

УДК 004.4'2:631.526.3

АНАЛІЗ УРОЖАЙНОСТІ ТА ЯКІСНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НОВИХ СОРТІВ СОЇ КУЛЬТУРНОЇ (GLYCINE MAX (L.) MERRILL)

Орленко Н.С. – к.екоп.н., доцент,

Український інститут експертизи сортів рослин

Костенко Н.П. – к.с.-г.н.,

Український інститут експертизи сортів рослин

Лікар С.П. – старший науковий співробітник,

Український інститут експертизи сортів рослин

Душар М.Б. – науковий співробітник,

Український інститут експертизи сортів рослин

Досліджено показники урожайності, вмісту олії та протеїну у нових сортах сої культурної, що були занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні, що проходили кваліфікаційну експертизу за період з 2010–2017 рр. та проведено їх класифікацію з використанням статистичних методів. Проведено частотний аналіз нових сортів сої культурної (*Glycine max (L.) Merrill*) за групами стиглості та встановлено, що 51% нових сортів сої належать до ультраранньої групи стиглості, 30,6% є ранньостиглими та 18,4% – середньостиглими. За період проведення кваліфікаційної експертизи сортів досліджено мінімальну, середню та максимальну урожайність в розрізі груп стиглості. Проведено класифікацію сортів із використанням ієрархічного кластерного аналізу за методом Уолда. За допомогою кластеризації виявлено високоурожайні сорти з найвищим вмістом протеїну та високоурожайні сорти з найвищим вмістом олії одночасно. Встановлено, що за період 2010–2017 рр. найвищу середню урожайність в процесі проведення кваліфікаційної експертизи показали сорти: *Brunensis*, *Kyoto*, *Kassidy*, *Золоте руно*, *Сандра*, *Kofu*, *Brunensis*, *Sigalia*, *Saska*, *ES Senator*, *Kanata*. Найвищий вміст протеїну у сортів: *Марко*, *NS Alfa*, *Opus*, *Biser*, *Maxus*, *Kassidy*, *Аквамарин*, *Ариадна*, *Brunensis*, *Kyoto*. Найвища олійність у сортів: *NS Maximus*, *Сандра*, *Муза*, *ES Senator*, *Альянс*, *Софія*, *Aligator*, *NS Maximus*, *Золоте руно* та *Opaline*.

Ключові слова: соя культурна, господарсько-цінні ознаки, урожайність, вміст олії, вміст протеїну, кластерний аналіз.

Орленко Н.С., Костенко Н.П., Лекарь С.П., Душар М.Б. Анализ урожайности и качественных характеристик новых сортов сои культурной

Исследованы основные тенденции в селекции сои, а именно: урожайность, содержание масла и протеина в новых сортах, занесенных в Государственный реестр сортов растений, пригодных для распространения в Украине, проходивших квалификационную экспертизу за период с 2010–2017 гг. и проведена их классификация с использованием статистических методов. Проведен частотный анализ новых сортов сои культурной (*Glycine max (L.) Merrill*) по группам спелости и установлено, что 51% новых сортов сои относятся к ультраранней группе спелости, 30,6% являются раннеспелыми и 18,4% – среднеспелыми. За период проведения квалификационной экспертизы сортов исследовано минимальную, среднюю и максимальную урожайность в разрезе групп спелости. Проведена классификация сортов с применением иерархического кластерного анализа по методу Уолда. С помощью кластеризации выявлены высокоурожайные сорта с высоким содержанием протеина и высокоурожайные сорта с высоким содержанием масла одновременно. Установлено, что за период 2010–2017 гг. самую высокую среднюю урожайность в процессе проведения квалификационной экспертизы показали сорта: *Brunensis*, *Kyoto*, *Kassidy*, *Золотое руно*, *Сандра*, *Kofu*, *Brunensis*, *Sigalia*, *Saska*, *ES Senator*, *Kanata*. Высокое содержание протеина у сортов: *Марко*, *NS Alfa*, *Opus*, *Biser*, *Maxus*, *Kassidy*, *Аквамарин*, *Ариадна*, *Brunensis*, *Kyoto*. Самая высокая масличность у сортов: *NS Maximus*, *Сандра*, *Муза*, *ES Senator*, *Альянс*, *София*, *Aligator*, *NS Maximus*, *Золотое руно* и *Opaline*.

