

МОНІТОРИНГ ВИРОБНИЦТВА *GLYCINE MAX* (L.) MERR. В СВІТІ

С. П. КРИКУН, здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор філософії).

Уманський національний університет садівництва

У статті наведено результати аналітичного огляду виробництва сої в світі та сортові ресурси в Україні. Базовим компонентом будь-якої технології вирощування сільськогосподарських культур є сорт або гібрид. Сортіві ресурси – пріоритетний напрям держави, які являють собою результат інтелектуальної діяльності низки категорій населення. Сортимент сої в Україні великий – 339 сортів різного походження, груп стиглості та якості. Однак, частка сортів української селекції значна – 135 сортів або 40 %, що підтверджує ефективність селекційної роботи українських селекціонерів. Для ефективного господарювання в галузі автором проведено аналітичний огляд історії використання і нарощування виробництва сої в глобальному масштабі.

Ключові слова: соя, Реєстр сортів, група стиглості, урожайність виробництва, площі.

Вступ. Історія сої є складною з багатьма контрастними темами та історіями: походження культури у Східній півкулі та її впровадження в Західній, великомасштабне та дрібне виробництво, пестициди та органічне землеробство, олія та білок, експорт та імпорт, промислові товари та витратні матеріали, біопаливо та продукти харчування, цільні боби, едамаме та продукти переробки, традиційні та сучасні продукти харчування, повноцінне харчування та ізольовані рослинні нутрицевтики. Завдяки широкому спектру застосування соя стала однією з найбільш широковирощуваних культур в світі. Глобальне споживання білка сої динамічно зростає, піднявшись із 166 до 244 млн. т між за період 2000–2019 рр., особливо в Азії та Африці [1]. Загалом соя є чудовою кормовою добавкою та одним із найважливіших світових сировинних товарів, у результаті чого у 2020 році світове виробництво склало 360 млн.т [2, 3]. Отож, актуальність досліджень і вирощування сої не викликає сумнівів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Щоб продемонструвати важливість врожаю сої для глобальної продовольчої безпеки, у дослідженнях спочатку розглядали її історію, поточні рівні виробництва та широкий спектр застосувань [4]. Підвищився інтерес до того, як сільське господарство впливає на видовий склад або структуру ґрунту [5]. Наприклад, однією з основних культур, що вирощуються в усьому світі, яка впливає на екологію, є соя. Ґрунтові бактерії є одними з найважливіших елементів екосистеми. У результаті, враховуючи високий рівень вирощування сої в усьому світі, перераховано деякі

з найважливіших факторів, що впливають на продуктивність сої, причому головну роль відіграє ґрунтова біота, яка включає ризобії та мікоризні гриби [6].

Інформація про темпи виробництва сої в усьому світі може бути використана для збільшення валових зборів та пом'якшення таких змінних, як стресори, які негативно впливають на врожайність сої. На продуктивність сої істотно впливає дія ґрунтових бактерій. Лише на кілька країн, включаючи США, Бразилію, Аргентину, Китай та Індію, припадає більшість світового виробництва сої [7]. Зокрема, передбачається, що ґрунтова біота не впливає на роботу агроєкосистем і послуги, які вони надають. Єдиною бобовою культурою, яка може бути пов'язана з ризобіями та арбускулярними мікоризними (АМ) грибами серед найбільш широко вирощуваних культур (кукурудзи, рису та пшениці), є соя, яка має потенціал для подальшого використання. Тому необхідні подальші дослідження, які зосереджені на стійкості та підвищенні продуктивності сільського господарства. Вирощування сої може отримати значну користь від взаємозв'язків, подібних до тих, що стосуються грибів АМ. Використання корисних ризосферних мікробів як біодобрив у сільському господарстві розширюється, і необхідні додаткові дослідження, щоб зрозуміти, як різні інокулянти впливають на фізіологію та розвиток сої [8].

Найдавніші історичні свідчення встановлюють використання сої культурної, як харчової культури в північно-східному Китаї приблизно в 1700–1100 роках до нашої ери, існують свідчення, які припускають використання ще в 2500–2300 роках до нашої ери. Цілі боби використовувалися в різних кухнях після варіння або ферментації в пасту. Сою вирощували та використовували в Бірмі, Індії, Індонезії, Кореї, Японії, Малайзії, Непалі, Філіппінах, Таїланді та В'єтнамі до XVI століття нашої ери. Публікація Ліннея *Hortus Cliffortianus* 1737 року містить першу відому згадку про сою в Європі [9]. У 1739 р. сою почали висаджувати як декоративну культуру у Франції, а в 1790 р. – в Англії [10]. Рослини сої були висаджені в Югославії в 1804 році, а їх насіння використовували для покращення корму для худоби. У сучасному штаті Джорджія використання сої вперше було зареєстровано в Сполучених Штатах у 1765 році. Для виробництва товарів на експорт, таких як маргарин або шортенінг, які ставали все більш популярними в Європі та США, сою вирощували та переробляли.

Незважаючи на те, що багато дослідників пропагували та оцінювали сою як товар, який може задовольнити харчові потреби людини, соєві боби, тим не менш, використовувалися в західній півкулі для отримання рослинної олії, головним чином у виробництві перероблених харчових продуктів [11, 12]. Відкриття в 1917 році того, що кип'ятіння соєвого шроту робить його придатним для використання в якості корму для тварин, дало поштовх розвитку індустрії переробки сої та сучасної сої, яка служить і як олійна культура, і як джерело білка. Після цього США збільшили виробництво так, що до 1970-х років вони забезпечували дві третини світового попиту на сою [13].

