

УДК 635.21:551.583

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.142.1.17>

ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ НА УРОЖАЙНІСТЬ СОЇ

Кравченко Н.В. – д.с.-г.н.,

професор кафедри біотехнології та хімії,

Сумський національний аграрний університет

Гнітецький М.О. – д. PhD,

доцент кафедри біотехнології та хімії,

Сумський національний аграрний університет

Галицький В.О. – аспірант кафедри біотехнології та хімії,

Сумський національний аграрний університет

Соя культурна (*Glycine max* (L.) Merrill.) – це білково-олійна рослина, культура, яка допомагає у вирішенні світової продовольчої проблеми. Ареал поширення її великий, вона росте на всіх материках та у багатьох країнах світу. Соя має високі якісні показники зерна, порівняно невелика енергоємність її вирощування та універсальність використання. Цінність даної культури пояснюємо сприятливим поєднанням у насінні мінеральних та органічних речовин.

Соя – одна з найбільш культивованих сільськогосподарських рослин, яку широко застосовують через специфічний хімічний склад протеїну та олії. Значний вміст білка та його надзвичайно важлива збалансованість за амінокислотами роблять сою відмінним заміником продуктів тваринного походження в раціоні людини. Вона перетравлюється організмом на 98%. Соева олія містить насичені та ненасичені жирні кислоти, біологічно активні речовини. Соя – цінна кормова культура, її можна давати тваринам у вигляді макухи, соєвого шроту, молока, білкових концентратів, зеленого корму, сіна, силосу та інше.

У світовому сільському господарстві соя – одна з основних культур, що посідає четверте місце за площею посівів, поступаючись лише пшениці, рису та кукурудзі. Соя – цінна технічна культура. Вона має лідерське місце у світовому виробництві харчової олії з рослин. Як кормова культура соя використовується на зелений корм, сінаж, для виготовлення трав'яного борошна, на силос (в суміші з кукурудзою), моноком. Вона збагачує ґрунт азотом, тому, як і інші бобові, є корисним попередником для різних сільськогосподарських культур.

Метою цієї статті є визначення внеску факторів навколишнього середовища, тобто біокліматичних змінних, показників ґрунту у варіації врожайності сої в Північно-східному Лісостепу України за 2024 рік.

У статті наведено результати досліджень за даний рік по визначенню урожайності сортів сої різних груп стиглості Кіото, Ніагара, Аріса, Атланта, Хана за метеорологічних умов. Показано вплив екологічних факторів на урожайність сої у ТОВ «Білопілля Агросвіт», Сумського району Сумської області.

Ключові слова: соя, *Glycine max* (L.) Merr., погода, метеоумови, екологічні чинники, адаптивність, урожайність.

Kravchenko N.V., Hnietetskyi M.O., Halitskyi V.O. The influence of environmental factors on soybean yield

Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill.) is a protein and oil plant, a crop that helps in solving the world food problem. Its distribution area is large, it grows on all continents and in many countries of the world. Soybean has high grain quality indicators, relatively low energy consumption of its cultivation and versatility of use. The value of this crop is explained by a favorable combination of mineral and organic substances in the seeds.

Soybean is one of the most cultivated agricultural plants, which is widely used due to the specific chemical composition of protein and oil. The significant protein content and its extremely important balance of amino acids make soy an excellent substitute for animal

products in the human diet. It is digested by the body by 98%. Soybean oil contains saturated and unsaturated fatty acids, biologically active substances. Soybean is a valuable feed crop, it can be given to animals in the form of cake, soybean meal, milk, protein concentrates, green fodder, hay, silage, etc.

In world agriculture, soybean is one of the main crops, ranking fourth in terms of sown area, second only to wheat, rice and corn. Soybean is a valuable industrial crop. It has a leading position in the world production of edible oil from plants. As a feed crop, soybean is used for green fodder, haylage, for the production of grass flour, for silage (mixed with corn), mono-feed. It enriches the soil with nitrogen, therefore, like other legumes, it is a useful precursor for various agricultural crops.