Ключевые слова: соя культурная, хозяйственно-ценные признаки, урожайность, содержание масла, содержание протеина, кластерный анализ.

Orlenko N.S., Kostenko N.P., Likar S.P., Dushar M.B. Analysis of new soybean varieties yield and other indicators

Main tendencies of VCU indicators of new soybean varieties have been studied. We have used data on expertise data results (2010–2017). VCU indicators included yield, the content of oil and protein. These varieties have been entered into the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine. Frequency analysis of new soybean varieties (*Glusine max (L.) Merrill*) by groups of ripeness was carried out and it was found that 51% of new varieties of soybeans belong to the ultra early group of ripeness, 30.6% are early ripening and 18.4% are middle ripening. Data on qualification examination have been processed using statistical methods. Classification of varieties was carried out by using hierarchical cluster analysis according to the Wald method. Using clustering, high-yielding varieties with high protein content and high-yielding varieties with high oil content were identified. It was established that from 2010 to 2017, the highest average yield in the process of qualification examination showed varieties: Brunensis, Kyoto, Cassidy, Zolotoe runo, Sandra, Kofu, Brunensis, Sigalia, Saska, ES Senator, Kanata. High protein content had varieties: Marko, NS Alfa, Opus, Biser, Maxus, Cassidy, Akvamarin, Ariandna, Brunensis, Kyoto. The highest oil content had the following varieties: NS Maximus, Sandra, Muza, ES Senator, Alyance, Sofia, Aligator, NS Maximus, Zolotoe runo and Opaline.

Key words: soybeans, utility characters, yield, oil content, protein content, cluster analysis.

Постановка завдання. За даними статистичної бази Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (ФАО) FAOSTAT, зокрема ресурс ФАО-AMIS [1], виробництво сої має позитивну динаміку в світі. Україна прямує в руслі сучасних світових ринкових відносин, чому свідчать тенденції із зростання виробництва сої за даними Державної служби статистики України [2]. На сьогодні вона є однією із сільськогосподарських культур, посівні площі та експорт яких постійно зростає. Соя є стратегічною культурою в Україні, що задовольняє потреби людини в рослинному білку та олії.

Покращенню якісних характеристик сортів сої, що культивуються в Україні, сприяє виокремлення найкращих сортів за показниками: урожайність, вміст білка та вміст олії, які занесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання проблеми. За даними FAOSTAT в 2010–2017 рр. Україна входила в десятку країн лідерів з вирощування сої. Загальні виробничі площі (в 2017 році) у світі склали 124.711 млн. га, з них – 1.976 млн. га в Україні. Обсяги виробництва даної культури в 2017 році становили 341.532 млн тон, з них – 3.899 млн тон в Україні. Критерієм оцінки будь-якої технології вирощування культури є врожайність, але при цьому величина її повинна бути економічно виправданою і енергетично підтвердженою. Підвищення ефективності виробництва можливе за рахунок впровадження високоврожайних адаптивніших сортів та впровадження нових технологій. Урожайність сої культурної в світі в 2017 році становила 2.739 т / га.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню якісних характеристик сої присвячено значна кількість праць закордонних та вітчизняних вчених. У публікаціях закордонних авторів [4–10] висвітлені питання впливу природно-кліматичних умов та біотехнологій на урожайність і якісні характеристики сої культурної.

У світовій та вітчизняній практиці ці випробування, як правило, проводяться впродовж двох незалежних вегетаційних циклів росту і розвитку рослин [8]. Сорти-кандидати порівнюються з сортами-еталонами, а для визначення врожайності показники якості сортів порівнюються з умовними стандартами.

