

Вплив ґрунтово-кліматичних умов на формування господарсько-цінних характеристик сортів сої культурної [*Glycine max* (L.) Merril]

Л. В. Король*, О. В. Топчій, І. О. Діхтяр,
О. В. Піскова, А. П. Іваницька, Н. П. Щербиніна

Український інститут експертизи сортів рослин, вул. Генерала Родимцева, 15, м. Київ, 03041, Україна,
*e-mail: larysa_korol@ukr.net

Мета. Провести кластеризацію сортів сої, придатних для вирощування в різних агрокліматичних регіонах України, за ознакою врожайності та виявити вплив на їхні господарсько-цінні характеристики ґрунтово-кліматичних умов Степу, Лісостепу та Полісся з метою надання рекомендацій виробникам щодо добору сортименту для господарств. **Методи.** У процесі досліджень використовували лабораторний, розрахунковий і статистичний методи. **Результати.** Найвищий уміст олії отримано 2019 р. в степовій зоні у насінні таких сортів, як 'ES COMPOSITOR' (25,8%), 'Чураївна' (25,7%), 'Atacama' (25,7%) й 'Acardia' (25,3%); в поліській – 'ES COMPOSITOR' (24,7%) й 'Acardia' (24,2%). Найбільше «сирого протеїну» одержано у 2020 р. в Лісостепу, зокрема максимальними значеннями характеризувався сорт 'ES BACHELOR' – 45,3%. Незалежно від впливу факторів високі показники врожайності забезпечили 'Atacama' (2,4–3,4 т/га), 'Acardia' (2,5–3,2 т/га), 'ES COMPOSITOR' (2,4–3,5 т/га) та 'ES CHANCELLOR' (2,5–2,9 т/га); низькі – 'Чураївна' (2,3–2,7 т/га), 'ES BACHELOR' (2,2–2,7 т/га). Урожайність 'Adessa', 'RGT SPHINXA' (по 2,7–3,0 т/га) й 'SOLENA' (2,7–3,2 т/га) залежала від погодних умов року. В зоні Степу за показниками врожайності виділено три кластери: перший – сорти 'Atacama', 'ES COMPOSITOR' і 'Чураївна', другий – 'Adessa', 'RGT SPHINXA' й 'ES BACHELOR', третій – 'Acardia' та 'ES CHANCELLOR'; у Лісостепу – чотири: перший – 'Adessa', 'RGT SPHINXA' й 'ES CHANCELLOR', другий – 'Чураївна' та 'ES BACHELOR', третій – 'Acardia' й 'SOLENA', четвертий – 'Atacama' та 'ES COMPOSITOR'; на Поліссі – два кластери: перший – 'RGT SPHINXA', 'ES COMPOSITOR' та 'ES CHANCELLOR', другий – 'Acardia' й 'Angelica'. **Висновки.** Для вирощування в одному господарстві необхідно обирати сорти, що за результатами аналізу опинилися в різних кластерах. А тих, які перебувають в одному, навпаки, уникати, адже вони приблизно однаково реагують на умови вирощування, тому й на дію несприятливих факторів середовища можуть зреагувати аналогічно.

Ключові слова: соя; врожайність; «сирий протеїн»; уміст олії; збір білка; збір олії.

Вступ

Бобові – важлива частина раціону в більшості регіонів світу завдяки високому вмісту в них макро- та мікроелементів, здатності адаптуватися до умов вирощування й низьким витратам на їх виробництво. Найбільш культивованою серед представників цієї родини за останні три десятиліття є соя [1]. Через високу продуктивність, універсальність використання, збалансованість білка за амінокислотним складом і його функціональну активність [1–3] вона поси-

дає перше місце у світовій піраміді рослинного білка як за площами посіву, так і за валовим збором зерна серед однорічних зернобобових та олійних культур [5–9].

З появою нових високопродуктивних сортів сої розширився не лише ареал її вирощування, але й підвищилася врожайність. Значення сорту особливо зросло в умовах глобального потепління, коли температурні коливання спричиняють стресовий стан рослин, зниження їхньої продуктивності та погіршення якості продукції [9–12]. Періодичне уточнення оптимумів кількості вологи й тепла також є актуальним через зміну метеорологічних умов [13–15]. Створення та впровадження нових пристосованих до певної ґрунтово-кліматичної зони сортів сої і комплексний науковий підхід до їх добору дають змогу підвищити врожайність, стабілізувати виробництво, а також змінити біохімічний склад насіння [16–19]. Кожен сорт характеризується певними показниками врожайності та біохімічною й технологічною якістю товарної продукції.

Димитров В. Г. у своїх дослідженнях [20] стверджує, що використання у виробництві

Larysa Korol

<https://orcid.org/0000-0003-1414-0015>

Oksana Topchii

<https://orcid.org/0000-0003-2797-2566>

Iryna Dikhtiar (Sihalova)

<https://orcid.org/0000-0001-7736-6121>

Oksana Piskova

<https://orcid.org/0000-0003-3650-2101>

Alla Ivanytska

<https://orcid.org/0000-0003-3987-4728>

Nataliia Shcherbynina

<https://orcid.org/0000-0003-1599-061X>

сортів сої одного власника часто призводить до того, що вони однаково реагують на умови вирощування, а тому замість зменшення ризиків і гарантії стабільного валового збору врожайність залишається низькою. Це може бути спричинено адаптаційними та генетичними змінами. Останні полягають у тому, що в процесі селекції часто використовують одні й ті самі компоненти, тому одержаний сорт може відрізнятись від інших з установи оригінатора за зовнішніми ознаками, втім мати аналогічну їхній реакцію на зміну погодних умов і факторів технології.

Завдяки новим методам аналізу, використовуваним у процесі комплексного оцінювання сучасних сортів сої, можливо обробляти великі масиви даних і приймати рішення на основі евристичних алгоритмів розрахунку.

Мета досліджень – провести кластеризацію сортів сої, придатних для вирощування в різних агрокліматичних регіонах України, за ознакою врожайності та виявити вплив на їхні господарсько-цінні характеристики ґрунтово-кліматичних умов Степу, Лісостепу та Полісся з метою надання рекомендацій виробникам щодо добору сортів для господарств.

Матеріали та методика досліджень

Експериментальні дослідження виконували протягом 2019–2020 рр. на дослідних полях філій Українського інституту експертизи сортів рослин (Лісостеп – Вінницька, Сумська, Чернівецька; Полісся – Івано-Франківська, Львівська, Рівненська; Степ – Дніпропетровська, Кіровоградська, Луганська філії) відповідно до Методики проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні (загальна частина) [21].

Матеріалом слугували 10 сортів сої різного еколого-географічного походження ('Angelica', 'Atacama', 'Acardia', 'Adessa' – Австрія; 'Чураївна' – Україна; 'SOLENA', 'RGT SPHINXA', 'ES COMPOSITOR', 'ES CHANCELLOR', 'ES BACHELOR' – Франція), внесених до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні.