The purpose of this article is to determine the contribution of environmental factors, i.e. bioclimatic variables, soil indicators in the variation of soybean yield in the North-Eastern Forest-Steppe of Ukraine for 2024.

The article presents the results of research for the current year on determining the yield of soybean varieties of different maturity groups Kyoto, Niagara, Arisa, Atlanta, Khan under meteorological conditions. The influence of environmental factors on soybean yield in LLC "Bilopilla Agrosvit", Sumy district, Sumy region is shown.

Key words: soybean, *Glycine max* (L.) Merr., weather, meteorological conditions, environmental factors, adaptability, yield.

Постановка проблеми. Продовольча проблема одна з найактуальніших проблем світу сьогодні. Саме зростання кількості населення планети ініціювало безпрецедентні виклики продовольчій безпеці людства, що відображена у стрімкому зростанні попиту на овочі та фрукти [6, 7, 11, 14]. Сьогодні сільськогосподарське виробництво має виклик, а саме вирощування сільськогосподарської продукції в умовах глобальної зміни клімату [1, 3, 8], який спричинений антропогенними змінами на природні екосистеми [4, 10-11, 15], що впливає на врожайність основних сільськогосподарських культур. Вегетаційний період визначає можливість вирощування сорту у конкретній агрокліматичній зоні, [12, 13, 16, 20] тому в селекції зернових культур значна увага приділяється скороченню терміну їх вегетації, оскільки збір сої ранньостиглих та скоростиглих сортів може здійснюватися за сприятливих погодних умов [17-19, 21-23]. Метою даного дослідження було дослідити найбільш важливі екологічні чинники, що впливають на параметри врожайності сої (*Glycine max* (L.) Merril).

Адаптаційна реакція рослин виникає при погіршенні умов навколишнього середовища [24-27]. Будь яка зміна факторів у природі від допустимої межі призводить до порушення фізіологічної діяльності рослини, і у рослини виникає стрес, як наслідок проходять зміни у фізіології і біохімії [15, 18].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Екологія і сільське господарство нероздільне єдине ціле. Клімат та погода навколишнього середовища є найбільш важливими і вагомими факторами, які відіграють основну роль та впливають на продуктивність сільського господарства. Зміни клімату та врожайність сільськогосподарських культур – це нероздільне ціле, тому технологія вирощування даної культури постійно проходить вдосконалення [16, 18]. Прогнозується, що при зміні клімату буде характерне підвищення середніх глобальних температур, зміною кількості опадів і збільшенням частоти та інтенсивності екстремальних погодних явищ [15], а це призведе до зміни врожайності сільськогосподарських культур.

Зміна клімату з кожним роком стає все помітнішою і впливає на наше життя через частіші природні аномалії, рекордно спекотні дні, різкі зміни погоди та інші прояви розбалансованості кліматичної системи. Підвищення температури повітря на 2°C призведе до ймовірного зменшення урожайності всіх культур на понад 20%, посухи та повені стають інтенсивнішими та частішими [15, 21]. Прогнозується,

що до 2050 року є висока ймовірність зникнення майже половини видів усіх рослин, крім того, ймовірна загибель бджіл через їхню неспроможність адаптуватись до кліматичної зміни. Наразі втрачається синхронізація між цвітінням рослин і їхніми запилювачами, а без запилення рослин не буде врожаю. 2024 рік в Україні був аномально теплим. Середня річна температура +11,5 градуса за Цельсієм, а це вище, ніж у 2023 році на 0,7 градуса.

Вплив змін клімату на екологічний стан агроландшафтів, систем землекористування та продуктивність агроєкосистем описано у багатьох вчених [10], а саме залежність врожайності сільськогосподарських культур від кліматичних факторів розглядали Т.І. Адаменко [1], В.О. Балабух [2], Шевніков М.Я. [17-18], та інші [20-24, 27]. Ґрунт впливає на формування врожайності сільськогосподарських культур, у багатьох роботах вчених описана її кількісна оцінка, як фактору ефективної родючості [9; 7; 3]. Механічний склад ґрунту, властивості родючості ґрунтів у певних природних умовах, їх вплив на врожайність сільськогосподарських культур може запобігти втраті родючості ґрунтів, а також забрудненню природного середовища, сприяти більш ефективному використанню земельних ресурсів і мінеральних добрив. Дослідженнями встановлено, що різні типи природних елементів ландшафту по-різному впливають на зміну врожайності [13, 18]. Зазвичай вважається, що гетерогенні ландшафти з різноманітними екосистемними елементами є більш стійкими до змін навколишнього середовища, включаючи зміни клімату, ніж гомогенні та однорідні ландшафти [19]. Саме вивчення взаємозв'язку між врожайністю сільськогосподарських культур та ландшафтним різноманіттям є надзвичайно актуальним питанням сьогодення [15].

