

НАУКОВЕ АГРОЕКОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОКРЕМИХ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ УЛЬТРАРАННІХ СОРТІВ КЛАСИЧНОЇ СОЇ В УМОВАХ ПІВНІЧНО-СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

ДАНИЛЬЧЕНКО О.М. – кандидат сільськогосподарських наук, доцент
orcid.org/0000-0003-1251-4044

Сумський національний аграрний університет

КРИВЦОВ М.С. – аспірант

orcid.org/0009-0006-4752-6132

Сумський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Соя є культурою яка чутлива до тривалості світлового дня, особливості росту й розвитку сої значною мірою залежать від фотоперіодичних умов в регіоні. Кожен сорт класичної сої має власний діапазон використання – він визначається здатністю формувати сталі врожаї за різноманітних кліматичних умов. Зазвичай сорти класичної сої з більш довгим періодом вегетації показують більш ширші можливості адаптації – це відкриває змогу до успішного вирощування їх в різних географічно диференційованих місцях, як наприклад в умовах Північно-Східного Лісостепу України [1, 2].

Доцільно брати до уваги, що саме тривалість періоду вегетації є одним з ключових параметрів під час добору різних сортів під конкретну природно-кліматичну зону. Невідповідність тривалості розвитку умовам середовища, таким як наприклад умови в Північно-Східному лісостепу можуть призвести до недобору врожаю чи наприклад невдалого завершення повного циклу росту рослин сої. Для зменшення ймовірних ризиків в агровиробництві аграрним підприємствам потрібно застосовувати в посівну структуру кілька сортів різних груп стиглості й з різними морфотипами. Ці агротехнічні прийоми забезпечують більшу стабільність показників врожаю, бо різні за тривалістю вегетації сорти по-різному реагують на погодні умови [1, 3].

Крім вибору оптимальних сортів, значний вплив на продуктивність сої мають особливості густоти посівів, це один з головних агротехнічних прийомів. Саме завдяки цілеспрямованій оптимізації агротехнічних параметрів – густина стояння рослин сої, системи удобрення, способів обробітку ґрунту перед посівом – такими прийомами можна підсилити розвиток рослин й забезпечити формування високих врожаїв [3, 4].

Продовж всього онтогенезу кожна рослина класичної сої проходить низку етапів структурних змін: змінюється довжина міжвузлів, форми й колір пластинок листя на різних ярусах, коливається будова пагонів бічних й будови кореневої системи. Дані морфологічні характеристики є індикаторами як стану рослин, так й локальних умов, в яких соя розвивається, й можуть слугувати важливим критерієм оцінки дієвості застосованих агротехнологічних заходів [4, 11].

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

При огляді сучасних досліджень й наукових публікацій в області вирощування сої класичних сортів в локальних умовах були отримані данні, що свідчать що одним із ключових засобів підвищення врожаїв сої є регуляція густоти посівів й застосування мікродобрив та біопрепаратів. Дані агротехнічні прийоми гарно впливають на розвиток рослин сої й допомагають формувати гарні посіви, особливо в поєднанні з оптимальним підбором ширини міжрядь при посіві сої [4, 5].

Через особливості фізіологічних процесів сої найбільший розвиток листового апарату, посилення активності фотосинтезу й інтенсивне накопичення органічної маси відбуваються в другій частині вегетаційного періоду – починаючи від фаз цвітіння сої і до формування бобів та їх наливу. Через те, при плануванні технологічних заходів при вирощуванні рослин класичної сої потрібно враховувати сортові й генетичні особливості рослин, для того щоб рослини рівномірно покривали поверхню ґрунту до початку періоду цвітіння.

Ширина міжрядь та густина посівів також визначаються біологічними й генетичними характеристиками сорту, а саме здатністю до гілкування й показником стійкості до вилягання. Сорти, що мають гарний показник гілкування, добре ростуть за меншої густоти посівів, а от стійкі до вилягання рослини класичної сої краще проявляють себе при більш щільному посіві. Раціональна площа живлення однієї рослини визначається її групою стиглості: для середньоранніх сортів ці показники становлять орієнтовно 250 см², для середньостиглих – близько 300 см², а для пізньостиглих він зростає до показників приблизно 370 см² [7, 10].