Уміст сирого протеїну та олії в насінні визначали експрес-методом за допомогою інфрачервоного аналізатора Infratek 1241 (FOSS, Данія) на базі лабораторії показників якості сортів рослин УІЕСР. Лабораторні дослідження здійснювали відповідно до Методики проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва [22].

Збір олії та білка з гектара встановлювали за формулами:

$$A_o = Y \times K \times Ж;$$

$$A_b = Y \times K \times СП,$$

де A_o – збір олії; A_b – збір білка; Y – врожайність (т/га) за стандартної вологості; K – коефіцієнт сухої речовини; $Ж$ – частка жиру в насінні, %; $СП$ – уміст «сирого протеїну» в насінні, %.

Для оцінювання гідротермічних умов років досліджень застосовували гідротермічний коефіцієнт (ГТК) [23], розраховуваний за формулою:

$$ГТК = \Sigma R \times 10 / \Sigma T,$$

де ΣR – сума опадів за період з температурою понад 10 °C; ΣT – сума температур понад 10 °C за відповідний період.

Якщо значення ГТК становить до 0,4 – гостро посушливий; 0,41–0,70 – дуже посушливий; 0,71–1,00 – посушливий; 1,01–1,30 – слабо посушливий; 1,31–1,60 – оптимальний; > 1,6 – перезволожений.

Ефективність використання теплових ресурсів оцінювали за температурним індексом (T_i) [24, 25], послуговуючись формулою:

$$T_i = \Sigma T \text{ °C} / Y,$$

де $\Sigma T \text{ °C}$ – сума температур за період вегетації, °C; Y – урожайність, т/га.

Для характеристики умов вирощування обчислено індекс умов середовища (I_j) [26]:

$$I_j = (\Sigma Y_{ij} / v) - (\Sigma \Sigma Y_{ij} / vn),$$

де ΣY_{ij} – сума врожайності всіх сортів за j -рік; $\Sigma \Sigma Y_{ij}$ – сума врожайності всіх сортів за всі роки; v – кількість сортів; n – кількість років.

Статистичну обробку отриманих даних здійснювали за допомогою комп'ютерної програми Statistica [27, 28].

Під час дослідження використовували один зі статистичних методів групування даних урожайності, а саме: кластерний аналіз (*англ.* Data clustering), суть якого полягає у встановленні оптимального значення функції способом збору інформації про вибірку об'єктів та подальшого впорядкування їх у порівняно однорідні групи (кластери), які характеризуються загальною властивістю і суттєво відрізняються одна від одної [20, 29–31]. Це дає змогу оцінити сорти за показниками врожайності, поділити їх на групи за максимальною подібністю в межах кожного з кластерів і, як наслідок, уникнути недобору врожаю.

Результати досліджень

Ґрунтово-кліматичні умови років досліджень були типовими для Лісостепу, Полісся та Степу України й дали змогу всебічно та

об'єктивно оцінити сорти сої за формуванням комплексу господарсько-цінних ознак.

Для комплексної оцінки умов зволоження впродовж 2019–2020 рр. та визначення впливу факторів середовища на продуктивність, уміст сирого протеїну й олії в сої обчислювали гідротермічний коефіцієнт (ГТК).

Це інтегральний показник гідротермічного режиму, який враховує тепло й вологу і є відношенням суми опадів (за період із температурами повітря вище за 10 °С) до суми температур повітря (показника, що характеризує кількість тепла в певній місцевості за певний період) понад 10 °С (табл. 1) [23].

Таблиця 1

Гідротермічні умови вегетаційного періоду сої впродовж 2019–2020 рр. у різних ґрунтово-кліматичних зонах

Роки	Зона вирощування	Кількість опадів, мм	Сума температур > 10 °С	Гідротермічний коефіцієнт	Умови вегетаційного періоду
2019	Степ	178,8	3058,7	0,6	дуже посушливий
	Лісостеп	283,0	2843,6	1,1	слабко посушливий
	Полісся	406,6	2692,2	1,7	перезволожений
2020	Степ	212,1	3031,6	0,8	посушливий
	Лісостеп	361,3	2776,4	1,5	оптимальний
	Полісся	523,7	2581,1	2,2	перезволожений

Примітка. Значення ГТК до 0,4 – гостро посушливий; 0,41–0,70 – дуже посушливий; 0,71–1,00 – посушливий; 1,01–1,30 – слабо посушливий; 1,31–1,60 – оптимальний; > 1,6 – перезволожений.

У всі роки проведення досліджень сума активних температур понад 10 °С перебувала в межах норми і задовольняла потреби доволі теплолюбної сої. Зокрема, 2692,2–3058,7 °С у 2019 р. та 2581,1–3031,6 °С у 2020 р. Сума ефективних температур за період вегетації для ранньостиглих сортів сої культурної – 1700–2000 °С, для середньо-пізніх – 2000–3300 °С.

Культури, які висівають у весняні строки, формують найкращий урожай, якщо ГТК = 1,0–1,6. Показники поза нормою спричиняють пригнічення рослин: нижчі (0,6 і менше) – через посуху; вищі (більше ніж 1,6) – через перезволоження. Період вегетації у степовій зоні був дуже посушливим (0,6) та

посушливим (0,8) у 2019 та 2020 рр. відповідно; лісостеповій – слабо посушливим (1,1) та оптимальним (1,5). Найбільше атмосферної вологи (406,6 і 523,7 мм у 2019 та 2020 рр. відповідно) випало на Поліссі, найменше (178,8 мм у 2019 р.) – у Степу. Отже, середньодобова температура повітря та кількість опадів протягом вегетаційного періоду були визначальними для встановлення загального ГТК у процесі вирощування сої.

Розрахувавши показник температурного індексу, який відображає витрати теплових ресурсів на створення одиниці продукції, вдалося виявити його залежність від вологозабезпеченості року та продуктивності рослин (табл. 2).

Таблиця 2

Температурний індекс (Ті) у процесі вирощування сортів сої в різних ґрунтово-кліматичних зонах

Сорт	Степ		Лісостеп		Полісся	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020
'Angelica'	1799,2	1378,0	917,3	957,4	1035,5	860,4
'Atacama'	1329,9	1263,2	836,4	841,3	997,1	1032,4
'Acardia'	1223,5	1212,6	947,9	841,3	961,5	860,4
'Чураївна'	1329,9	1318,1	1093,7	991,6	1223,7	921,8
'Adessa'	1329,9	1443,6	980,6	925,5	897,4	806,6
'SOLENA'	1456,5	1378,0	980,6	816,6	1170,5	832,6
'RGT SPHINXA'	1223,5	1443,6	947,9	925,5	1121,8	759,1
'ES COMPOSITOR'	1329,9	1263,2	836,4	793,3	1170,5	782,2
'ES CHANCELLOR'	1223,5	1263,2	1015,6	925,5	1121,8	759,1
'ES BACHELOR'	1274,5	1515,8	1053,2	1028,3	1282,0	832,6

2019–2020 рр. характеризувалися дуже несприятливими погодними умовами в період росту та розвитку рослин, а тому й високими витратами теплових ресурсів на тону

насіння сої. Особливо в зоні Степу, де Ті = 1212,6–1799,2.