Соя є третьою найбільш продаваною культурою в світі – близько 75 млн т. Очікується, що площа виробництва та торгівля сою зростатиме швидше, ніж

більшість інших ключових культур, доки попит буде високим [14]. Вона використовується як преміальний корм для тварин і як важливе джерело білка для людей. Крім того, збільшення попиту на виробництво сої є наслідком розширення споживання та значної кількості дієтичних добавок, що містяться в зерні. Маючи понад 23000 сортів по всій Азії, сою вперше одомашнили в Китаї, а потім привезли до США та Бразилії. Можна знайти стислу хроніку глобального поширення сої. Можливо, слово «soя» відноситься до бобів, які використовуються для приготування соєвого соусу [15]. Одним із основних світових постачальників рослинної олії та кормів тваринного білка є соя. Серед дієтичних бобових вона поступається лише арахісу за вмістом олії (18–22 %) і має найбільший вміст білка (40–42 %) серед інших культур [16].

Мета дослідження – аналіз світового ринку зерна, історії глобалізації та формування сортових ресурсів сої культурної в Україні, як резерву збільшення врожайності.

Матеріали та методи дослідження. Впродовж 2023–2024 рр. проведено аналіз історії розповсюдження, світового й Українського ринку та сортових ресурсів сої культурної в Україні, згідно Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні [17]. За проведення огляду було використано наступні методи: діалектичного пізнання процесів і явищ, монографічний, емпіричний; порівняльного аналізу, узагальнення та абстрактно-логічний.

Результати досліджень. Сортіві ресурси *Glycine max* (L.) Merr., виробництво в Україні та світі. У результаті проведеного аналізу наявних у Державному реєстрі сортів рослин України на 2024 рік сортів сої культурної встановлено, що 85 сортів – середньостиглі, 27 % або 92 сорти – ранньостиглі, 17 % або 56 сортів – скоростиглих, 1 % або 3 сорти – пізньостиглі, з невідомих причин значна частка сортів – а саме 64 або 19 % зареєстровані без вказання групи стиглості. Такий розподіл можна пояснити ґрунтово-кліматичними умовами України, у зонах, де вирощується соя. У Степу зосереджено виробництво ранньо- і середньостиглих сортів сої, у Лісостепу і Поліссі – ранньо- і скоростиглих. Умови навколишнього середовища, в окремі роки не дають змоги реалізувати біологічний потенціал більш пізніх сортів за рахунок тривалої прохолодної весни (у Поліссі), нестачі вологи і підвищений температурний фон (у Лісостепу і Степу), (рис. 1).

Майже половина – 143 або 42 % сортів рекомендовані для вирощування у Степу, Лісостепу і Поліссі, 18 % або 62 сорти рекомендовані до вирощування у Лісостепу і Поліссі. До цієї категорії і ввійшли саме ранньо- і середньостиглі сорти. З невідомих причин у Реєстрі відсутні дані рекомендованої зони вирощування 19 сортів, що складає 6 % від загальної кількості (рис. 2). Аналіз розподілу сортів сої звичайної за країнами-заявниками показав, що більшість зареєстрованих сортів іноземного походження – 60 % або 204 сорти, серед них: Канада – 69 сортів або 20 %, Франція – 38 сортів або 11 %, Австрія – 28 сортів або 8 %, усі інші країни заявники представили 69 сортів, що складає 21 %.

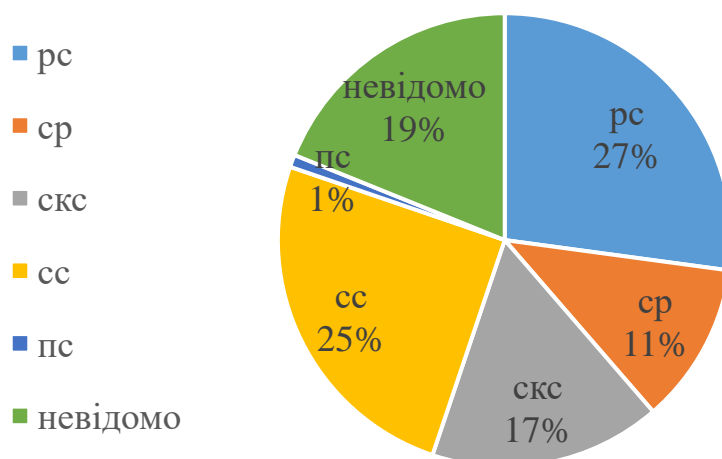


Рис. 1. Розподіл сортів сої за групами стиглості в Державному реєстрі сортів рослин України на 2024 рік [18]

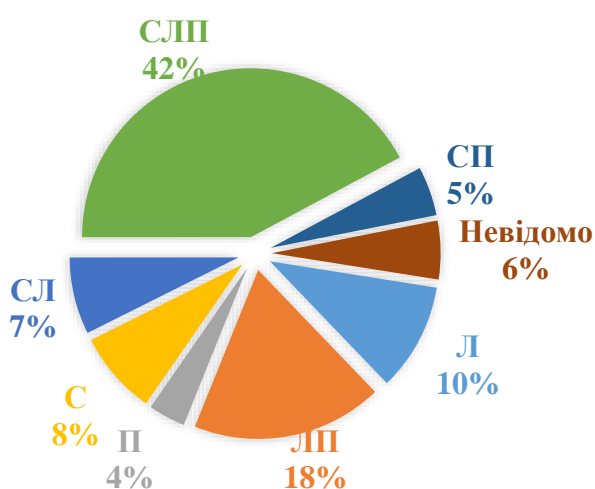


Рис. 2. Розподіл сортів сої за рекомендованими зонами вирощування в Державному реєстрі сортів рослин України на 2024 рік

Сортів української селекції 135, що складає 40 % від загальної кількості (339 сортів) (рис. 3).