Постановка завдання. Метою цього дослідження було визначити вплив агро-екологічних факторів, а саме біокліматичних змінних, ґрунтових показників та факторів ландшафтного різноманіття у варіацію врожайності сої в Північно-Східному лісостепу України за 2024 рік. Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем типовий, глибокий, малогумусний, середньо-суглинистий, крупнопилуватий та має реакцію, близьку до нейтральної. Вміст гумусу є середнім для чорноземів і достатнім для високих врожаїв сільгоспкультур.

Дослідна ділянка, де розміщені дослідження, входить до східної Лісостепової зони Сумщини. Регіон дослідження відноситься до другого агрокліматичного району Сумської області. Район має помірно-континентальний клімат: літо тепле, з великою кількістю опадів, зима не надто холодна з відлигами. Середньорічна температура повітря +6,4°C. Абсолютний мінімум може досягати -33,4°C. Середня висота снігового покриву зазвичай не перевищує 20–23 см. Середня дата першого заморозку – перша декада жовтня, останнього – середина квітня. Середньорічна сума опадів – 500–575 мм. Найбільше опадів випадає влітку-восени, що позитивно впливає на розвиток сільськогосподарських культур.

Ґрунт має поживні речовини що дозволяє, вирощувати всі сільськогосподарські культури, в тому числі сою. Це пов'язано з високим вмістом гумусу в ґрунті, нейтральною кислотністю та високим рівнем мінеральних поживних речовин [1].

Польовий дослід проводили на землях ТОВ «Білопілля Агросвіт» Сумського району, Сумської області упродовж 2024 р. з такими сортами: Ніагара ранній та середньоранній Кіото, Аріса, Атлантата та середньостиглий: Хана.

Дослід закладено відповідно до загальноприйнятих сучасних методик у рослинництві [21, с. 46-49].

Сходи зернобобових відмічали за появи перших справжніх листків, а у видів, що виносять на поверхню сім'ядолі – за їхньої появи. У разі недружних сходів

повні відзначали, коли чітко визначається рядки. Господарську стиглість у сої відмічали, коли достигло 2/3 бобів, зернини стали твердими, набули притаманного сорту забарвлення та форми, за струшування нижньої частини рослин чутно характерний шурхіт зерен. Тривалість періоду вегетації обчислювали від дати сходів до господарської стиглості [22, с. 22].

Матеріали і методи досліджень. Період дослідження – 2024 рік. Експериментальні дослідження проведені, в компанії ТОВ «БІЛОПІЛЛЯ АГРОСВІТ» Сумської області з метою виділення найбільш вагомих факторів впливу екологічного походження на параметри урожайності сої (*Glycine max (L.) Merril*). Біокліматичні дані були визначені відповідно до бази даних World Clim версії

Виклад основного матеріалу. Біокліматичні параметри описують важливі для екології аспекти змін температури й кількості опадів протягом року. Біологічний потенціал сортів сої залежить від технології вирощування, та кліматичних умов певного року. За нестабільності погодних умов у певні роки та обмеженості складових агрокліматичних характеристик зернобобових культур науковці вважають ефективними технології вирощування та сприяє підвищенню рівня виробництва [4, 13]. Соя – теплолюбна культура, вона одна з найпримхливіших сільськогосподарських культур щодо гідротермічних умов. Мінімальна температура проростання насіння +6–+7°C, достатня +12–+14°C, оптимальна +15–+18°C. Сходи витримують приморозки до мінус 2– 3°C. Сою висівають при температурі повітря +15°C. До тепла соя вимоглива впродовж вегетації, особливо під час цвітіння і достигання. Оптимальна середньодобова температура росту в цей період +18–+25°C. Отже, температура є одним із основних кліматичних факторів для вирощування сої (табл. 1).