Сильне загущення посівів спричиняє більш високу конкуренцію між рослинами сої за живлення й вологу, а от доволі зріджені посіви підвищують ризик розповсюдження небажаних рослин – бур'янів. Рослини сої намагаються компенсувати незайняту площу гілкуванням, проте в бобових культур ця здатність доволі обмежена, тому збільшення гілкування не завжди може повністю компенсувати втрати врожаю через недобір густоти посівів [8, 9].

Мета. Метою роботи є аналітика отриманих показників за для виявлення закономірностей й розуміння залежностей в розвитку класичних уль-

транні сортів класичної сої при вирощуванні за різних варіантів густоти посівів та різних підживлень добривами й огляд отриманих показників врожайності й характеристик структури врожаю

Матеріали та методика досліджень. Технологічні елементи вирощування культури застосовували відповідно до рекомендацій, розроблених для умов Північно-Східного Лісостепу України [12]. Біометричні спостереження за рослинами включали визначення основних морфометричних показників кошика – його діаметра, продуктивної площі, а також кількості виповненого насіння. Оцінювання зазначених параметрів проводили згідно з усталеними та загальноприйнятими методиками, що використовуються в агрономічних дослідженнях. Отримані у ході польового дослідження експериментальні дані піддавали статистичному аналізу з використанням методів математичної обробки результатів, що забезпечує достовірність висновків та дозволяє об'єктивно оцінити вплив досліджуваних факторів [11, 12].

Дослідження сортів культури сої проводилися згідно до загальноприйнятих методичних рекомендацій, доцільно адаптованих до кліматичних умов Північно-Східного Лісостепу України. В ході проведених експериментів вивчали й проводили аналітику впливів різної густоти стояння рослин сої на сформування біометричних показників і елементів продуктивності рослин та рівню врожайності сортів сої Сандра та Анастасія. Польові дослідження здійснювали на дослідних ділянках, закладених за схемою дослідження з трьома варіантами густоти посіву – 340, 450 та 600 тис. рослин/га. Для повного забезпечення рівномірності розміщення посівів використовували сівалки точного висіву, які дозволили дотримуватися заданих норм висіву й оптимальної глибини загортання насіння [10, 9].

Ґрунт даного дослідного поля характеризується як типовий чорнозем із середнім вмістом гумусу – це забезпечувало доволі сприятливі умови для росту та розвитку рослин сої. Перед сівбою сої проводили комплекс підготовчих робіт, який включав ранньовесняне боронування, передпосівну культивування й післяпосівне коткування. Насіння сої перед висівом інокулювали препаратами на основі активних штамів ризобіальних бактерій для підсилення процесів азотфіксації та стимуляції початкового росту рослин. Удобрення здійснювали відповідно до рекомендацій з урахуванням забезпеченості ґрунту елементами живлення – це були фосфорно-калійні добрива для подальшої активізації формування бульбочкових бактерій на коренях рослин [8, 12].

В процесі росту рослин сої проводили систематичні спостереження за розвитком культури. Вимірювання біометрики рослин сої включали в себе запис показників висоти рослин та кількості міжвузлів на рослині, кількості бобів на одній рослині, кількості насінин в бобі, маси насіння з рослини сої й маси 1000 насінин. Крім цього, фіксували стан листового апарату, інтенсивність цвітіння, формування генеративних органів та тривалість фаз онтогенетичних. Також було відмічено особливості прояву адаптивних реакцій рослин сої на зміни показників густоти стояння рослин – це дозволило

встановити оптимальні показники посіву для кожного сорту [6, 7].

Збирання врожаю сої проводили в фазі повної стиглості рослин комбайновим методом з наступним зважуванням та перерахунком врожайності сої на стандартну вологість. Отримані результати досліджень обробляли методами математичної статистики, визначаючи середні значення, похибки й достовірність відмінностей між варіантами. Такий підхід забезпечував високу точність оцінки впливу густоти посіву на врожайність та дозволяв сформулювати об'єктивні висновки щодо оптимальних параметрів технології вирощування сої у Північно-Східному Лісостепу України [7, 9].