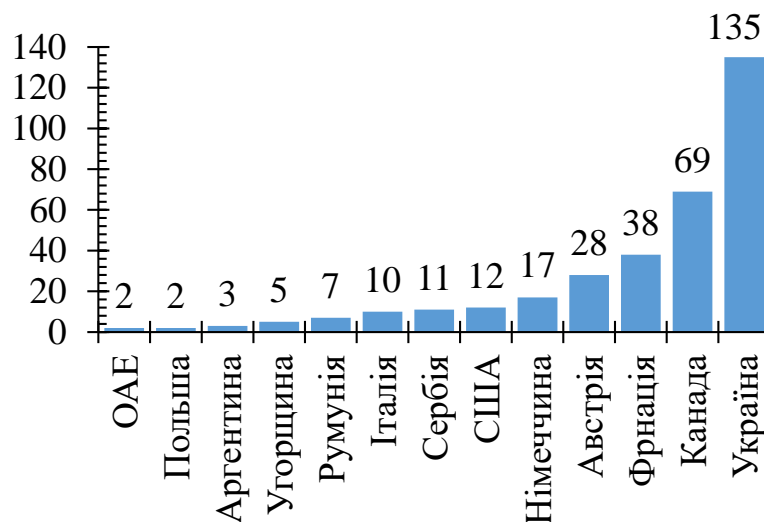


Рис. 3. Розподіл сортів сої за країнами-заявниками в Державному реєстрі сортів рослин України на 2024 рік

Аналіз світових змін виробництва зерна сої показав, що за період з 1961 до 2022 р. врожайність культури зросла на 131,02 %, загальносвітові площі вирощування – на 461,71 %, а валовий врожай на 1197,68 % (рис. 4).

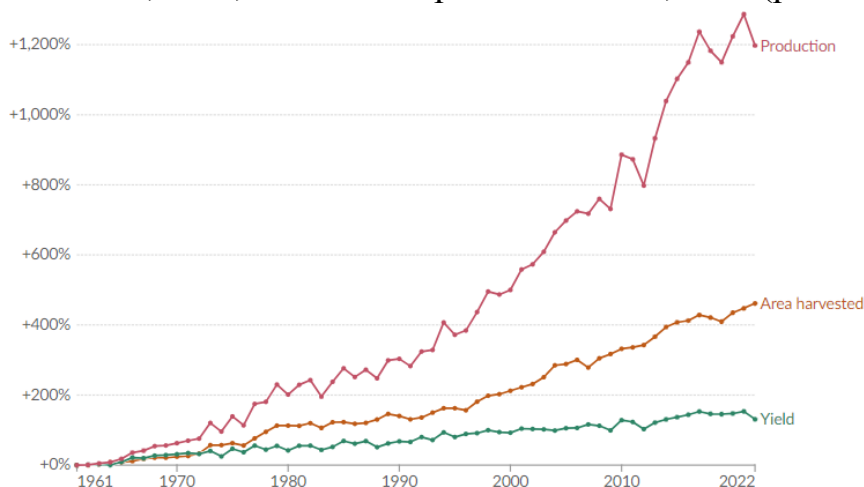


Рис. 4. Динаміка виробництва сої у світі (1961–2022 рр.)

Дані ФАО свідчать, що в Україні була подібна динаміка до загально світової, але за коротший період. З 1992 до 2022 року середня врожайність культури зросла на 187,77 %. Посівні площі досягли свого максимуму в 2015 році, де збільшення відносно 1992 складало 2091,21 %, а в 2022 році цей показник знизився до 1466,97 %. При цьому валовий збір зростав на 5741,0 % у 2018 році і знизився до 4409,36 % у 2022. Зростання середньої врожайності сої можна пояснити покращенням технології вирощування та селекційною роботою впродовж такого тривалого періоду. Згідно даних ФАО [19] абсолютними лідерами виробництва зерна сої в світі у середньому за 2006–2022 рр. є США, які використовують лише 6 % орних земель для виробництва 97,9 млн.т або 33,36 % загальної світової пропозиції сої, Бразилія (92,6 млн.т або 31,56 %) і Аргентина (48,8 млн.т або 16,63 %). Сумарне виробництво цих країн складає 81,56 % від валового світового. Частка інших країн світу складає у середньому 18,4 %.

Аналізуючи дані таблиці 1 прослідковується динаміка стабільного нарощування валового виробництва зерна сої всіма країнами-лідерами, за виключенням Мексики. Середньосвітовий показник валового виробництва зерна сої від 2006 до 2022 року збільшився на 74,60 %. У розрізі країн-лідерів за виробництвом сої склалася наступна динаміка: США – 43,56 %, Бразилія – 52,63 %, Аргентина – 28,40 %, Китай – 16,21 % Індія – 60,0 %, Парагвай – 88,38 %, Канада – 102,79 %, Мексика – 116,38 %, ЄС – 116,38 % [20].