Таблиця 1

Температурний та водний режим за вегетаційний період сої

Веgetаційний період	Температура повітря °C			Кількість опадів, мм за добу
	Мінімальна	Достатня	Оптимальна	
сівба- сходи	8-10	15-18	20-22	15-30
сходи – гілкування	10-12	17-20	22-25	15-30
квітування	16-18	19-21	22-25	40-60
формування бобів	13-14	17-18	20-23	40-60
дозрівання	7-8	13-16	18-20	30-40

Соя – це рослина, яка дуже вибаглива до умов вологості. Оптимальна вологість повітря – 75–80%, а ґрунту 80–100%. Для рослини характерне нерівномірне використання вологості під час вегетаційного періоду. Саме за час проростання насіння сої потребує 130–160% вологості від своєї маси. Після сходів потреба у волозі незначна. Найбільше вологості рослинам необхідно під час цвітіння й росту бобів. Найбільш придатними для сої є місця, де за рік випадає 500–650 мм опадів, а саме: за травень–вересень – 250–400 мм. Транспіраційний коефіцієнт становить 500–650.

Умови вегетаційного періоду 2024 року були несприятливими, як за режимом зволоження, так і температурними характеристиками. Встановлено за вегетаційний період травень – вересень був теплішим порівняно з середньобаторічними даними. У травні (період сівба–сходи) температура повітря становила +15,4°C, майже як середньобаторічний показник.

У період сходи–бутонізація (червень) середньодобова температура різнилась від середньобагаторічної і була приблизно $+19^{\circ}\text{C}$, а це позитивно вплинуло на формування генеративних органів у рослин сої. У період цвітіння та наливу зерна температура повітря становила: у липні $+21^{\circ}\text{C}$, серпні $+23^{\circ}\text{C}$, що на $0,7$ та $3,9^{\circ}\text{C}$ перевищило середньобагаторічний показник ($20,2$ та $19,2^{\circ}\text{C}$). У вересні температура повітря становила 16°C , що на $2,5^{\circ}\text{C}$ більше за норму.

У процесі здійснення поставлених завдань нами вивчалось сорти сої вітчизняної і зарубіжної селекції, які занесено до Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні:

Аріса. Оригінатор: Семенсес Прогрейн ІНК. Ранньостиглий. Вегетаційний період 115–125 днів. Сорт має міцне стебло, що зумовлює високу стійкість до вилягання (9 балів). Висока посухостійкість. Висота рослин 95 см. Висота прикріплення нижнього бобу – 8 см. Вміст білка 22%. Високий вміст протеїну – 42%. Маса 1000 шт. насінин 188–204 г. Олійність складає 22%. Адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Характеризується високою енергією початкового росту. Зони вирощування Лісостеп, Полісся.

Киото. Оригінатор: Семенсес Прогрейн ІНК. Ранньостиглий. Вегетаційний період становить 120–128 днів. Висота рослин 70–75 см. Стійкість до вилягання і осипання – 8 балів. Вміст білка – 43%. Олійність становить 21%. Адаптується до різноманітних ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Зони вирощування Полісся, Лісостеп, Степ.

Атланта. Оригінатор: Наукова селекційно-насінницька фірма «Сосвий вік». Сорт середньоранній, вегетаційний період 114–118 днів. Характерною ознакою цього сорту є підвищена кількість бобів на рослині та насінин у бобі (до 40% 4-насінних), висока стійкість до вилягання рослин та осипання насіння. Зони вирощування Степ, Лісостеп, Полісся.

Ніагара. Країна оригінатор: Канада. Сорт середньоранній. Вегетаційний період 111–125 днів. Зони вирощування: Лісостеп, Полісся. Добра стійкість до хвороб. Забарвлення квітки – фіолетове. Забарвлення опушення – світло-коричневе.