Сорт сої «Сандра» – внесений до Державного реєстру сортів рослин України у 2014 році й рекомендований для вирощування в усіх природно-кліматичних зонах. Здатний формувати потенційно високі врожаї – до 4,0 т/га, зберігаючи стабільність продуктивності за різних умов вирощування рослин сої. Основною перевагою є висока стійкість до вилягання й осипання, а також значна кількість бобів з чотирма насінинами.

Сорт належить до ранньостиглих, з вегетаційним періодом 92–102 днів. Від появи сходів до цвітіння проходить 30–32 дні, саме цвітіння триває близько 30 днів, а повне визрівання настає через 33 дні. Потрібна сума активних температур становить 2225 °С – це дозволяє ефективно вирощувати сорт в регіонах зі змінними умовами вологості й температур.

Морфологічні особливості сорту Сандра. Рослини мають індетермінантний тип росту й напівстигнуту форму куща, що забезпечує добру стійкість до вилягання. Висота становить 80–120 см, на стеблі формується 10–15 вузлів, а висота прикріплення нижнього бобу – 12–15 см. Листки ланцетні, квітки білі, насіння жовте. Сорт стійкий до основних хвороб і шкідників, а також добре переносить стресові умови.

Характеристика зерна: маса 1000 насінин – понад 160 г, вирівняність – 95%, вміст білка 39–41%, олії – 19–23%. [6, 12].

Сорт сої «Анастасія» – відзначається високою пластичністю й універсальністю в вирощуванні, що дає змогу отримувати стабільні врожаї практично в усіх природно-кліматичних зонах України. Сорт здатний формувати врожайність до 3,0–4,0 т/га, що робить його одним з найбільш продуктивних серед ранньостиглих сортів. Характерною особливістю є підвищена кількість бобів на рослині й значний відсоток бобів із чотирма насінинами, що прямо впливає на загальний потенціал урожайності.

Сорт має доволі ранній вегетаційний період – 86–95 днів, що дозволяє уникати пізніх літніх стресів рослин. Період від появи сходів до цвітіння триває близько 30 днів, саме цвітіння – 23 дні, а досягання настає через 40 днів після завершення цвітіння. Необхідна сума активних температур становить 2119 °С, що забезпечує стабільний розвиток навіть у прохолодніші роки.

Морфологічні особливості сорту. Рослини Анастасії мають індетермінантний тип росту та компактную форму куща, що сприяє стійкості до вилягання.

Висота рослин становить 80–130 см, на стеблі формується 10–15 вузлів, а висота прикріплення нижнього бобу – 13–17 см, що полегшує механізований обмолот. Листки ланцетні, квітки фіолетові, насіння жовте. Сорт характеризується високою стійкістю до хвороб та стресових умов.

Характеристика зерна: маса 1000 насінин – 150–160 г, вирівняність – до 95%, вміст білка 40–42%, олії – 18–20%.

Рекомендації щодо посіву: норма висіву – 700–800 тис. схожих насінин/га, ширина міжрядь – 45 см, глибина загортання – 3–6 см. [6, 8, 12]

Результати. Вживаність рослин сої до періоду збирання врожаю є одним із базових характеристик, що прямо впливає на кінцеву продуктивність посівів сої. Кількість рослин, що можуть пройти повний цикл розвитку рослини і успішно адаптуватися до зовнішніх умов (що бувають не зовсім сприятливими), визначає потенціали сформування врожаїв на одиницю площі.

Кожна рослина сої є окремою одиницею, зменшення кількості цих одиниць під впливом стресових чинників автоматично призводить до втрати частки можливого потенційного врожаю, яку інші рослини сої, навіть за доволі сприятливих умов, не завжди можуть компенсувати гілкуванням.

На рівень виживаності сої доволі суттєво впливають генетичні особливості підібраних сортів, толерантність сорту до абіотичних умов та біотичних факторів (хвороби та шкідники).