Наведені абсолютні дані (табл. 2) свідчать, що продуктивність культури, очевидно, внаслідок успішної селекції у середньому за країнами зросла на 19,66 %. У розрізі країн-лідерів за виробництвом зерна сої найбільше зросла продуктивність у Парагваї – 102,73 % та Бразилії – 39,0 %. В той час як у США цей показник був досить високим і в 2006 році. На основі огляду літературних джерел можна зробити припущення, що в США, Бразилії, Аргентині, Парагваї, Канаді та ЄС нарощування виробництва сої пішло інтенсивним шляхом, а в Китаї, Індії, Мексиці – екстенсивним, за рахунок розширення посівних площ.

Табл. 1. Лідери виробництва та світове виробництво сої, млн. т, (2005–2022 рр.)

Рік	США	Бразилія	Аргентина	Китай	Індія	Парагвай	Канада	Мексика	Європейський союз	Інші	Валовий збір, млн. т.
2006	83,6	57,0	40,5	16,4	7,0	3,6	3,2	0,2	1,3	8,2	220,8
2007	87,0	59,0	48,8	15,1	7,7	5,6	3,5	0,1	1,4	8,1	236,2
2008	72,9	61,0	46,2	12,7	9,5	6,0	2,7	0,1	0,8	7,2	219,0
2009	80,7	57,8	32,0	15,5	9,3	3,6	3,3	0,2	0,7	8,8	212,0
2010	91,5	69,0	54,5	15,0	9,7	6,5	3,6	0,1	1,0	9,7	260,5
2011	90,7	75,3	49,0	15,4	10,1	7,1	4,4	0,2	1,2	11,3	264,7
2012	84,3	66,5	40,1	14,9	11,9	4,0	4,5	0,2	1,2	13,2	240,8
2013	82,8	82,0	49,3	13,4	12,2	8,2	5,1	0,2	0,9	14,8	269,0
2014	91,4	86,7	53,4	12,4	9,5	8,2	5,4	0,2	1,2	14,9	283,2
2015	106,9	97,2	61,5	12,7	8,7	8,2	6,0	0,4	1,8	17,4	320,7
2016	106,9	95,7	58,8	12,4	6,9	9,2	6,5	0,3	2,3	16,5	315,4
2017	116,9	114,9	55,0	13,6	11,0	10,4	6,6	0,5	2,4	18,8	350,2
2018	120,1	123,4	37,8	15,3	8,4	11,0	7,7	0,4	2,5	17,5	344,2
2019	120,5	119,7	55,3	16,0	10,9	8,5	7,4	0,3	2,7	19,9	361,3
2020	96,7	128,5	48,8	18,1	9,3	10,1	6,1	0,2	2,6	19,0	339,4
2021	112,5	137,0	47,0	19,6	10,5	9,9	6,4	0,2	2,6	18,4	364,1
2022	119,9	144,0	52,0	19,0	11,2	10,5	6,4	0,3	2,8	19,4	385,5
X	97,9	92,6	48,8	15,1	9,6	7,7	5,2	0,3	1,7	14,3	293,4

Табл. 2. Продуктивність сої у світі, т/га, (2005–2022 рр.)

Рік	США	Бразилія	Аргентина	Китай	Індія	Парагвай	Канада	Мексика	Європейський союз	Інші
2006	2,9	2,6	2,7	1,7	0,9	1,5	2,7	1,9	2,9	1,5
2007	2,9	2,9	3,0	1,6	0,9	2,3	2,9	1,5	2,5	1,4
2008	2,8	2,9	2,8	1,5	1,1	2,3	2,3	1,4	2,1	1,3
2009	2,7	2,7	2,0	1,7	1,0	1,4	2,8	2,0	2,7	1,5
2010	3,0	2,9	2,9	1,6	1,0	2,4	2,5	1,9	2,7	1,6
2011	2,9	3,1	2,7	1,8	1,1	2,5	3,0	1,1	2,8	1,6
2012	2,8	2,7	2,3	1,8	1,2	1,4	2,9	1,3	2,7	1,8
2013	2,7	3,0	2,5	1,8	1,1	2,6	3,0	1,7	2,2	1,8
2014	3,0	2,9	2,8	1,8	0,8	2,5	2,9	1,5	2,6	1,8
2015	3,2	3,0	3,2	1,8	0,8	2,5	2,7	1,9	3,2	1,8
2016	3,2	2,9	3,0	1,8	0,6	2,7	2,9	1,4	2,7	1,7
2017	3,5	3,4	3,2	1,8	1,0	3,1	3,0	1,8	3,0	1,9
2018	3,3	3,5	2,3	1,9	0,8	3,1	2,6	1,6	2,7	1,6
2019	3,4	3,3	3,3	1,9	1,0	2,4	2,9	1,8	2,9	1,9
2020	3,2	3,5	2,9	1,9	0,8	3,1	2,7	1,6	2,9	1,8
2021	3,4	3,5	2,8	2,0	0,8	3,1	3,1	1,5	2,7	1,8
2022	3,4	3,6	3,0	2,0	0,9	3,0	2,9	1,6	2,9	1,8

Найбільшими експортерами виробленого зерна сої є її найбільші виробники: США, Бразилія, Аргентина. У середньому за роки експорт цими країнами складає 84,6 % від світового. Найбільше експортує зерна сої Аргентина – 43,9 %. Найменше експортують зерна сої Канада, Мексика ат ЄС за рахунок внутрішнього споживання тваринництвом та переробкою на інші продукти. Основна частина сої, вирощеної в Південній Америці, продається в Китай, тоді як більшість сої, вирощеної в США (і майже вся в Китаї), споживається на місці [21] (табл. 3).