Найвища врожайність (3,0–3,5 т/га) формувалася у зволожені роки, найнижча

(1,7 т/га) – в посушливі. Схожу тенденцію спостерігали й щодо оцінки показника температурного індексу. Так, у вологі роки (2020-й у зонах Лісостепу та Полісся) Ті коливався в межах 759,1–1032,4 (найоптимальніше використання теплових ресурсів), а в сухі (2019 та 2020 рр. у зоні Степу) мав значення 1223,5–1799,2 та 1212,6–1515,8. Реалізація генетичного потенціалу сорту в господарсько-цінній частині врожаю значною мірою залежить від умов вирощування,

погодних факторів і певних сортових особливостей.

Про якість і цінність отриманої продукції свідчать такі показники, як уміст «сирого протеїну» та олії в насінні [19, 32].

Рослинний білок, який на 90% міститься у водорозчинних фракціях насіння сої, за набором амінокислот дуже подібний до тваринного [4, 29]. Залежно від ґрунтово-кліматичної зони та років дослідження його вміст у середньому варіювався від 33,2 до 41,9% (табл. 3).

Таблиця 3

Біохімічні показники насіння сортів сої, які вирощували в різних ґрунтово-кліматичних зонах

Сорт	Уміст «сирого протеїну», %						Уміст олії, %					
	Степ		Лісостеп		Полісся		Степ		Лісостеп		Полісся	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
'Angelica'	32,6	40,1	39,6	42,6	36,3	39,0	25,2	21,7	21,1	20,6	22,9	21,8
'Atacama'	31,3	39,4	38,7	41,8	36,7	39,6	25,7	22,4	22,2	20,9	23,3	22,1
'Acardia'	32,6	37,8	36,4	40,1	33,2	36,3	25,3	22,6	22,5	20,9	24,2	23,0
'Чураївна'	31,7	38,8	39,0	40,9	36,3	38,7	25,7	22,0	22,0	20,8	23,3	21,7
'Adessa'	35,7	39,3	37,4	41,2	36,9	38,3	23,5	21,8	23,0	20,8	23,2	22,6
'SOLENA'	32,7	39,7	39,8	41,9	35,2	39,0	25,3	22,0	21,8	20,7	23,8	21,8
'RGT SPHINXA'	34,3	40,8	40,9	42,7	38,3	41,4	24,6	22,1	21,5	20,3	22,3	19,9
'ES COMPOSITOR'	32,5	39,3	38,4	41,3	35,4	37,6	25,8	22,1	23,2	21,2	24,7	23,3
'ES CHANCELLOR'	33,0	38,8	38,8	40,7	35,5	36,9	25,1	22,2	21,9	21,0	23,5	22,6
'ES BACHELOR'	35,6	41,4	43,3	45,3	40,5	42,0	21,5	21,2	19,4	18,3	19,9	19,7
$\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$	33,2 ± 0,50	39,5 ± 0,35	39,2 ± 0,63	41,9 ± 0,49	36,4 ± 0,65	38,9 ± 0,60	24,8 ± 0,44	22,0 ± 0,13	21,9 ± 0,36	20,6 ± 0,28	23,1 ± 0,44	21,9 ± 0,40
НІР _{0,05}	1,53	1,05	1,92	1,48	1,97	1,82	1,35	0,39	1,09	0,84	1,32	1,22

Найвищі значення кількості сирого протеїну отримали 2020 року в Лісостепу (45,3; 42,7 та 42,6% в 'ES BACHELOR', 'RGT SPHINXA' та 'Angelica' відповідно). Непогані результати у степовій та поліській зонах продемонстрував у 2020 р. 'RGT SPHINXA' – 40,8 та 41,4%. Загалом найвищим умістом білка впродовж дослідження відзначився 'ES BACHELOR' – від 35,6 до 45,3% залежно від зони вирощування. Інші сорти мали дещо нижчі показники – 31,3–42,7%.

Реалізація потенціалу вмісту олії в насінні значною мірою обмежується агрометеорологічними умовами, в яких вирощують сорти сої. Максимальним накопиченням цієї речовини характеризувалися 'ES COMPOSITOR', 'Чураївна', 'Atacama' та 'Acardia' (25,8; 25,7; 25,7 та 25,3% відповідно) у 2019 р. в зоні Степу. На Поліссі того ж року найбільшою її кількістю відзначилися 'ES COMPOSITOR' та 'Acardia' – 24,7 та 24,2%. Середній уміст олії впродовж проведення досліджень варіювався від 20,6 до 24,8%.

Збір білка та олії з одиниці площі визначають за показниками їх вмісту в рослині, а також врожайності. Так, найурожайніші

сорти забезпечили найбільші збори олії з одиниці площі (табл. 4).

Ці інтегральні показники цікаві з погляду ефективності технологій вирощування культури та забезпечення харчової промисловості, у якій переважно використовують товарну частину врожаю сої, сировиною для переробки.

Максимальний збір білка відзначено 2020 року в Лісостепу ('ES COMPOSITOR' – 1,24 т/га; 'SOLENA' – 1,23; 'Atacama' – 1,19; 'Acardia' – 1,14 т/га) та на Поліссі ('RGT SPHINXA' – 1,21 т/га; 'ES BACHELOR' – 1,12 т/га), що зумовлено найвищою врожайністю цих зон під час дослідження.

Найбільшими зборами олії у 2019 р. характеризувалася лісостепова зона ('Atacama' – 0,65 т/га; 'ES COMPOSITOR' – 0,68 т/га). 2020 року максимальний збір відзначено в Лісостепу ('SOLENA' – 0,61 т/га; 'ES COMPOSITOR' – 0,64 т/га) та на Поліссі ('Adessa' – 0,62 т/га; 'ES CHANCELLOR' – 0,66; 'ES COMPOSITOR' – 0,66 т/га).

Процес формування врожаю сої, як і всіх зернобобових, більш складний, ніж в інших культур. Це пов'язано насамперед зі складнішим регулюванням кількості продуктивних стебел і значною залежніс-