Також важливою є початкова густина стояння, від неї залежить конкуренція листової поверхні за світло, вологу і елементи живлення та також здатність рослин повноцінно формувати листову поверхню і кореневу систему рослин.

Проведений аналіз динаміки густоти посівів упродовж вегетації показав закономірне зниження кількості рослин впродовж основних періодів вегетації (табл. 1). Зменшення густоти рослин класичної сої пов'язане з природним відбором в несприятливих умовах і з особливостями росту рослин в залежності від умов в певній густоті посіву.

Дані тенденції узгоджуються з результатами багатьох наукових праць, вони підтверджують – оптимальна виживаність рослин є важливою передумовою формування високих показників врожаю сої класичних сортів.

Аналітика наведених показників виживання рослин сої, що були наведені з наукових установ свід-

чать, що виживаність рослин сої протягом вегетаційного періоду 2024 року безпосередньо залежать від початкової густоти посіву сої й сортових особливостей. Згідно з поданою таблицею, в сортах Сандра і Анастасія простежується закономірність – з збільшенням норми висіву від 340 до 600 тис. насінин/га рівень виживання рослин сої поступово знижується.

Сорт Сандра на початкових етапах (в нас подані характеристики фази сходів) максимальну виживаність зафіксовано за мінімальної густоти посіву в 340 тис. нас./га – 98,4 %. Подальше зростання норм висіву сої до 450 та 600 тис. нас./га супроводжувалося зниженням показника до 96,6 % і 95,5 % відповідно. Аналогічна тенденція зберігається й на момент досягання: за найменшої густоти число живих рослин становило 312,8 шт./м², а от за максимальної – 524,3 шт./м², проте виживання зменшилось до 91,5 відсотків.

Схожий результат отримано й для сорту Анастасія. За густоти в 340 тис. нас./га визначено найвищу виживаність – 97,5 % на етапах сходів та 92,4 % на момент досягання. Збільшення густоти до 450 та 600 тис. нас./га супроводжувалося поступовим зниженням показника виживання рослин як у фазу сходів (95,0–94,5 %), так й наприкінці вегетації (91,0–90,5 %).

Дані таблиці демонструють чітку закономірність: згущення посівів призводить до інтенсивнішої конкуренції між рослинами сої за ресурси вологи, світла і елементів живлення, що спричиняє зниження їхньої життєздатності.

Нижча густина забезпечує сприятливіші умови для формування потужної кореневої системи та листового апарату, що позитивно позначається на виживаності окремих рослин.

Структура врожаю класичної сої й індивідуальна продуктивність рослин продемонстрована в (табл. 2) й демонструє показники структури врожаю класичних сортів сої Сандра і Анастасія.

Аналіз поданих даних свідчить про те що густина посіву сої доволі сильно впливає на елементи продуктивності рослин сої й кінцеву врожайність.

В сорту класичної сої Сандра за норми висіву 340 тис. шт./га формувалося у середньому 25,6 насінини на рослину при середній масі насіння з рослини отримали в середньому 6,35 г та масу 1000 насінин 156,5 г – це забезпечило врожайність 2,25 т/га. З підвищенням густоти до 450 тис. шт./га збільшувалася кількість насінин на

Таблиця 1 – Густина стояння рослин класичної сої в залежності від норми висіву та сорту

Сорт Сандра				
Густина посіву, тис. шт./га	Сходи, шт./м ²	Вживання, %	Досягання, шт./м ²	Вживання, %
340	334,6	98,4	312,8	93,5
450	434,7	96,6	399,9	92
600	573,0	95,5	524,3	91,5
Сорт Анастасія				
340	331,5	97,5	306,3	92,4
450	427,5	95	389,0	91
600	567	94,5	513,1	90,5

Таблиця 2 – Структура врожаю сої в залежності від густоти посівів та середня врожайність