Табл. 3. Найбільші експортери зерна сої у світі, млн. т, (2005–2022 рр.)

Рік	США	Бразилія	Аргентина	Китай	Індія	Парагвай	Канада	Європейський союз	Інші	Валовий експорт, млн. т.
2006	7,301	12,895	24,222	0,357	4,268	0,785	0,129	0,714	1,570	52,245
2007	7,987	12,715	25,625	0,867	4,143	1,096	0,137	0,544	1,580	54,699
2008	8,384	12,138	26,816	0,634	5,285	1,072	0,120	0,422	1,184	56,063
2009	7,708	13,109	24,025	1,017	3,808	1,076	0,082	0,464	1,549	52,844
2010	10,125	12,985	24,914	1,181	3,117	1,124	0,126	0,471	1,560	55,609
2011	8,238	13,987	27,615	0,472	5,169	1,018	0,210	0,609	1,562	58,887
2012	8,845	14,678	26,043	0,966	4,877	0,505	0,173	0,884	1,723	58,705
2013	10,111	13,242	23,667	1,365	4,943	2,020	0,245	0,536	2,252	58,394
2014	10,504	13,948	24,972	2,017	3,252	2,428	0,241	0,296	2,971	60,648
2015	11,891	14,290	28,575	1,595	1,521	2,569	0,212	0,362	3,380	64,410
2016	10,843	15,407	30,333	1,909	0,409	2,552	0,335	0,304	3,788	65,894
2017	10,505	13,762	31,323	1,111	2,019	2,379	0,291	0,734	3,334	65,471
2018	12,717	16,032	26,265	1,198	1,863	2,628	0,357	0,770	3,975	65,820
2019	12,191	16,093	28,810	0,932	2,185	2,333	0,425	0,753	4,385	68,115
2020	12,770	17,499	27,461	1,012	0,886	2,138	0,329	0,875	4,927	67,904
2021	12,927	16,500	28,250	1,250	1,800	2,050	0,385	0,800	4,394	68,362
2022	12,973	16,650	29,200	1,250	1,700	2,250	0,379	0,850	4,589	69,849

Валове виробництво зерна сої в Україні у 2023 році складало 4,778 млн. т з середньою врожайністю 2,6 т/га. Ранжування областей за середньою врожайністю показало істотне варіювання. Найнижчу врожайність сої отримували у Степу (Миколаївська, Херсонська, Одеська, Кіровоградська, Запорізька і Донецька обл.) – 1,5–2,0 т/га, в цій же зоні і відзначено мінімальні валові збори зерна сої. Найвищу середню врожайність отримано у Тернопільській (3,0 т/га) і Івано-Франківській (3,5 т/га) областях, всі інші області Лісостепової і Поліської зон характеризувалися врожайністю в межах 2,2–2,9 т/га. (рис. 5). У 2024 році середня врожайність сої в Україні становила 2,03 т/га. Натомість в США встановлений новий рекорд з урожайності сої 14,6 т/га у поточному році. Фермер зі штату Джорджія Алекс Харрелл за використання зрошення і сорту Pioneer P49Z02E з шириною міжряддя 75 см, густиною посіву 270 тис. росл./га зібрав рекордний урожай – 14,67 т/га [22].