Збір білка та олії для різних сортів сої залежно від ґрунтово-кліматичних зон

Сорт	Збір білка, т/га						Збір олії, т/га					
	Степ		Лісостеп		Полісся		Степ		Лісостеп		Полісся	
	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020	2019	2020
'Angelica'	0,48	0,76	1,06	1,06	0,81	1,01	0,37	0,41	0,56	0,51	0,51	0,56
'Atacama'	0,62	0,81	1,13	1,19	0,85	0,85	0,51	0,46	0,65	0,59	0,54	0,48
'Acardia'	0,70	0,81	0,94	1,14	0,80	0,94	0,54	0,49	0,58	0,59	0,58	0,59
'Чураївна'	0,63	0,77	0,87	0,98	0,69	0,93	0,51	0,44	0,49	0,50	0,44	0,52
'Adessa'	0,71	0,71	0,93	1,06	0,95	1,05	0,46	0,39	0,57	0,54	0,60	0,62
'SOLENA'	0,59	0,75	0,99	1,23	0,70	1,04	0,46	0,42	0,54	0,61	0,47	0,58
'RGT SPHINXA'	0,74	0,74	1,06	1,10	0,79	1,21	0,53	0,40	0,55	0,52	0,46	0,58
'ES COMPOSITOR'	0,64	0,81	1,12	1,24	0,70	1,07	0,51	0,46	0,68	0,64	0,49	0,66
'ES CHANCELLOR'	0,71	0,80	0,93	1,05	0,73	1,08	0,54	0,46	0,53	0,54	0,49	0,66
'ES BACHELOR'	0,73	0,71	1,01	1,05	0,73	1,12	0,44	0,36	0,45	0,42	0,36	0,53
$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	0,66 ± 0,03	0,77 ± 0,01	1,00 ± 0,03	1,11 ± 0,03	0,78 ± 0,03	1,03 ± 0,03	0,49 ± 0,02	43,0 ± 0,01	0,56 ± 0,02	0,55 ± 0,02	0,49 ± 0,02	0,58 ± 0,02
HIP _{0,05}	0,08	0,04	0,09	0,09	0,08	0,10	0,05	0,04	0,07	0,06	0,07	0,06

тую їхнього розвитку від метеорологічних чинників. Погодні умови вегетаційного періоду сої відповідали тенденціям останніх років, тобто характеризувалися зменшенням кількості опадів і підвищенням температури повітря. Так, 2020 р., порівнюючи з 2019-м, попри незначні відхи-

лення від середньобогаторічних даних був більш сприятливим для формування високої продуктивності. Особливо в Лісостепу та на Поліссі, де індекс умов залежності від зони вирощування становив 0,055 і 0,3 у 2020-му проти -0,055 і -0,3 у 2019 році (табл. 5).

Таблиця 5

Показники врожайності досліджуваних сортів сої в різних ґрунтово-кліматичних зонах

Сорт	Урожайність, т/га								
	Степ		Середнє	Лісостеп		Середнє	Полісся		Середнє
	2019	2020		2019	2020		2019	2020	
'Angelica'	1,7	2,2	2,0	3,1	2,9	3,0	2,6	3,0	2,6
'Atacama'	2,3	2,4	2,4	3,4	3,3	3,4	2,7	2,5	2,8
'Acardia'	2,5	2,5	2,5	3,0	3,3	3,2	2,8	3,0	2,8
'Чураївна'	2,3	2,3	2,3	2,6	2,8	2,7	2,2	2,8	2,5
'Adessa'	2,3	2,1	2,2	2,9	3,0	3,0	3,0	3,2	2,7
'SOLENA'	2,1	2,2	2,2	2,9	3,4	3,2	2,3	3,1	2,7
'RGT SPHINXA'	2,5	2,1	2,3	3,0	3,0	3,0	2,4	3,4	2,7
'ES COMPOSITOR'	2,3	2,4	2,4	3,4	3,5	3,5	2,3	3,3	2,9
'ES CHANCELLOR'	2,5	2,4	2,5	2,8	3,0	2,9	2,4	3,4	2,7
'ES BACHELOR'	2,4	2,0	2,2	2,7	2,7	2,7	2,1	3,1	2,5
$\bar{X} \pm S_{\bar{X}}$	2,29 ± 0,08	2,26 ± 0,5	-	2,98 ± 0,09	3,09 ± 0,09	-	2,48 ± 0,10	3,08 ± 0,09	-
Індекс умов середовища (Ij)	0,015	-0,015	-	-0,055	0,055	-	-0,3	0,3	-
HIP _{0,05}		0,17	0,16	0,27	0,27	0,27	0,29	0,29	0,13

Урожайність насіння сої в середньому становила 2,26–3,08 т/га. Її варіювання залежно від зони вирощування та років випробування було в межах 1,7–3,5 т/га. Найнижчий середній урожай отримано у Степу (2,29 та 2,26 т/га у 2019 та 2020 рр. відповідно), найвищий – у Лісостепу та на Поліссі (3,09 та 3,08 т/га у 2020 р.), коли погодні умови наближалися до кліматичної норми.

Сорти 'Atacama' (2,4–3,4 т/га), 'Acardia' (2,5–3,2 т/га), 'ES COMPOSITOR' (2,4–3,5 т/га) та 'ES CHANCELLOR' (2,5–2,9 т/га)

формували високі врожаї за будь-яких погодних умов у кожній ґрунтово-кліматичній зоні. Вірогідно низькою врожайністю відзначилися 'Чураївна' (2,3–2,7 т/га) та 'ES BACHELOR' (2,2–2,7 т/га). Результати 'Adessa', 'RGT SPHINXA' (2,7–3,0 т/га) та 'SOLENA' (2,7–3,2 т/га) залежали від метеорологічних чинників і були найкращими в Лісостепу та на Поліссі – зонах із відносно високою середньою врожайністю.

Доступний агрозахід, який полягає у правильному виборі сорту, – це один із ви-

рішальних чинників для одержання максимального врожаю та зниження негативного впливу на нього факторів зовнішнього середовища, що найбільшою мірою забезпечує пластичність культури до конкретних умов вирощування. Тому в процесі виробництва необхідно вирощувати два-три сорти, які різняться за тривалістю вегетаційного періоду, стійкістю проти хвороб, шкідників і несприятливих чинників довкілля (зниження температури, посуха тощо). Соя відрізняється вузьким екологічним пристосуванням, тому технологія вирощування цієї культури повинна ґрунтуватися на кращих, найбільш адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов зони високопродуктивних районів і перспективних сортах [18, 19].

Для надання рекомендацій виробникам щодо добору здійснено кластеризацію сортів за ознакою врожайності. Це дало змогу впорядкувати великий обсяг різноманітної інформації та оцінити вплив факторів на господарсько-цінні характеристики сої. Під час аналізу використовували комп'ютерну програму Statistica [27, 28]. Об'єкти з одного кластера споріднені між собою та відрізняються від об'єктів з інших. Групування сортів у кластери здійснювали за допомогою методу «поодиноких зв'язків» у межах кожної ґрунтово-кліматичної зони. Результати ієрархічної класифікації за 2019–2020 рр. зображено на філогенетичному дереві (рис. 1–3).

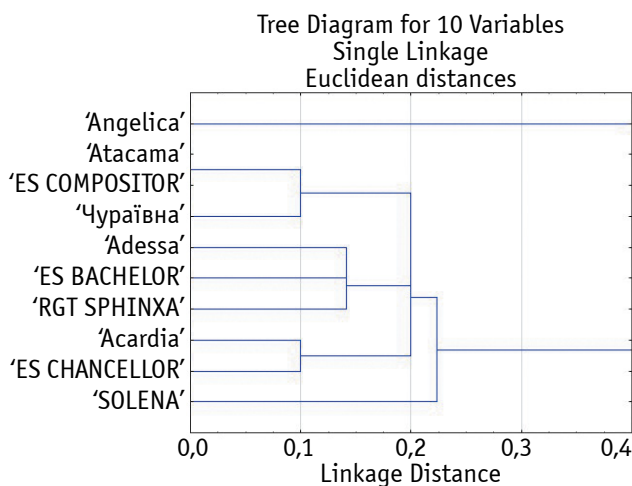


Рис. 1. Графічне представлення результатів кластерного аналізу за показниками врожайності для зони Степу (середнє за 2019–2020 рр.)