Сорт Сандра				
Густота посіву, тис. шт./га	Кількість насінин на рослині	Маса насіння з рослини	Маса 1000 насінин, г	Середня врожайність, т/га
340	25,6	6,35	156,5	2,25
450	26,5	6,2	154,5	2,65
600	24,5	5,8	152,4	2,36
Сорт Анастасія				
340	23,5	6,2	150	2,14
450	24,7	6,05	148,5	2,45
600	23,7	5,4	147	2,15

рослині (26,5 шт.), але маса 1000 насінин трохи зменшувалася. Але, середня врожайність досягла максимального показника – 2,65 т/га – це свідчить про оптимальне співвідношення між кількістю рослин на посівній площі й їх індивідуальною продуктивністю. Загущення сої сорту Сандра до 600 тис. шт./га спричинило зниження показників: кількість насінин зменшилася до 24,5 шт., маса насіння з рослини – до 5,8 г, а врожайність знизилася до 2,36 т/га, що пояснюється посиленням внутрішньовидової конкуренції.

Схожа тенденція спостерігається також і в сорту Анастасія. За густоти посіву в 340 тис. шт./га рослини формували 23,5 насінини та 6,2 г насіння з рослини, що забезпечило врожайність 2,14 т/га.

Оптимальним виявилось висівання 450 тис. нас./га: кількість насінин на рослині зросла до 24,7 шт., маса насіння з рослини становила 6,05 г, а врожайність – 2,45 т/га, що є найвищим показником для цього сорту. Загущення до 600 тис. шт./га знову негативно позначилося на продуктивності: маса насіння з рослини зменшилася до 5,4 г, а врожайність впала до 2,15 т/га.

Зведений аналіз таблиці дає змогу стверджувати – найкращі результати для обох сортів отримано за норми висіву в 450 тис. шт./га, де поєднані найсприятливіші показники структури врожаю й максимальна врожайність. Це підтверджує важливість оптимального регулювання густоти стояння рослин для забезпечення максимальної реалізації біологічного потенціалу кожного сорту.

Висновки. Дослідження продемонстрували залежності від густоти посівів, що суттєво впливають на формування продуктивних елементів сої й кінцеву врожайність. Обидва сорти – Сандра і Анастасія – продемонстрували найвищі показники продуктивності при нормі висіву в 450 тис. шт./га – це свідчить про доцільність використання саме цієї густоти посіву в умовах дослідів.

Для сорту Сандра оптимальна густота 450 тис. шт./га забезпечила максимальну кількість насінин на рослині та високу масу насіння, що в комплексі сприяло формуванню врожайності 2,65 т/га. Зменшення врожайності спостерігалось за нижчої густоти (340 тис. шт./га) через недостатню кількість рослин на одиницю площі та за більшої густоти (600 тис. шт./га) через посилення внутрішньовидової конкуренції.

Схожа тенденція спостерігалася для сорту Анастасія, де максимальна врожайність – 2,45 т/га – також досягалася за густоти 450 тис. шт./га. Менша або більша густота сприяла зниженню продуктивності через відповідно недостачу рослин на площі або надмірну конкуренцію між ними.

Порівняльний аналіз двох наведених сортів продемонстрував, що, незважаючи на загальні подібності реакції на густоту посіву, окремі морфологічні й біологічні особливості зумовлюють певні відмінності в формуванні сталої врожайності. Сорт Сандра, маючи дещо більшу масу 1000 насінин та вищі показники насінневої продуктивності, демонструє кращу реакцію на помірну загущеність посівів, однак негативно реагує на надмірну конкуренцію за світло і поживні речовини. Сорт Анастасія, навпаки, більш стабільно формує кількість насінин на рослинах, але його потенціал погіршується за умов надмірної щільності посівів, що призводить до зменшення показників маси насіння і загального показника врожайності.

Результати дослідження свідчать, про те що доцільна густота стояння рослин є одним із ключових технологічних факторів, який впливає як на структуру врожаю, так і на використання вегетаційного потенціалу сортів. В випадку надто низької густоти посівів рослини формують більшу біомасу й більш крупні боби, проте загальна кількість генеративних органів на одиницю площі є недостатньою для досягнення високого рівня врожайності. Натомість надмірна густота спричиняє затінення, зменшення асиміляційної поверхні та загальмований розвиток генеративних органів, що негативно відбивається на величині врожаю.