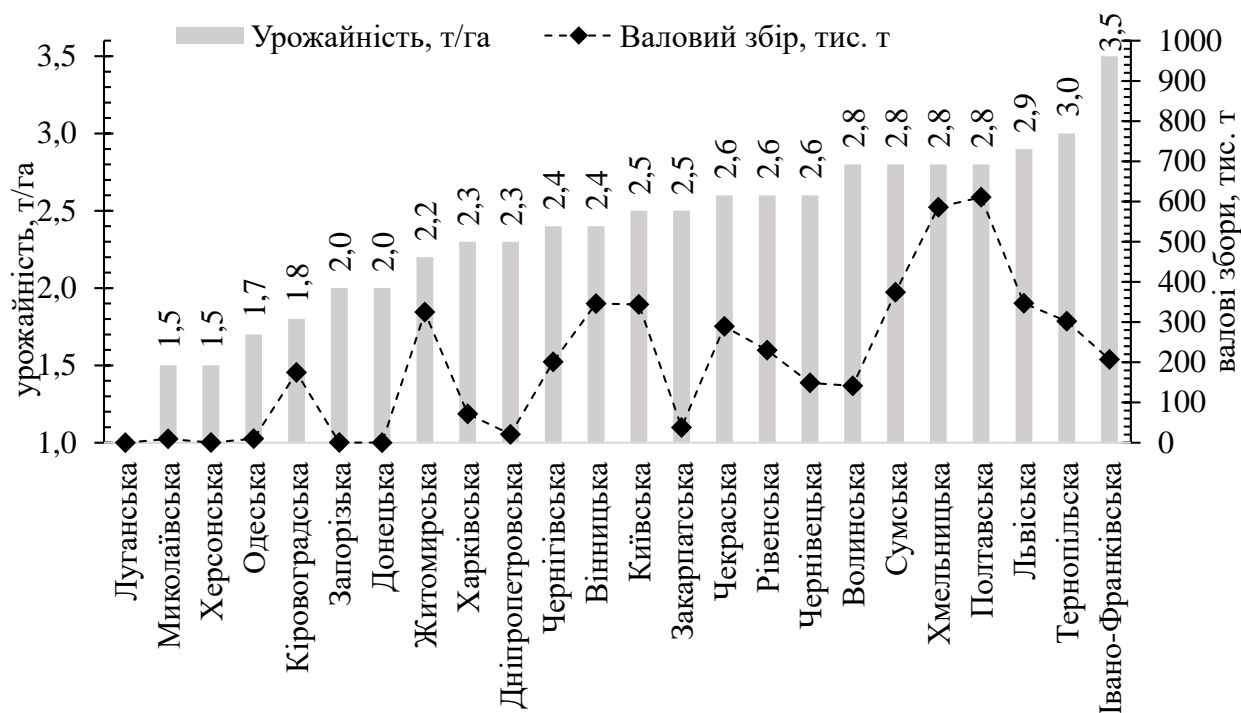


Рис. 5. Посівні площі та середня врожайність зерна сої в Україні у 2023 році
Примітка. Джерело [22]

Попередній показник становив 13,9 т/га. Тож українським виробникам є до чого прагнути! За валовими зборами зерна сої відзначилися Полтавська (13 %), Хмельницька (12 % або 586,0 тис. т), Сумська (8 % або 374,4 тис. т), Львівська, Вінницька, Київська, Житомирська по 7 %, усі інші – 6 % і менше.

Висновки. У результаті проведеного аналітичного огляду, досліджено світовий ринок сої, динаміку нарощування виробництва, продуктивності культури впродовж 50-ти років, та країн-лідерів з виробництва зерна сої за період 2006–2022 рр. Встановлено, що сортові ресурси сої культурної мають важливе значення у врожайності. Виявлено, що основним напрямом селекції сої культурної є створення та впровадження у виробництво врожайних і технологічних, ранньо- і середньостиглих сортів для реалізації біологічного потенціалу в усіх ґрунтово-кліматичних зонах України. Потенційний споживач, користуючись Державним реєстром сортів рослин, придатних для поширення в Україні може добирати сорти сої культурної за групою стиглості для різних зон вирощування та вмістом білка.

Література:

1. FAO Statistics. Statistical Yearbook: World Food and Agriculture. веб-сайт. Режим доступу: <https://www.fao.org/3/cb4477en/cb4477en.pdf>. (дата звернення 01.10.2024).
2. Statista. Режим доступу: <https://www.statista.com/statistics/263926/soybean-production-in-selectedcountries-since1980/>. (дата звернення 01.10.2024).
3. Hamza M., Basit A. W., Shehzadi I. et al. Global Impact of Soybean Production: A Review. *Asian Journal of Biochemistry, Genetics and Molecular Biology*. 2024. № 16(2). P. 12–20. <https://doi.org/10.9734/ajbgmb/2024/v16i2357>.

4. Agarwal D. K., Billore S. D., Sharma A. N. et al. Soybean: Introduction, Improvement, and Utilization in India – Problems and Prospects. *Agric Res.* 2013. № 2. P. 293–300. <https://doi.org/10.1007/s40003-013-0088-0>.
5. Agomoh I. V. Crop rotation enhances soybean yields and soil health indicators. *Soil Science Society of America Journal.* 2021. № 85(4). P. 1185–1195.
6. Alharbi K., Rashwan E., Hafez E., et al. Potassium Humate and Plant Growth-Promoting Microbes Jointly Mitigate Water Deficit Stress in Soybean Cultivated in Salt-Affected Soil. *Plants.* 2022. № 11(22). <https://doi.org/10.3390/plants11223016>.
7. Aulia R., Amanah H. Z., Lee H., et al. Protein and lipid content estimation in soybeans using Raman hyperspectral imaging. *Front Plant Sci.* 2023. № 4. P. 14. doi: 10.3389/fpls.2023.1167139.
8. Bouffleur T. R., Ciampi-Guillardi M., Tikami Í., et al. Soybean anthracnose caused by *Colletotrichum* species: Current status and future prospects. *Mol Plant Pathol.* 2021. № 22(4). P. 393–409. doi: 10.1111/mpp.13036.
9. Linnaeus C. Hortus Cliffortianus: plantas exhibens quas in hortis tam vivis quam siccis, Hartecampi in Hollandia, coluit Georgius Clifford reductis varietatibus ad species, speciebus ad genera, generibus ad classes, adjectis locis plantarum natalibus differentiisque specierum. *Cum tabulis aeneis Amstelaedami.* 2007. 502 p. doi:10.5962/bhl.title.690.
10. Campobenedetto C., Mannino G., Agliassa C., et al. Transcriptome Analyses and Antioxidant Activity Profiling Reveal the Role of a Lignin-Derived Biostimulant Seed Treatment in Enhancing Heat Stress Tolerance in Soybean. *Plants.* 2020. № 9(10). <https://doi.org/10.3390/plants9101308>.
11. Park Y. K., Kim J., Ryu M. S. et al. Review of physiological compounds and health benefits of soybean paste (doenjang): exploring its bioactive components. *J. Ethn. Food.* 2024. № 11. P. 30. <https://doi.org/10.1186/s42779-024-00244-4>.
12. Carciochi W. D., Rosso L. H. M., Secchi M. A. Soybean yield, biological N₂ fixation and seed composition responses to additional inoculation in the United States. *Sci Rep.* 2019. № 9. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56465-0>.
13. Cardarelli M. Seed treatments with microorganisms can have a biostimulant effect by influencing germination and seedling growth of crops. *Plants.* 2022. № 11(3). P. 259.
14. Chandel A., Mann R., Kaur J., et al. Implications of Seed Vault Storage Strategies for Conservation of Seed Bacterial Microbiomes. *Front Microbiol.* 2021. № 12. doi: 10.3389/fmicb.2021.784796.
15. Fagodiya R., Trivedi A., Fagodia B. Impact of weather parameters on Alternaria leaf spot of soybean incited by *Alternaria alternata*. *Scientific Reports.* 2022. № 12(1). doi: 10.1038/s41598-022-10108-z.
16. Foyer C. H., Siddique K. H. M., Tai A. P. K. Modelling predicts that soybean is poised to dominate crop production across Africa. *Plant, cell & environment.* 2019. № 42(1). P. 373–385.
17. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2023 рік. Режим доступу: <https://minagro.gov.ua/storage/app/uploads/public/66f/56d/ee2/66f56dee240b4833125321.xlsx> (станом на 26.09.2024).
18. Our World in Data. веб-сайт. Режим доступу: https://ourworldindata.org/grapher/soybeanproduction?tab=chart&country=UKR~OWID_EUR~CAN~BRA#sources-and-processing (дата звернення 01.10.2024).