Хана. Країна оригінатор: Канада середньостиглий. Вегетаційний період складає 115–125 днів. Зони вирощування: Лісостеп, Полісся.

Найкоротший вегетаційний період виявився у сорту сої Ніагара і тривав 103 доби. У сортів сої Киота, Аріса, Атланта, Хана тривалість вегетаційного періоду відповідно становила 113, 114, 116 діб.

За результатами проведених в 2024 р. спостережень нами була встановлено вплив, що сорти сої по різному реагували на метеорологічні умови. Найкраще показав себе сорт Ніагара 2,98 т/га, Киото 2,75 т/га, Аріса 2,68 т/га, Хана 2,54 т/га, Атланта 2,33 т/га.

Загалом 2024 рік, видався не дуже бобовим за аналізом погодних умов, порівнюючи з минулим було кілька критичних періодів для сої, які випали впродовж весняно-літнього сезону.

Перший стрес – різке травневе похолодання, що настало після теплого квітня, ґрунт був не досить прогрітим, як результат насіння довго проростало, сходи були нерівномірними, через брак тепла рослини хворіли, а холодні травневі дощі спричинили додатковий стрес для посівів. Впродовж вегетації сої є два критичних чинники, що впливають на її врожайність, – різке збільшення температури та брак вологи. Саме такими були погодні умови липня 2024 року – це був другий стресовий період у розвитку сої.

Спостерігаємо, що останнім часом температурний режим в Україні характеризується різкими перепадами, що негативно впливає на бобові культури, які дуже чутливі до повітряної посухи. Адже соя не має такої потужної кореневої системи, як кукурудза чи соняшник, відтак не може діставати вологу з нижніх шарів ґрунту. Ще один негативний чинник для розвитку сої – суховії, яких було багато цього літа 2024 року.

Висновки. Отже, врожайність сої, а саме її збільшення майже на 10% обумовлена кліматичними та ґрунтовими чинниками. Саме вони, ґрунтові й кліматичні змінні, пояснюють більше 50% варіації мінімальної врожайності та 70% варіації максимальної врожайності цієї культури. Врожайність залежить і від механічного складу ґрунту.

Вважаємо, що основою сортових технологій є врахування біологічних особливостей сорту сої, а саме потреб у температурі, фотоперіоді, забезпеченість вологою, поживними речовинами, стійкості до несприятливих умов навколишнього середовища, шкідників, хвороб.

Наразі актуальними стають дослідження, на виявлення більш урожайних сортів сої для виробничих потреб з використанням технологій, адаптованих до відповідних ґрунтово-кліматичних умов.

Зміни клімату, які в спостерігаються в Україні і не тільки, вимагають якісно нових підходів до створення сортів сільськогосподарських культур. У сучасній селекційній роботі перше місце займає адаптивного потенціал сорту, його можливість пристосуватись до різних змін метеорологічних факторів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Бабич А. О. Фотосинтетична діяльність та урожайність насіння сої залежно від строків сівби та системи захисту від хвороб в умовах Лісостепу України. *Корми і кормовиробництво*. Вінниця, 2004. №. С. 83–88.
2. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрономічних досліджень рослин та ґрунтів. Київ: ЗАТ «Нічлава». 2003. 320 с.
3. Петриченко В. Ф., Іванюк С. В. Вплив сортових і гідротермічних ресурсів на формування продуктивності сої в умовах Лісостепу : збірник наукових праць Інституту землеробства УААН. Київ. 2000. Вип.3 – 4. С. 19–24.
4. Романько А. Ю. Стан вирощування сої в Україні та Сумській області. *Вісник Сумського національного аграрного університету*. 2017. № 2 (33). С. 120–123.
5. Артеменко С. Економіка вирощування кукурудзи та сої у фермерській сівозміні. *Пропозиція*. 2017. № 6. С. 157–160.
6. Бабич А. Соевий пояс і розміщення виробництва сортів сої в Україні. *Пропозиція*. 2010. № 4. С. 52–56.
7. Адаменко О., Рудько Г., Консевич Л. Екологічне картування : підручник. Івано-Франківськ : Вид-во ІМЕ, 2003. 272 с.
8. Дмитренко В.Л. Адаптації меліоративного землеробства до погоди і клімату. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 2. С. 52–56.
9. Медведев В.В., Чесняк Г.Я., Полупан М.І. та ін. Родючість ґрунтів: моніторинг та управління. Київ : Урожай. 1992. 248 с.
10. Тараріко Ю.О., Чернокозинський А.В., Сайдак Р.В. Вплив агротехнічних і агрометеорологічних факторів на продуктивність агроecosистем. *Вісник аграрної науки*. 2008. № 5. С. 64–67.
11. Галицький В. О., Кравченко Н.В., Гнітецький М.О. Екологічні чинники урожайності сої. Матеріали Всеукраїнської наукової конференції студентів та аспірантів, присвяченої Міжнародному дню студента, 18-22 листопада 2024 р., Сумський НАУ, м. Суми, 2024. С. 39–40.