У зоні Степу за показниками врожайності виділено три кластери: перший – сорти 'Atacama', 'ES COMPOSITOR' і 'Чураївна'; другий – 'Adessa', 'RGT SPHINXA' та 'ES

BACHELOR'; третій – 'Acardia' та 'ES CHANCELLOR'. Сорт 'Angelica' найбільш віддалений від інших, що свідчить про його відмінність. Всі сорти з різних кластерів належать до різних установ-оригінаторів.

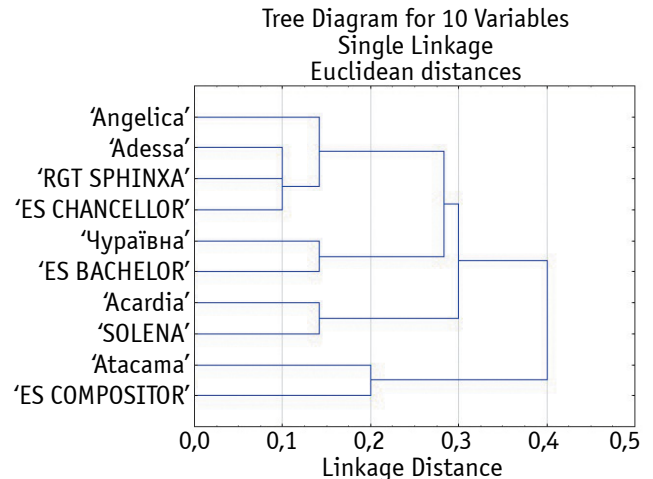


Рис. 2. Графічне представлення результатів кластерного аналізу за показниками врожайності для зони Лісостепу (середнє за 2019–2020 рр.)

У Лісостепу виокремлено чотири кластери: перший – 'Adessa', 'RGT SPHINXA' та 'ES CHANCELLOR'; другий – 'Чураївна' та 'ES BACHELOR'; третій – 'Acardia' й 'SOLENA'; четвертий – 'Atacama' та 'ES COMPOSITOR' (найвіддаленіший від інших, що підтверджує його відмінність). Сорт 'Angelica' міститься у прилеглому кластері – це свідчить про його наближеність до 'Adessa', 'RGT SPHINXA' та 'ES CHANCELLOR'. Відмінні сорти, які перебували в різних кластерах, різнилися за показниками врожайності.

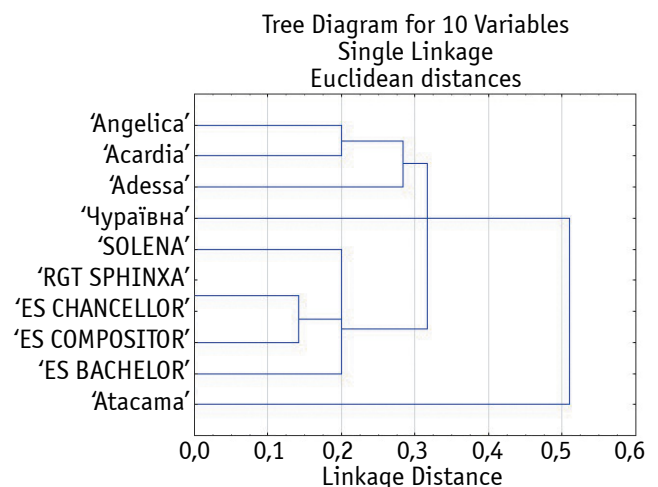


Рис. 3. Графічне представлення результатів кластерного аналізу за показниками врожайності для зони Полісся (середнє за 2019–2020 рр.)

На Поліссі перший кластер сформували ‘RGT SPHINXA’, ‘ES COMPOSITOR’ та ‘ES CHANCELLOR’; другий – ‘Acardia’ й ‘Angelica’.

Сорти з одного кластера приблизно однаково реагують на умови вирощування та дію несприятливих факторів і мають доволі подібні закономірності у формуванні врожаю. Тому їх не рекомендовано вирощувати в межах одного господарства.

Висновки

За результатами експериментальних досліджень із визначення господарсько-цінних характеристик сортів сої культурної у різних ґрунтово-кліматичних умовах можна зробити такі висновки.

Сорти ‘Atacama’ (2,4–3,4 т/га), ‘Acardia’ (2,5–3,2 т/га), ‘ES COMPOSITOR’ (2,4–3,5 т/га) та ‘ES CHANCELLOR’ (2,5–2,9 т/га) формували високі врожаї за будь-яких погодних умов у кожній ґрунтово-кліматичній зоні. Вірогідно низькою врожайністю відзначилися ‘Чураївна’ (2,3–2,7 т/га) та ‘ES BACHELOR’ (2,2–2,7 т/га). Результати ‘Adessa’, ‘RGT SPHINXA’ (2,7–3,0 т/га) та ‘SOLENA’ (2,7–3,2 т/га) залежали від метеорологічних чинників і були найкращими в Лісостепу та на Поліссі.

У зоні Степу за показниками врожайності виділено три кластери: перший – сорти ‘Atacama’, ‘ES COMPOSITOR’ і ‘Чураївна’; другий – ‘Adessa’, ‘RGT SPHINXA’ та ‘ES BACHELOR’; третій – ‘Acardia’ та ‘ES CHANCELLOR’. Сорт ‘Angelica’ найбільш віддалений від інших, що свідчить про його відмінність.

У зоні Лісостепу виокремлено чотири кластери: перший – ‘Adessa’, ‘RGT SPHINXA’ та ‘ES CHANCELLOR’ (максимальна подібність); другий – ‘Чураївна’ та ‘ES BACHELOR’; третій – ‘Acardia’ й ‘SOLENA’; четвертий – ‘Atacama’ та ‘ES COMPOSITOR’, що свідчить про закономірну схожість цих сортів, зумовлену особливостями успадкування господарсько-цінних ознак. Відмінні сорти, які перебували в різних кластерах, різнилися за показниками врожайності.

На Поліссі перший кластер сформували ‘RGT SPHINXA’, ‘ES COMPOSITOR’ та ‘ES CHANCELLOR’; другий – ‘Acardia’ й ‘Angelica’.

Сорти сої з одного кластера, створені в різних установах, подібні між собою за проявом ознак, але не за походженням. Вони приблизно однаково реагують на умови вирощування та дію несприятливих факторів

і мають доволі подібні закономірності у формуванні врожаю. Тому в межах одного господарства варто вирощувати сорти з різних кластерів.

Найвищі значення вмісту сирого протеїну отримали 2020 року в Лісостепу (45,3; 42,7 та 42,6% в ‘ES BACHELOR’, ‘RGT SPHINXA’ та ‘Angelica’ відповідно).