19. Food and Agriculture Organization of the United Nations. веб-сайт. Режим доступа: <https://www.fao.org/common-pages/search/en/?q=Soybean> (дата звернення 01.10.2024).
20. SOPA. веб-сайт. Режим доступа: <https://www.sopa.org/statistics/> (дата звернення 01.10.2024).
21. Hungria M., Campo R. J., Mendes I. C. Contribution of biological nitrogen fixation to the N nutrition of grain crops in the tropics: the success of soybean (*Glycine max* L. Merr.) in South America. *Nitrogen nutrition and sustainable plant productivity*. Houston: Studium Press/LCC. 2006. P. 43–93.
22. Superagronom. Режим доступа: <https://superagronom.com/news/19398-v-ssha-vstanovleniy-noviy-rekord-z-urojajnosti-soyi-146-t-ga-v-2024-rotsi> (дата звернення 01.10.2024).

References:

1. FAO Statistics. Statistical Yearbook (2021). World Food and Agriculture. URL: <https://www.fao.org/3/cb4477en/cb4477en.pdf>. (Accessed 20/1/2022).
2. Statista (2022). URL: <https://www.statista.com/statistics/263926/soybean-production-in-selected-countries-since1980/> (Accessed 12/2/2022).
3. Hamza, M., Basit, A. W., Shehzadi, I., Tufail, U., Hassan, A., Hussain, T., Siddique, M. U., Hayat, H. M. (2024). Global Impact of Soybean Production: A Review. *Asian Journal of Biochemistry, Genetics and Molecular Biology*, no. 16(2), pp. 12–20. <https://doi.org/10.9734/ajbgmb/2024/v16i2357>.
4. Agarwal, D. K., Billore, S. D., Sharma, A. N. et al. (2013). Soybean: Introduction, Improvement, and Utilization in India—Problems and Prospects. *Agric Res.*, no. 2, pp. 293–300. <https://doi.org/10.1007/s40003-013-0088-0>.
5. Agomoh, I. V. (2021). Crop rotation enhances soybean yields and soil health indicators. *Soil Science Society of America Journal*, no. 85(4), pp. 1185–1195.
6. Alharbi, K., Rashwan, E., Hafez, E. et al (2022). Potassium Humate and Plant Growth-Promoting Microbes Jointly Mitigate Water Deficit Stress in Soybean Cultivated in Salt-Affected Soil. *Plants*, no. 11(22). <https://doi.org/10.3390/plants11223016>.
7. Aulia, R., Amanah, H. Z., Lee, H. (2023). Protein and lipid content estimation in soybeans using Raman hyperspectral imaging. *Front Plant Sci.*, no. 4. doi: 10.3389/fpls.2023.1167139.
8. Bouffleur, T. R., Ciampi-Guillardi, M., Tikami, Í., Rogério, F., Thon, M. R., Sukno, S. A., Massola Júnior, N. S., Baroncelli, R. (2021). Soybean anthracnose caused by *Colletotrichum* species: Current status and future prospects. *Mol Plant Pathol.*, no. 22(4), pp. 393–409. doi: 10.1111/mpp.13036.
9. Linnaeus, C. (2007). Hortus Cliffortianus: plantas exhibens quas in hortis tam vivis quam siccis, Hartecampi in Hollandia, coluit Georgius Clifford reductis varietatibus ad species, speciebus ad genera, generibus ad classes, adjectis locis plantarum natalibus differentiisque specierum. *Cum tabulis aeneis Amstelaedami*, 502 p. doi:10.5962/bhl.title.690.
10. Campobenedetto, C., Mannino, G., Agliassa, C., Acquadro, A., Contartese, V., Garabello, C., Bertea, C. M. (2020). Transcriptome Analyses and Antioxidant Activity Profiling Reveal the Role of a Lignin-Derived Biostimulant Seed Treatment in Enhancing Heat Stress Tolerance in Soybean. *Plants.*, no.9(10). <https://doi.org/10.3390/plants9101308>.