Питанням формування ринку сої та підвищення економічної ефективності її вирощування присвячено ряд публікацій вітчизняних авторів [11–14].

Метою даної статті є дослідження проявів господарсько-цінних ознак нових сортів сої. Виявити сорти сої з кращими показниками по урожайності, вмісту протеїну та олії у розрізі кліматичних зон України.

Постановка завдання. Авторами статті у рамках роботи визначено такі завдання: проведення варіативного аналізу результатів кваліфікаційної експертизи сортів сої культурної, кластеризація сортів сої за урожайністю, вмістом протеїну та вмістом олії, виявлення кращих за сукупністю господарсько-цінних ознак сорти сої культурної, що проходили кваліфікаційну експертизу та були включені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні за період 2014–2017 рр.

Матеріали та методика досліджень. Під час проведення експерименту було обстежено 116 сортів сої культурної, заявки на проведення кваліфікаційної експертизи яких було подано впродовж 2010–2015 рр. Серед них 6 сортів австрійського походження, 19 сортів канадського походження, 1 сорт кіпрського походження, 12 сортів німецького походження, 7 сортів із Республіки Сербія, 5 сортів румунського походження, 2 сорти американського походження, 54 сорти українського походження, 9 сортів французького походження та 1 – швейцарського походження. У період з 2014 по 2017 рр. 49 сортів сої культурної було внесено до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні. Серед них 25 сортів є ультраранніми, 15 – ранньостиглими та 8 середньостиглими.

Експерименти проводилися на пунктах дослідження, які розташовані в трьох кліматичних зонах: лісостеповій, степовій та поліській протягом трьох років для кожного сорту.

Кваліфікаційна експертиза сої проводиться відповідно до затвердженої методики [15] та законодавчої бази [16], у яких визначено такі принципи проведення експерименту: закріплення пунктів досліджень за певними ботанічними таксонами; використання єдиного набору сортів у всіх пунктах досліджень відповідно до зони вирощування; розподіл сортів на блоки в межах одного досліду за типом розвитку, групою стиглості, напрямом використання та іншими уніфікованими критеріями для відповідного виду рослин. Розподіл сортів на блоки обумовлений необхідністю виокремити такі ознаки ботанічного таксону, які найбільш впливають на його господарсько цінні ознаки. Для сої такою ознакою є група стиглості. Відповідно до зазначеної методики виокремлюють такі групи стиглості сорту: ультраранній, ранньостиглий, середньоранній, середньостиглий, скоростиглий, ранньостиглий, пізньостиглий та дуже пізній.

Досліди сортів сої культурної проводились на ділянках розміром 10–25 м² за 4-кратної повторності. Збирання проводилось у фазу господарської стиглості. Після обмолоту посівів, сумішок насіння з кожної ділянки зважувався та відбирались проби для визначення вологості. Для обрахування урожайності сої її фактичне значення приводилось до стандартної вологості згідно з ДСТУ 2240–93.

Експертиза придатності сортів сої для поширення включає оцінювання таких ознак: група стиглості, урожайність зерна (за стандартної вологості 14%), довжина рослини, маса 100 бобів, стійкість до обсіпання, висота прикріплення нижнього бобу, стійкість до хвороб (аскохітоз, септоріоз, переноспороз), вирівняність зерна, збір білка, збір олії, натура зерна, вегетаційний період, маса 1000 зерен, стійкість до вилягання, стійкість до посухи, придатність до механізованого збирання, стійкість до заселення (пошкодження) шкідниками (бобова вогнівка), вміст сирого протеїну, вміст олії в насінні (в перерахунку на суху речовину), вміст сухої речовини в зерні, напрям використання, вміст білку в насінні (в перерахунку на суху речовину).

У межах статті для проведення класифікації сортів сої виокремлено такі показники господарсько цінних ознак: урожайність зерна, збір білка, збір олії.

Під час проведення досліджень було застосовано методи описової статистики та кластерний аналіз для багатомірних вибірок відповідно до рекомендацій у роботах [17–18].