Варто підкреслити, що важливим аспектом при виборі густоти є поєднання технологічних факторів із біологічними особливостями конкретного сорту. Сорти з індетермінантним типом росту, до яких належать Сандра і Анастасія, значною мірою залежать від доступності світла у верхньому ярусі, тому надмірне загущення призводить до небажаного витягування рослин та зниження продуктивності. Отримані результати підтверджують важливість адаптації прийомів вирощування до морфоструктурних особливостей сорту – це дозволяє максимально використати генетичний потенціал культури.

Таким чином, норма висіву в 450 тис. шт./га є найбільш ефективною для обох сортів, оскільки

забезпечує оптимальне співвідношення між кількістю рослин, їх індивідуальною продуктивністю та кінцевою врожайністю. Отримана аналітика результатів може бути використана в практичних виробничих умовах для покращення засобів для ефективного вирощування сортів класичної сої.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Фурман О. В. Густота стояння рослин сої та їх виживаність залежно від строків сівби та сорту. *Корми і кормовиробництво*. 2017. Вип. 83. С. 85–89.
2. Забарна Т. А. Динаміка густоти стояння та виживаність сої залежно від позакоренових підживлень в умовах Правобережного Лісостепу. *Сільське господарство та лісівництво: зб. наук. пр. ВНАУ*. 2019. № 14. С. 88–95.
3. Камінський В. Ф., Мосьондз Н. П. Вплив елементів технології вирощування на урожайність сої в умовах північного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 66. С. 91–95.
4. Міленко О. Г. Вплив агроекологічних факторів на врожайність сої. *Молодий вчений*. 2015. № 6 (1). С. 52–54.
5. Камінський В. Ф., Мосьондз Н. П. Формування продуктивності сої залежно від агротехнічних заходів в умовах північного Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. 2010. Вип. 67. С. 45–50.
6. Шевніков М. Я., Міленко О. Г., Лотиш І. І. Урожайність сортів сої залежно від елементів технології вирощування. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2018. № 3. С. 15–21.
7. Каленська С. М., Новицька Н. В., Андрієць Д. В. Продуктивність як інтегральний показник застосування технологічних прийомів вирощування сої на чорноземах типових. *Корми і кормовиробництво*. 2011. Вип. 69. С. 74–78.
8. Кудлай І. М., Осипчук А. М., Осипчук О. С. Урожайність і якість зерна сої залежно від технологічних прийомів вирощування. *Агробіологія*. 2013. № 11. С. 97–101.
9. Новицька Н. В., Джемесюк О. В. Формування урожайності сої під впливом інокуляції та підживлення. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 1–2. С. 43–47.
10. Огурцов Є. М., Міхєєв В. Г. Адаптивна технологія вирощування сої у Східному Лісостепу України. *Агроекологічний журнал*. 2016. С.
11. Нагорний В. І. Врожайність і агроекологічна адаптивність сортів сої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Збірник наукових праць Уманського державного аграрного університету*. 2009. С. 153–159.
12. Мельник А. В. та ін. Адаптивний потенціал та стресостійкість сучасних сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2020. Т. 113, № 4. С. 85–91.

REFERENCES:

1. Furman O. V. (2017), Hustota stoiannia roslin soi ta yikh vyzyhvanist zalezchno vid strokiv sivyv ta sortu [Density of soybean plant stand and their survival depending on sowing dates and variety], *Kormy i kormovyrobnytstvo*, Vyp. 83, S. 85–89 [in Ukrainian].
2. Zabarna T. A. (2019), Dynamika hustoty stoiannia ta vyzyhvanist soi zalezchno vid pozakorenevyykh pidzhyvlen

v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu [Dynamics of soybean stand density and survival depending on foliar fertilization in the Right-Bank Forest-Steppe], *Silske hospodarstvo ta lisivnytstvo: zb. nauk. pr. VNAU*, № 14, S. 88–95 [in Ukrainian].