У процесі дослідження виявлено сорти з максимальним накопиченням олії, зокрема ‘ES COMPOSITOR’, ‘Чураївна’, ‘Atacama’ та ‘Acardia’ (25,8; 25,7; 25,7 та 25,3% відповідно) у 2019 р. в зоні Степу, а також ‘ES COMPOSITOR’ й ‘Acardia’ (24,7 і 24,2%) того ж року на Поліссі.

Використана література

- Tamimie C., Goldsmith P. Determinants of soybean adoption and performance in Northern Ghana. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*. 2019. Vol. 14, Iss. 4. P. 292–309.
- Кренців Я. І. Мінливість елементів продуктивності рослин сої гібридів F₁, F₂. *Вісник аграрної науки*. 2019. № 3. С. 82–88. doi: 10.31073/agroviznyk201903-13
- Katam R., Shokri S., Murthy N. et al. Proteomics, physiological, and biochemical analysis of cross tolerance mechanisms in response to heat and water stresses in soybean. *PLoS ONE*. 2020. Vol. 15, Iss. 6. Article e0233905. doi: 10.1371/journal.pone.0233905
- Jianxiong Y., Zixuan G., Zhenbao Z. et al. Impact of defatting treatment and oat varieties on structural, functional properties, and aromatic profile of oat protein *Food Hydrocolloids*. 2021. Vol. 112. Article 106368. doi: 10.1016/j.foodhyd.2020.106368
- Бабич А. О., Бабич-Побережна А. А. Селекція, виробництво, торгівля і використання сої у світі. Київ : Аграрна наука, 2011. С. 16–128.
- Топчій О. В., Присяжнюк Л. М., Іваницька А. П. та ін. Вплив факторів вирощування на показники продуктивності сої культурної [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Plant Varieties Studying and Protection*. 2020. Т. 16, № 1. С. 78–89. doi: 10.21498/2518-1017.16.1.2020.201269
- Ступницька О. С., Баранов А. І. Вплив елементів технології вирощування на якісний склад насіння сої. *Вісник Житомирського національного агроєкологічного університету*. 2014. Т. 1, № 1. С. 14–20.
- Xu X. P., Liu H., Tian L. et al. Integrated and comparative proteomics of high-oil and high-protein soybean seeds. *Food Chemistry*. 2015. Vol. 172, Iss. 1. P. 105–116. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.09.035
- Mourtzinis S., Specht J., Lindsey L. et al. Climate-induced reduction in US-wide soybean yields underpinned by region- and in-season-specific responses. *Nature Plants*. 2015. Vol. 1, Iss. 2. Article 14026. doi: 10.1038/nplants.2014.26
- Ergo V. V., Lascano R., Vega C. R. et al. Heat and water stressed field-grown soybean: A multivariate study on the relationship between physiological-biochemical traits and yield. *Environmental and Experimental Botany*. 2018. Vol. 148. P. 1–11. doi: 10.1016/j.envexpbot.2017.12.023
- Pettigrew W. T. Potassium influences on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. *Physiologia Plantarum*. 2018. Vol. 133, Iss. 4. P. 670–681. doi: 10.1111/j.1399-3054.2008.01073.x
- Shi W., Yin X., Struik P. C. et al. High day-and night-time temperatures affect grain growth dynamics in contrasting rice genotypes. *Journal of Experimental Botany*. 2017. Vol. 68, Iss. 18. P. 5233–5245. doi: 10.1093/jxb/erx344

13. Ткачук О. П., Дідур І. М., Панцирева Г. В. Екологічна оцінка середньостиглих і середньо-пізньостиглих сортів сої. *Сільське господарство та лісівництво*. 2022. № 1. С. 5–15. doi: 10.37128/2707-5826-2022-1-1
14. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю. Адаптивний потенціал і стресостійкість сучасних сортів сої. *Таврійський науковий вісник*. 2020. № 113. С. 85–91. doi: 10.32851/2226-0099.2020.113.12
15. Грабовський М. Б., Німенко С. С. Особливості формування висоти рослин сої за органічної технології вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 129. С. 54–63. doi: 10.32851/2226-0099.2023.129.8
16. Гопцій Т. І., Кравченко А. І. Генетичний потенціал та рівень його реалізації у сортів і ліній вівса голозерного в східній частині лівобережного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2023. № 129. С. 38–46. doi: 10.32851/2226-0099.2023.129.6
17. Любич В. В., Войтовська В. І., Третьякова С. О., Климович Н. М. Технологічне оцінювання якості насіння сої залежно від сорту. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2020. № 2. С. 32–37. doi: 10.31395/2310-0478-2020-2-32-37
18. Мельник А. В., Романько Ю. О., Романько А. Ю., Дудка А. А. Вплив погодно-кліматичних параметрів на врожайність зерна сучасних сортів сої в умовах північно-східного Лісостепу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. № 109, Ч. 1. С. 76–83. doi: 10.32851/2226-0099.2019.109-1.12
19. Цицюра Т. В., Темченко І. В., Семцов А. В. Статистична оцінка сортового потенціалу сої за показниками якісного хімічного складу насіння в умовах Лісостепу Правобережного. *Корми і кормовиробництво*. 2019. Вип. 87. С. 19–26. doi: 10.31073/kormovyrobnytstvo201987-03
20. Димитров В. Г. Класифікація сортів сої за комплексом господарсько-цінних ознак. *Агробіологія*. 2017. № 1. С. 69–76.
21. Методика проведення класифікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні (загальна частина) / за ред. С. О. Ткачик. 4-те вид., випр. і доп. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2016. 120 с.
22. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Методи визначення показників якості продукції рослинництва / за ред. С. О. Ткачик. 3-тє вид., пер. і доп. Вінниця : ФОП Корзун Д. Ю., 2017. 159 с.
23. Польовий А. М., Овчарук В. А., Вольвач О. В. та ін. Агрокліматична оцінка посушливості вегетаційного періоду в Причорноморській зоні надзвичайно низької водності. *Екологічні науки*. 2021. Т. 39, № 6. С. 158–165. doi: 10.32846/2306-9716/2021.eco.6-39.27
24. Ильинская И. Н. Нормирование водопотребности для орошения сельскохозяйственных культур на Северном Кавказе. Новочеркасск : ЮРГТУ, 2001. 163 с.
25. Камінський В. Ф. Агрометеорологічні основи виробництва зернобобових культур в Україні. *Вісник аграрної науки*. 2006. № 7. С. 20–25.
26. Писаренко Н. В., Сидорчук В. І., Захарчук Н. А. Екологічна пластичність, стабільність гомеостатичності та селекційної цінності за ознакою урожайності нових сортів картоплі. *Землеробство та рослинництво: теорія і практика*. 2022. Вип. 3, № 5. С. 91–101. doi: 10.54651/agri.2022.03.10
27. Applied Statistics Using SPSS, STATISTICA, MATLAB and R / J. P. Marques de S6 (Ed.). Berlin : Springer, 2007. 520 p. doi: 10.1007/978-3-540-71972-4
28. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0. Київ : ПоліграфКонсалтинг, 2007. 55 с.
29. Білявська Л. Г., Рибальченко А. М. Класифікація сортів сої за господарськими ознаками з допомогою кластерного аналізу. *Агробіологія*. 2020. № 2. С. 7–15. doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-7-15
30. Губа І. І., Стариченко В. М. Кластеризація колекційних зразків жита озимого за кількістю квіток та іншими господарськими ознаками. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2018. Вип. 26. С. 113–119. doi: 10.47414/np.26.2018.211213
31. Коханюк Н. В., Темченко І. В., Штуць Т. М. та ін. Кластерний аналіз у селекції зернобобових культур. *Корми і кормовиробництво*. 2019. Вип. 87. С. 9–19. doi: 10.31073/kormovyrobnytstvo201987-02
32. Коханюк Н. В., Темченко І. В., Штуць Т. М. та ін. Основні напрямки селекції зернобобових культур в Інституті кормів та сільського господарства Поділля НААН. *Корми і кормовиробництво*. 2022. Вип. 93. С. 31–42. doi: 10.31073/kormovyrobnytstvo202293-03