Кластеризацію було проведено з використанням ряду методів та метрик, а саме за допомогою формули Ленса-Вільямса (1):

$$D(ij, k) = a_i d(i, k) + a_j d(j, k) + b d(i, j) + c d(i, k) - d(j, k), \quad (1)$$

Значення коефіцієнтів для методів одиночного зв'язку, повного зв'язку, зваженого центроїдного, незваженого попарного середнього та метода Уолда наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Перелік значень коефіцієнтів формули Ленса-Вільямса

Одиночний зв'язок (Найближчий сусід)	$a_i = a_j = 0.5; b = 0; c = -0.5$ $d(i + j, k) = \min \{d(i, k), d(j, k)\}$
Повний зв'язок (Найбільш віддалений сусід).	$a_i = a_j = 0.5; b = 0; c = -0.5$ $d(i + j, k) = \max \{d(i, k), d(j, k)\}$
Зважений центроїдний метод (медіана).	$a_i = a_j = 0.5; b = -0.25; c = 0$
Незважене попарне середнє	$a_i = n_i / (n_i + n_j); a_j = n_j / (n_i + n_j);$ $b = c = 0; D(C_i + C_j) = 1 / (n_i n_j) \sum d(a, b)$
Метод Уолда	$a_i = (n_i + n_k) / (n_k + n_i + n_j);$ $a_j = (n_j + n_k) / (n_k + n_i + n_j);$ $b = (n_i) / (n_k + n_i + n_j); c = 0$

Розрахунки як показників описової статистики, так і кластеризацію виконано з використанням статистичного пакета IBM SPSS Statistics “Statistical Package for the Social Sciences” [19], що з 2009 р. належить компанії IBM.

Під час розрахунків використовувалась тестова (trial version) версія пакету. Масив вхідних даних складався з групуючих змінних (код сорту, назва сорту, дата реєстрації, дата подачі заявки, рік проведення випробувань, група стиглості) та залежних змінних (урожайність в степовій зоні, урожайність в лісостеповій зоні, урожайність в зоні Полісся, вміст протеїну в степовій зоні, вміст протеїну в лісостеповій зоні, вміст протеїну в зоні Полісся, вміст жиру в степовій зоні, вміст жиру в лісостеповій зоні, вміст жиру в зоні Полісся). Результати кластеризації автоматично було збережено в змінних, що містять номери кластерів.

На підставі візуального аналізу в складу сортів, які належать до кожного кластера, що були утворені за кожним методом кластеризації, було визначено найкращий для інтерпретації даних метод кластеризації. Таким методом є метод Уорда, який мінімізує суму квадратів критерію (міри неоднорідності). Розрахунок проводиться за формулою (2):

$$ESS = \sum_{k=1}^K \sum_{x_i \in C_k} \sum_{j=1}^d (x_{ij} - x_{kl})^2, \quad (2)$$

В якості міри відстані застосовано квадрат Евклідової відстані, що обраховується за формулою (3):

$$P(x, y) = \sum_i^n (x_i - y_i)^2, \quad (3)$$

де x (x_1, x_2, \dots, x_n) та y (y_1, y_2, \dots, y_n) – відповідний набір точок для обрахування відстані.

