2011. 103(6), 1862–1869. <https://doi.org/10.2134/agronj2011.0149>
3. Малярчук М.П., Воронюк Л.А. Вплив способів обробітку ґрунту та сівби на продуктивність сої в сівозміні на зрошенні Півдня України. *Зрошуване землеробство*. 2017. 68. С. 84–87.
4. Новохацький М., Таргоня В., Бабинець Т., Городецький О. Величина та структура біологічної врожайності сої залежно від системи основного обробітку ґрунту та заходів з оптимізації режиму живлення. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*, 2020. (27(41)). [https://doi.org/10.31473/2305-5987-2020-2-27\(41\)-16](https://doi.org/10.31473/2305-5987-2020-2-27(41)-16)
5. Wortmann C. S., Quincke J. A., Drijber R. A., Mamo M., Franti T. Soil microbial community change and recovery after one-time tillage of continuous no-till. *Agronomy Journal*, 2008. 100(6). 1681–1686. <https://doi.org/10.2134/agronj2007.0317>
6. Potratz D. J., Mourtzinis S., Gask J., Lauer J., Arriaga F. J., Conley S. P. Strip-till, other management strategies, and their interactive effects on corn grain and soybean seed yield. *Agronomy Journal*. 2020. 112(1). 72–80. <https://doi.org/10.1002/agj2.20067>
7. Jaskulska I., Romaneckas K., Jaskulski D., Wojewódzki P. A strip-till one-pass system as a component of conservation agriculture. *Agronomy*. 2020. 10(12). <https://doi.org/10.3390/agronomy10122015>
8. De Bruin J. L., Pedersen P. Effect of row spacing and seeding rate on soybean yield. *Agronomy Journal*. 2008. 100(3). 704–710. <https://doi.org/10.2134/agronj2007.0106>
9. Cox W. J., Cherney J. H. Growth and yield responses of soybean to row spacing and seeding rate. *Agronomy Journal*. 2011. 103(1), 123–128. <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0316>
10. B`uchi M., Wendling C., Amoss`e M. N., Charles R. Importance of cover crops in alleviating negative effects of reduced soil tillage and promoting soil fertility in a winter wheat cropping system. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2018. 256. pp. 92–104.
11. Botta G. F., Antille D. L., Nardon G. F. Zero and controlled traffic improved soil physical conditions and soybean yield under No-tillage. *Soil and Tillage Research*. 2022. 215. 105235.
12. Cuevas J., Daliakopoulos I. N., del Moral F., Hueso J. J., Tsanis I. K. A review of soil-improving cropping systems for soil salinization. *Agronomy*. 2019. 9(6), p. 295.
13. Busari M. A., Kukul S. S., Kaur A., Bhatt R., Dulazi A. A. Conservation tillage impacts on soil, crop and the environment. *International Soil and Water Conservation Research*. 2015. 3(2). pp. 119–129.
14. Peixoto D. S., Silva L. C. M., Melo L. B. V. Occasional tillage in No-tillage systems: a global meta-analysis. *Science of the Total Environment*. 2020. 745. 140887.
15. Рожков А. О., Пузік В. К., Каленська С. М., Пузік Л. М., Попов С. І., Музафаров Н. М., Бухало В. Я., Криштоп Є. А. Дослідна справа в агрономії: навчаль-

ний посібник: у 2 книгах. Книга 1. Теоретичні аспекти дослідної справи. Харків: Майдан. 2016. 316 с.

16. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Вища школа. 1994. 334 с.

17. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Опришко В.П., Костоґриз П.В. Основи наукових досліджень в агрономії. К.: Дія. 2005. 288 с.

18. Кравченко М.С., Царенко О.М., Міщенко Ю.Г. Практикум із землеробства. Київ: Мета. 2003. 320 с.

---