References

1. Tamimie, C. A., & Goldsmith, P. D. (2019). Determinants of soybean adoption and performance in Northern Ghana. *African Journal of Agricultural and Resource Economics*, 14(4), 292–309.
2. Krentsiy, Ya. I. (2019). Variability of elements of efficiency of plants of soya of F₁, F₂ hybrids. *Bulletin of Agricultural Science*, 97(3), 82–88. doi: 10.31073/agrovisnyk201903-13 [In Ukrainian]
3. Katam, R., Shokri, S., Murthy, N., Singh, S. K., Suravajhala, P., Khan, M. N., ... Reddy, K. R. (2020). Proteomics, physiological, and biochemical analysis of cross tolerance mechanisms in response to heat and water stresses in soybean. *PLoS ONE*, 15(6), Article e0233905. doi: 10.1371/journal.pone.0233905
4. Yue, J., Gu, Z., Zhu, Z., Yi, J., Ohm, J.-B., Chen, B., & Rao, J. (2021). Impact of defatting treatment and oat varieties on structural, functional properties, and aromatic profile of oat protein. *Food Hydrocolloids*, 112, Article 106368. doi: 10.1016/j.foodhyd.2020.106368
5. Babych, A. O., & Babych-Poberezhna, A. A. (2011). *Seleksiya, vyrobnytstvo, torhivlia i vykorystannia soi u sviti* [Breeding, production, trade and use of soybeans in the world] (pp. 116–128). Kyiv: Ahrarna nauka. [In Ukrainian]
6. Topchii, O. V., Prysiazhniuk, L. M., Ivanytska, A. P., Shcherbynina, N. P., & Kyienko, Z. B. (2020). The influence of growing factors on the productivity indicators of soybean [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Plant Varieties Studying and Protection*, 16(1), 78–89. doi: 10.21498/2518-1017.16.1.2020.201269 [In Ukrainian]
7. Stupnytska, O. S., & Baranov, A. I. (2014). The influence of elements of cultivation technology on the qualitative composition of soybean seeds. *Bulletin of the Zhytomyr National Agroecological University*, 1, 14–20. [In Ukrainian]
8. Xu, X. P., Liu, H., Tian, L., Dong, X. B., Shen, S. H., & Qu, L. Q. (2015). Integrated and comparative proteomics of high-oil and high-protein soybean seeds. *Food Chemistry*, 172(1), 105–116. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.09.035
9. Mourtzinis, S., Specht, J., Lindsey, L., Wiebold, W. J., Ross, J., Nafziger, E. D., ... Conley S. P. (2015). Climate-induced reduction in US-wide soybean yields underpinned by region- and in-season-specific responses. *Nature Plants*, 1(2), Article 14026. doi: 10.1038/nplants.2014.26
10. Ergo, V. V., Lascano, R., Vega, C. R., Poralo, R., & Cerrera, C. S. (2018). Heat and water stressed field-grown soybean: A multivariate study on the relationship between physiological-biochemical traits and yield. *Environmental and Experimental Botany*, 148, 1–11. doi: 10.1016/j.envexpbot.2017.12.023
11. Pettigrew, W. T. (2008). Potassium influences on yield and quality production for maize, wheat, soybean and cotton. *Physiologia Plantarum*, 133(4), 670–681. doi: 10.1111/j.1399-3054.2008.01073.x
12. Shi, W., Yin, X., Struik, P. C., Solis, C., Xie, F., Schmidt, R. C., ... Jagadish, S. V. K. (2017). High day- and night-time temperatures affect grain growth dynamics in contrasting rice genotypes. *Journal of Experimental Botany*, 68(18), 5233–5245. doi: 10.1093/jxb/erx344
13. Tkachuk, O. P., Didur, I. M., & Pantsyreva, A. V. (2022). Ecological assessment of medium-ripening and medium-later-ripening soybean varieties. *Agriculture and Forestry*, 24, 5–15. doi: 10.37128/2707-5826-2022-1-1 [In Ukrainian]