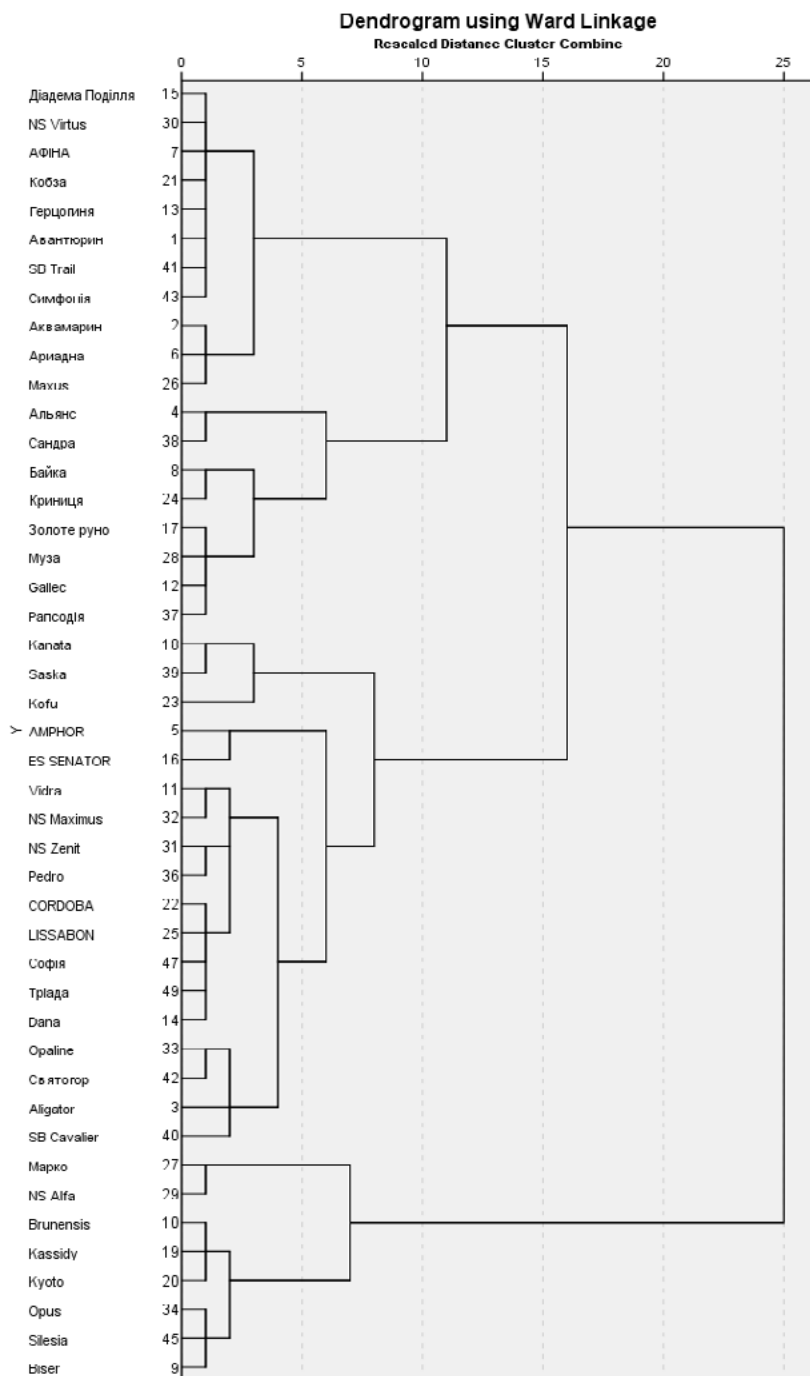


Рис. 1. Дендрограма кластеризації сортів за урожайністю, вмістом протейну та олії в розрізі зон вирощування

Для проведення ієрархічного кластерного аналізу за методом Уорда було обрано «діапазон рішення» від 5 до 10 кластерів. Виявлено, що поділ на дев'ять кластерів є найкращим для інтерпретації результатів кластеризації.

Результати дослідження. Варіативний аналіз показав (таблиця 2), що найвища середня урожайність серед сортів, які були включені до реєстру в період з 2014–2017 рр. спостерігалась у Лісостеповій зоні і становила 2,17 т/га, найбільший середній вміст протеїну був у сортів, які вирощувались в зоні Полісся і становив 44,1%, найвища середня олійність була зафіксована у сортів, що вирощувались у степовій зоні і становила 23,9%.

Таблиця 2

Середня урожайність зерна, вміст протеїну та олії сортів сої культурної залежно від умов вирощування за період 2014–2017 рр.