3. Kaminskyi V. F., Mosondz N. P. (2010), Vplyv elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya na urozhainist soi v umovakh pivnichnoho Lisostepu Ukrainy [Influence of cultivation technology elements on soybean yield in the Northern Forest-Steppe of Ukraine], *Kormy i kormovyrobnytstvo*, Vyp. 66, S. 91–95 [in Ukrainian].

4. Milenko O. H. (2015), Vplyv ahroekolohichnykh faktoriv na vrozhaunist soi [Influence of agroecological factors on soybean yield], *Molodyi vchenyi*, № 6 (1), S. 52–54 [in Ukrainian].

5. Kaminskyi V. F., Mosondz N. P. (2010), Formuvannya produktyvnosti soi zalezchno vid ahrotekhnichnykh zakhodiv v umovakh pivnichnoho Lisostepu Ukrainy [Formation of soybean productivity depending on agrotechnical measures in the Northern Forest-Steppe of Ukraine], *Kormy i kormovyrobnytstvo*, Vyp. 67, S. 45–50 [in Ukrainian].

6. Shevnikov M. Ya., Milenko O. H., Lotysh I. I. (2018), Urozhainist sortiv soi zalezchno vid elementiv tekhnolohii vyroshchuvannya [Yield of soybean varieties depending on elements of cultivation technology], *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, № 3, S. 15–21 [in Ukrainian].

7. Kalenska S. M., Novytska N. V., Andriiets D. V. (2011), Produktivnist yak intehralnyi pokaznyk zastosuvannya tekhnolohichnykh pryimov vyroshchuvannya soi na chornozemakh typovykh [Productivity as an integral indicator of the application of technological methods of soybean cultivation on typical chernozems], *Kormy i kormovyrobnytstvo*, Vyp. 69, S. 74–78 [in Ukrainian].

8. Kudlai I. M., Osypchuk A. M., Osypchuk O. S. (2013), Urozhainisti yakist zerna soi zalezchno vid tekhnolohichnykh pryimov vyroshchuvannya [Yield and quality of soybean grain depending on cultivation technology], *Ahrobiolohiia*, № 11, S. 97–101 [in Ukrainian].

9. Novytska N. V., Dzhemesiuk O. V. (2017), Formuvannya urozhainosti soi pid vplyvom inokulatsii ta pidzhyvlennia [Formation of soybean yield under the influence of inoculation and fertilization], *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarnoi akademii*, № 1–2, S. 43–47 [in Ukrainian].

10. Ohurtsov Ye. M., Mikhieiev V. H. (2016), Adaptivna tekhnolohiia vyroshchuvannya soi u Skhidnomu Lisostepu Ukrainy [Adaptive technology of soybean cultivation in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine], *Ahroekolohichni zhurnal*, S. [in Ukrainian].

11. Nahorni V. I. (2009), Vrozhaunisti ahroekolohichna adaptivnist sortiv soi v umovakh pivnichno-skhidnoho Lisostepu Ukrainy [Yield and agroecological adaptability of soybean varieties in the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine], *Zbirnyk naukovykh prats Umanskoho derzhavnoho ahrarnoho universytetu*, S. 153–159 [in Ukrainian].

12. Melnyk A. V. ta in. (2020), Adaptivnyi potentsial ta stresostiikist suchasnykh sortiv soi [Adaptive potential and stress resistance of modern soybean varieties], *Tavriiskyi naukovi visnyk*, T. 113, № 4, S. 85–91 [in Ukrainian].

Данильченко О.М. Кривцов М.С. Наукове агроекологічне обґрунтування окремих елементів технології вирощування ультра ранніх сортів класичної сої в умовах північно-східного лісостепу України

Мета. У статті узагальнено результати досліджень 2023–2024 років, спрямованих на оцінку впливу елементів технології вирощування на ріст сої, розвиток, продуктивність та показники якості врожаю класичних сортів сої. Особливу увагу зосереджено на визначенні оптимальної густоти посіву для підвищення реалізації сортового потенціалу.