11. Park, Y. K., Kim, J., Ryu, M. S. (2024). Review of physiological compounds and health benefits of soybean paste (doenjang): exploring its bioactive components. *J. Ethn. Food*, no. 11. <https://doi.org/10.1186/s42779-024-00244-4>.
12. Carciochi, W. D., Rosso, L. H. M., Secchi, M. A. (2019). Soybean yield, biological N₂ fixation and seed composition responses to additional inoculation in the United States. *Sci Rep*, no. 9. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56465-0>.
13. Cardarelli, M. (2022). Seed treatments with microorganisms can have a biostimulant effect by influencing germination and seedling growth of crops. *Plants*, no. 11(3), pp. 259.
14. Chandel, A., Mann, R., Kaur, J., Norton, S., Edwards, J., Spangenberg, G., Sawbridge, T. (2021). Implications of Seed Vault Storage Strategies for Conservation of Seed Bacterial Microbiomes. *Front Microbiol.*, no 12. doi: 10.3389/fmicb.2021.784796.
15. Fagodiya, R., Trivedi, A., Fagodia, B. (2022). Impact of weather parameters on Alternaria leaf spot of soybean incited by Alternaria alternata. *Scientific Reports*, no. 12(1). doi: 10.1038/s41598-022-10108-z.
16. Foyer, C. H., Siddique, K. H. M., Tai, A. P. K. (2019). Modelling predicts that soybean is poised to dominate crop production across Africa. *Plant, cell & environment*, no. 42(1), pp. 373–385.
17. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2023 рік URL: <https://minagro.gov.ua/storage/app/uploads/public/66f/56d/ee2/66f56dee240b4833125321.xlsx>. [in Ukrainian].
18. Our World in Data. URL: https://ourworldindata.org/grapher/soybeanproduction?tab=chart&country=UKR~OWID_EUR~CAN~BRA#sources-and-processing.
19. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://www.fao.org/common-pages/search/en/?q=Soybean>.
20. SOPA. URL: <https://www.sopa.org/statistics/>.
21. Hungria, M., Campo, R. J., Mendes, I. C. (2006). Contribution of biological nitrogen fixation to the N nutrition of grain crops in the tropics: the success of soybean (*Glycine max* L. Merr.) in South America. *Nitrogen nutrition and sustainable plant productivity*. Houston: Studium Press/LCC, pp. 43–93.
22. Superagronom. URL: <https://superagronom.com/news/19398-v-sshavstanovleniy-noviy-rekord-z-urojaynosti-soyi-146-t-ga-v-2024-rotsi>. [in Ukrainian].

Annotation

Krykun S. P.

Global production *Glycine max* (L.) Merr.: thematic review

Currently, providing the population of the world and, in particular, Ukraine, with protein for the processing and animal husbandry industries is an important issue that needs an urgent solution. The basic component of any crop cultivation technology is a variety or hybrid. Sustainable and effective development of the field of crop production can only take place through the introduction of high-yielding and technological varieties, together with the improvement of adaptive technologies of soybean production in the conditions of an adaptive-landscape economic system of agriculture. Varietal resources are a priority direction of the state, which are the result of the intellectual activity of scientists and institutions. The assortment of soybeans in Ukraine is large – 339 varieties of different origins, groups of ripeness and quality. However, the share of varieties of Ukrainian

selection is significant – 135 varieties or 40 %, which confirms the effectiveness of the selection work of Ukrainian breeders. For effective management in the industry, the author conducted an analytical review of the history of the use and expansion of soybean production on a global scale. As a result of the analytical review, it was established that over the period since 1961, thanks to breeding and technological development, the productivity of soybeans on average in the world has increased by 2.3 times, the global sown area – by 5.6 times, and the gross harvest of grain by almost 13 times . In Ukraine, since 1992, soybean productivity has increased by 2.9 times, the sown area by almost 15 times, and the gross harvest by 44 times. The world leaders in soybean production are the USA, Brazil, and Argentina, whose total production is 81.56 % of the global production. At the same time, the share of the United States is 33.36 % or 92.6 million tons, for which only 6 % of the country's arable land is allocated.

Key words: soybean, Register of varieties, maturity group, productivity, crop area.

УДК: 634.11:631.542.1:631.542.2

DOI: 10.32782/2415-8240-2024-105-1-137-145

FORMATION OF THE LEAF APPARATUS OF APPLE TREES DEPENDING ON THE SHAPE OF THE CROWN AND THE TIME OF PRUNING

A. M. CHAPLOUTSKYI, *candidate of agricultural sciences*

P. A. HOLOVATYI, *candidate of agricultural sciences*

R. M. BUTSYK, *candidate of agricultural sciences*

Uman National University of Horticulture

Проаналізовано вплив різних строків обрізування та форм крони на показники листкової пластинки, кількості листків та загальної площі листкової поверхні дерев сортів яблунь Хоней Крісп і Фуджі. Встановлено, що найбільша площа листків спостерігалася у дерев сорту Хоней Крісп, з максимальним значенням 31,4 см² при формуванні крони "французька вісь" за двократного обрізування. Формування крони французька вісь та значне зменшення її габаритів, призвело до зменшення на 20 % кількості листків порівняно з кроною балерина та на 17 % стрункому веретену (вплив фактора 40,9 %). Загальна площа листкової поверхні суттєво переважала у дерев сорту Хоней Крісп у порівнянні з сортом Фуджі на 26 %. Обрізування досліджуваних дерев взимку та повторно влітку сприяло зменшенню кількості листків на деревах на 8 % та на 4 % загальної площі листової поверхні.

Ключові слова: яблуня, форма крони, обрізування, листок, строк обрізування.

State of the problem. The apple tree is one of the most popular fruit crops in the world. Its ability to adapt allows apples to be grown in different climatic conditions – from temperate to subtropical zones. This tree produces fruits that are valued for their