Показник	Середнє	Дисперсія	Мінімум	Максимум
Урожайність в Степовій зоні, т / га	1,82	0,287	1,34	2,28
Урожайність в Лісостеповій зоні, т / га	2,32	0,1599	1,76	2,69
Урожайність в зоні Полісся, т / га	2,17	0,2128	1,70	2,71
Вміст протеїну в Степовій зоні, %	40,21	1,5875	36,10	44,50
Вміст протеїну в Лісостеповій зоні, %	39,31	1,6578	35,60	44,00
Вміст протеїну в зоні Полісся, %	39,71	1,4885	37,10	44,10
Вміст олії в Степовій зоні, %	21,60	1,1594	19,20	23,90
Вміст олії в Лісостеповій зоні, %	21,41	0,8930	20,00	23,70
Вміст олії в Поліссі, %	20,38	0,7279	19,10	22,00

Кластеризацію сортів сої культурної виконано з використанням агломеративного методу ієрархічного кластерного аналізу Уорда. Результати візуалізовано дендрограмою (рис. 1.)

До першого кластера увійшли сорти Авантюрин, Аквамарин, Ариадна, Афіна, Герцогиня, Діадема Поділля, Кобза, Махус, NS Virtus, SB Trail, Симфонія, які мали урожайність нижчу середньої в усіх ґрунтово-кліматичних зонах. У степовій зоні врожаність цих сортів склала від 1,96 т/га до 2,18 т / га, в Лісостепу – від 1,34 т/га до 1,72 т/га та від 2,20 т/га до 2,35 т/га в зоні Полісся.

До другого кластера входять сорти Aligator, Opaline, SB Cavalier, Святогор, які мають найнижчу урожайність у зоні Степу (від 1,34 т/га) до 1,71 т/га), а в зонах Лісостепу (від 2,2 т/га до 2,35 т/га) та Полісся (от 1,96 т/га) до 2,1 т/га), що є в межах середнього значення за період дослідження. Показники олійності (від 21,0% до 23,2%) та вмісту протеїну (от 36,1% до 40,0%) в цих сортах були в межах середнього значення у всіх зонах.

До третього кластеру входять сорти Альянс та Сандра, які мали найвищий показник по вмісту олії (від 22,0% до 23,6%) у всіх зонах, високу урожайність в Лісостеповій зоні (2,39 т/га) та 2,44 т/га) відповідно) одночасно з урожайністю, нижчою за середню в зоні Степу та Полісся.

Четвертий кластер складають сорти Amphor та ES Senator. За результатами експертизи проявили себе як низьковрожайні в зоні Степу (1,76 т/га) та 2,1 т/га) та одночасно з найвищою урожайністю в зоні Полісся (3,9 т/га) та 4,5 т/га) відповідно). Олійність цих сортів вища за середню у всіх зонах і складає від 22,0% до 23,3%.

П'ятий кластер налічує шість сортів: Байка, Gallec, Золоте руно, Криниця, Муза, Рапсодія, які мають урожайність вищу за середню в Степовій зоні (від

2,04 т/га до 2,17 т/га), а в зоні Лісостепу (від 2,1 т/га до 2,4 т/га) та Полісся (1,8 т/га до 2,2 т/га) урожайність в межах середньої. Олійність (від 19,7% до 23,3%) та вміст протеїну (від 38,4% до 40,7%) цих сортів в межах середнього значення у всіх зонах.

До шостого кластеру належать сорти Biser, Brunensis, Kassidy, Kyoto, Opus, Silesia. Ці сорти мали показник урожайності вищий за середній у Лісостеповій зоні (від 2,3 т/га до 2,66 т/га) та в зоні Полісся (від 2,2 т/га до 2,4 т/га), а також найвищий вміст протеїну (від 40,2% до 42,9%) у всіх зонах.

У сьомому кластері ранньостиглі та середньостиглі сорти: Vidra, Dana, Cordoba, Lissabon, NS Zenit, NS Maximus, Pedro, Софія, Тріада. Ці сорти характеризуються високим вмістом олії (від 22,1% до 23,9 %) в Степовій зоні.