12. Бабич А. Стан та перспективи виробництва сої в Україні. *Аграрний тиждень*. Україна. 2011. № 40. С. 10; № 41. С. 14.
13. Баташова М. Є. Біотехнологічні культури в сучасному аграрному. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава. 2014. № 4. С. 35–43.
14. Бойко О. О. Вплив виробничих факторів на рентабельність соєвиробництва в Україні. *Економіка АПК*. 2013. № 3. С. 46–50.
15. Бойко О. О. Формування та розвиток ринку сої в Україні : автореф. дис. ... канд. екон. наук : спец. 08.00.03 «Економіка та управління національним господарством» ННЦ «Ін-т аграр. економіки». Київ, 2014. 19 с.
16. Шевніков М. Я. Ефективність вирощування сої в умовах нестійкого зволоження Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2010. № 3. С. 19–23.
17. Шевніков М. Я. Соя – важливий компонент для ефективного використання біокліматичного потенціалу Лівобережної частини Лісостепу України. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. Полтава. 2009. № 1. С. 9–12.
18. 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. 25–32.
19. Жолобецький Г. Соя: фаворитка чи інтриганка? *Пропозиція*. 2015. № 10. С. 50–52.
20. Garbach K., Milder J.C., DeClerck F.A.J., Gemmill Herren B. Examining multifunctionality for crop yield and ecosystem services in five systems of agroecological intensification. *International Journal of Agricultural Sustainability*. 2017. Vol. 15. Pp. 11–28. ISSN: 1473-5903
21. Gardiner M., Landis D., Gratton C., Heimpel G. Landscape diversity enhances biological control of an introduced crop pest in the North-Central USA. *Ecological applications: a publication of the Ecological Society of America*. 2009. Vol. 19. Pp. 143–54. DOI: 10.1890/07-1265.1.
22. Godfray H.C.J., Beddington J.R., Crute I.R., Toulmin C. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science*. 2010. Vol. 327(5967). Pp. 812–818. DOI: 10.1126/science.1185383.
23. Leng G., Huang M. Crop yield response to climate change varies with crop spatial distribution pattern. *Scientific Reports*, 2017. Vol. 7. P. 1463. DOI: 10.1038/s41598-017-01599-2.
24. Lesk C., Rowhani P., Ramankutty N. Influence of extreme weather disasters on global crop production. *Nature*. 2016. Vol. 529. Pp. 84–87. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature16467>.
25. Miransari M. Environmental Stresses in Soybean Production. *Soybean Production*. London : Academic Press, 2016. 322 p.
26. Penalba Olga & Bettolli Maria & Vargas Walter. The impact of climate variability on soybean yields in Argentina. Multivariate regression. *Meteorological Applications*. 2007. No. 14. Pp. 3–14. DOI: 10.1002/met.1.
27. Schippers P., Heide C., Koelewijn H., Schouten M., Smulders M.J.M., Cobben M., Verboom J. Landscape diversity enhances the resilience of populations, ecosystems and local economy in rural areas. *Landscape Ecology*. 2015. Vol. 30. Pp. 193–202. DOI: 10.1007/s10980-014-0136-6.