14. Melnyk, A. V., Romanko, Yu. O., & Romanko A. Yu. (2020). Adaptive potential and stress resistance of modern soybean varieties. *Taurian Scientific Herald*, 113, 85–91. doi: 10.32851/2226-0099.2020.113.12 [In Ukrainian]
15. Grabovskiy, M. B., & Nimenko, S. S. (2023). Formation of the height of soybean plants using organic cultivation technology. *Taurian Scientific Herald*, 129, 54–63. doi: 10.32851/2226-0099.2023.129.8 [In Ukrainian]
16. Hoptsiy, T. I., & Kravchenko, A. I. (2023). Genetic potential and level of its realization in varieties and lines of naked oats in the eastern part of the Left Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 129, 38–46. doi: 10.32851/2226-0099.2023.129.6 [In Ukrainian]
17. Liubych, V. V., Voitovska, V. I., Tretiakova, S. O., & Klymovych, N. M. (2020). Technological evaluation of soybean seed quality depending on the variety. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 2, 32–37. doi: 10.31395/2310-0478-2020-2-32-37 [In Ukrainian]
18. Melnyk, A. V., Romanko, Yu. O., Romanko, A. Yu., & Dudka, A. A. (2019). Effect of weather and climate parameters on the crop productivity of modern soybean varieties in the north-eastern Forest Steppe of Ukraine. *Taurian Scientific Herald*, 109(1), 76–83. doi: 10.32851/2226-0099.2019.109-1.12 [In Ukrainian]
19. Tsytisura, T. V., Temchenko, I. V., & Semtsov, A. V. (2019). Statistical evaluation of soybean varietal potential based on indicators of qualitative chemical composition of seeds in conditions of the Right-Bank Forest-Steppe. *Feeds and Feed Production*, 87, 19–26. doi: 10.31073/kormovyrobnytstvo201987-03 [In Ukrainian]
20. Dymytrov, V. H. (2017). Soybean complex classification for economically valuable features complex. *Agrobiologia*, 1, 128–132. [In Ukrainian]
21. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2017). *Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. Zahalna chastyna* [Methods of conducting qualification tests of plant varieties for suitability for distribution in Ukraine. General part] (4th ed., rev.). Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian]
22. Tkachyk, S. O. (Ed.). (2017). *Metodyka provedennia kvalifikatsiinoi ekspertyzy sortiv roslyn na prydatnist do poshyrennia v Ukraini. Metody vyznachennia pokaznykiv yakosti produktsii roslynnytstva* [Methods of conducting qualitative examination of plant varieties of suitability for distribution in Ukraine. Methods of determining plant production quality indicators] (3rd ed., rev.). Vinnytsia: FOP Korzun D. Yu. [In Ukrainian]
23. Polevoy, A. M., Ovcharuk, V. A., Volvach, O. V., Kushchenko, L. V., & Tolmachova, A. V. (2021). Agroclimate assessment of vegetation drought period in the extremely insufficient low water content in the Black sea zone. *Ecological Sciences*, 39(6), 158–165. doi: 10.32846/2306-9716/2021.eco.6-39.27 [In Ukrainian]
24. Ilyinskaya, I. N. (2001). *Normirovanie vodopotrebnosti dlya orosheniya sel'skohozyaystvennykh kul'tur na Severnom Kavkaze* [Rationing of water demand for irrigation of agricultural crops in the North Caucasus]. Novocheerkassk: YuRGU. [In Russian]
25. Kaminsky, V. F. (2006). Agrometeorological bases of the production of legumes in Ukraine. *Bulletin of Agricultural Science*, 7, 20–25. [In Ukrainian]
26. Pysarenko, N. V., Sydoruk, V. I., & Zakharchuk, N. A. (2022). Environmental plasticity, ultrastability and breeding value as a sign of yield of new potato varieties. *Agriculture and Crop Production: Theory and Practice*, 3(5), 91–101. doi: 10.54651/agri.2022.03.10 [In Ukrainian]
27. Marques de S6, J. P. (Ed.). (2007). *Applied Statistics Using SPSS, STATISTICA, MATLAB and R* (2nd ed.). Berlin: Springer. doi: 10.1007/978-3-540-71972-4
28. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statystychnyi analiz ahronomichnykh doslidnykh danykh v paketi Statistica 6.0* [Statistical analysis of agronomic study data using the Statistica 6.0 software suite]. Kyiv: PoligrafKonsaltnykh. [In Ukrainian]
29. Biliavska, L. H., & Rybalchenko, A. M. (2020). Cluster analysis in soybean varieties classification by economic characteristics. *Agrobiologia*, 2, 7–15. doi: 10.33245/2310-9270-2020-161-2-7-15 [In Ukrainian]
30. Huba, I. I., & Starychenko, V. M. (2018). Clustering of winter rye collections on the number of flowers and other economically valuable traits. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 26, 113–119. [In Ukrainian]
31. Kohanyuk, N. V., Temchenko, I. V., Shtuc, T. M., Lehman, A. A., & Barvinchenko, S. V. (2019). Cluster analysis in the breeding of leguminous crops. *Feeds and Feed Production*, 87, 9–19. doi: 10.31073/kormovyrobnytstvo201987-02 [In Ukrainian]
32. Kokhaniuk, N. V., Temchenko, I. V., Shtuts, T. M., Lehman, A. A., Barvinchenko, S. V., & Aralova, T. S. (2022). Main directions of pulse crops selection in the Institute of Feed Research and Agriculture of Podillia of NAAS. *Feeds and Feed Production*, 93, 31–42. doi: 10.31073/kormovyrobnytstvo202293-03 [In Ukrainian]

UDC 633.34:631.526.32

Korol, L. V., Topchii, O. V., Dikhtiar, I. O., Piskova, O. V., Ivanytska, A. P., & Shcherbynina, N. P. (2023). The influence of soil and climatic conditions on the formation of economically valuable characteristics of soybean varieties [*Glycine max* (L.) Merrill]. *Plant Varieties Studying and Protection*, 19(2), 126–134. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.19.2.2023.282551>

*Ukrainian Institute for Plant Variety Examination, 15 Henerala Rodymtseva St., Kyiv, 03041, Ukraine, *e-mail: larysa_korol@ukr.net*

Purpose. To carry out the clustering of soybean varieties suitable for growing in different agro-climatic regions of Ukraine, according to yield, and to identify the influence of the soil-climatic conditions of the Steppe, Forest-Steppe, and Polissia on their economically valuable characteristics in order to provide recommendations to producers regarding the selection of varieties for farms. **Methods.** The research involved laboratory, computational and statistical methods. **Results.** The highest oil content was obtained in 2019 in the Steppe zone in the seeds of such varieties as 'ES COMPOSITOR' (25.8%), 'Churaivna' (25.7%), 'Atacama' (25.7%) and 'Acardia' (25.3%); in Polish – 'ES COMPOSITOR' (24.7%) and 'Acardia' (24.2%). The most "crude protein" was obtained in 2020 in the Forest Steppe, in particular, the variety 'ES BACHELOR' was characterized by the maximum values – 45.3%. Re-

gardless of the influence of the factors, high yield indicators provided 'Atacama' (2.4–3.4 t/ha), 'Acardia' (2.5–3.2 t/ha), 'ES COMPOSITOR' (2.4–3.5 t/ha) and 'ES CHANCELLOR' (2.5–2.9 t/ha); low – 'Churaivna' (2.3–2.7 t/ha), 'ES BACHELOR' (2.2–2.7 t/ha). The yield of 'Adessa', 'RGT SPHINXA' (2.7–3.0 t/ha each) and 'SOLENA' (2.7–3.2 t/ha) depended on the weather conditions of the year. In the Steppe zone, three clusters are distinguished by yield indicators: the first – the varieties 'Atacama', 'ES COMPOSITOR' and 'Churaivna', the second – 'Adessa', 'RGT SPHINXA' and 'ES BACHELOR', the third – 'Acardia' and 'ES CHANCELLOR'; in the Forest Steppe – four: the first – 'Adessa', 'RGT SPHINXA' and 'ES CHANCELLOR', the second – 'Churaivna' and 'ES BACHELOR', the third – 'Acardia' and 'SOLENA', the fourth – 'Atacama' and 'ES COMPOSITOR'; in Polissia there are two clusters: the first – 'RGT SPHINXA', 'ES COM-

POSITOR' and 'ES CHANCELLOR', the second – 'Acardia' and 'Angelica'. **Conclusions.** For cultivation in a farm, it is necessary to select varieties that, according to the results of the analysis, were in different clusters. On the other hand, those that are in the same cluster should be avoided, because they

react more or less the same to the conditions of cultivation and therefore may react similarly to the action of adverse environmental factors.

Keywords: soy; productivity; "crude protein"; oil content; protein collection; oil collection.

Надійшла / Received 13.05.2023

Погоджено до друку / Accepted 27.05.2023