Методи. У роботі використано аналітичний та експериментальний підхід, що включав вивчення реакції сортів на різні рівні густоти посівів, морфологічні показники рослин, елементи продуктивності та врожайності. Оцінювання здійснювали шляхом порівняння фізіолого-біологічних властивостей сортів, їх здатності до гілкування, тривалості вегетаційного періоду та адаптивності до умов вирощування.

Результати. Аналіз показав, що формування врожаю класичної сої має багатофакторний характер і значною мірою залежить від взаємодії сортових особливостей із технологічними параметрами, зокрема густотою посіву. Ранньостиглі сорти потребують вищої густоти стояння через обмежену здатність до гілкування, тоді як середньо- та пізньостиглі сорти краще реалізують продуктивність у менш загущених посівах. Продemonстровано, що оптимальна густота створює сприятливі умови для фотосинтетичної діяльності, формування генеративних органів та збалансованого росту рослин.

Висновки. Встановлено, що густота посіву істотно впливає на формування продуктивних елементів і кінцеву врожайність досліджуваних сортів сої. Для сортів Сандра та Анастасія найвищі показники продуктивності отримано при використанні густоти в 450 тис. рослин/га, що забезпечило оптимальне співвідношення кількості рослин на площі та їх індивідуальної продуктивності. Підвищення або зниження густоти порівняно з оптимальною нормою призводило до зменшення урожайності через відповідно нестачу генеративних органів або надмірну внутрішньовидову конкуренцію.

Отримані дані підтверджують важливість адаптації технології вирощування до сортових особливостей, зокрема індетермінантного типу росту обох сортів, які потребують достатнього освітлення верхнього ярусу. Результати проведеного дослідження можуть бути застосовані для оптимізації виробничих технологій, підвищення ефективності вирощування та більш повної реалізації генетичного потенціалу сортів класичної сої.

Ключові слова: соя; сорт; ріст; розвиток; урожайність; агроекологія; технологія вирощування; ультра ранні сорти; Лісостеп України.

Danylchenko O.M., Kryvtsov M.S. Scientific agroecological justification of certain elements of the cultivation technology for ultra-early classical soybean varieties under the conditions of the north-eastern Forest-Steppe of Ukraine

Purpose. The article summarizes the results of research conducted in 2023–2024 aimed at evaluating the influence of cultivation technology elements on the growth, development, productivity, and quality indicators of classic soybean varieties. Particular attention was paid to determining the optimal seedling density to enhance the realization of varietal potential.

Methods. The study employed analytical and experimental approaches, including examination of varietal responses to different seeding densities, morphological plant traits, productivity components, and yield. Evaluation was carried out by comparing the physiological and biological characteristics of varieties, their branching ability, duration of the growing season, and adaptability to cultivation conditions.

Results. The analysis showed that yield formation in classic soybeans is multifactorial and largely depends on the interaction of varietal characteristics with technological parameters, particularly seeding density. Early-maturing varieties require higher plant density due to limited branching capacity, whereas medium- and late-maturing varieties realize better productivity in less dense stands. It was demonstrated that optimal density creates favorable conditions for photosynthetic activity, formation of generative organs, and balanced plant growth.

Findings. It was established that seeding density significantly affects the formation of productive elements and the final yield of the studied soybean varieties. For the Sandra and Anastasia varieties, the highest productivity was achieved at a density of 450,000 plants/ha, providing an optimal balance between plant number per area and individual plant performance. Increasing or decreasing the density relative to the optimal rate led to reduced yield due to either insufficient generative organs or excessive intraspecific competition.

The obtained data confirm the importance of adapting cultivation technology to varietal traits, particularly the indeterminate growth type of both varieties, which requires sufficient light penetration to the upper canopy. The results of this study can be applied to optimize production technologies, improve cultivation efficiency, and more fully realize the genetic potential of classic soybean varieties.

Key words: soybean; variety; growth; development; yield; agroecology; cultivation technology; ultra-early varieties; Forest-Steppe of Ukraine.

Дата першого надходження рукопису
до видання: 27.11.2025

Дата прийнятого до друку рукопису
після рецензування: 12.12.2025
Дата публікації: 31.12.2025