До восьмого кластеру увійшли сорти сої Kanata, Saska та Kofu. Ці сорти мають високу врожайність у зонах Лісостепу (від 2,3 т/га) до 2,46 т/га) і Полісся (2,46 т/га) та одночасно високий вміст протеїну (39,1%).

Дев'ятий кластер складають сорти Марко та NS Alfa. Ці сорти мали найвищу урожайність (2,42 т/га) в Лісостеповій зоні та в зоні Полісся (2,37 т/га і 2,44 т/га відповідно), а також найвищий вміст протеїну у всіх зонах (від 43,7% до 44,5%).

Зауважимо, що сорти Padua, Sigalia, Sinara, Sultana в зоні Полісся не висівались, тому ці сорти автоматично були вилучені з класифікації.

Найвищу середню урожайність у період 2010–2016 рр. кваліфікаційної експертизи показали сорти Brunensis (2,8 т/га), Kyoto (2,2 т/га), Kassidy (2,18 т/га), Золоте руно (2,17 т/га), Сандра (2,13 т/га) в Степовій зоні. Сорти Kofu мали показник 2,69 т/га, Kyoto – 2,66 т/га, Brunensis – 2,63 т/га, Kassidy – 2,52 т/га, Sigalia – 2,48 т/га в Лісостеповій зоні. Сорти Saska показали середню врожайність 2,71 т/га, ES SENATOR – 2,64 т/га, Kanata – 2,52 т/га, Kofu – 2,46 т/га, Kyoto – 2,46 т/га) в зоні Полісся.

Найвищий вміст протеїну в зоні Степу проявили сорти Марко (44,5%), NS Alfa (43,7%), Opus (42,9%), Biser (42,6%), Maxus (42,5%), Kassidy (42,4%). В зоні Лісостепу Марко показав 44%, NS Alfa – 43,7%, Акварин – 42,5%, Biser – 41,8%, Ариадна – 41,1%. В зоні Полісся: Марко – 44,1%, NS Alfa – 43,6%, Opus – 42,8% т/га, Kassidy – 41,6%, Brunensis – 41,3%, Kyoto – 41,2%.

За вмістом олії найвищі показники виявили сорти, які проходили експертизу в Степовій зоні, а саме NS Maximus (23,9%), Сандра (23,4%), Муза (23,3%), ES SENATOR (23,3%), Альянс (23,2%), Софія (23%). У Лісостеповій зоні: Сандра мала показник на рівні 23,7%, Альянс – 23,4%, Aligator – 23,2%, NS Maximus – 23%, Муза – 22,6%. В зоні Полісся: ES SENATOR – 22,5%, Сандра – 22%, NS Maximus – 21,8%, Aligator – 21,6%, Муза – 21,3%, Золоте руно – 21,3%, Opaline – 21,3.

Висновки і пропозиції. Більшість сортів сої культурної, які проходили експертизу у період 2010–2015 рр. та були внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні за період 2014–2017 рр., а саме: 51,02% сортів є ультраранніми, 36,61% – ранньостиглими та 18,37% – середньостиглими. Середня врожайність цих сортів у Степовій зоні становила 1,82 т/га, в Лісостеповій зоні – 2,32 т/га, в зоні Полісся – 2,17 т/га. Максимальна врожайність у Степовій зоні складала 2,28 т/га, у Лісостепу – 2,69 т/га та в зоні Полісся – 2,71 т/га відповідно.

За вмістом протеїну максимальне значення в Степовій зоні становило 44,5%, мінімальне – 35,6% серед сортів, які вирощувались у Лісостеповій зоні.

Максимальний вміст олії виявлено серед сортів, які випробовувались у Степовій зоні. Він становив 23,9%, а мінімальний – у зоні Полісся 20,38%.

Результати кваліфікаційної експертизи нових сортів сої показали, що за період досліджень з 2010 по 2017 рік високо врожайними проявили себе сорти іноземної селекції, зокрема сорти канадського походження Kofu, Cassidy, Kyoto, Brunensis, Silesia; німецького походження Opaline, Galles, сербського походження Vidra, американського походження SB Trail, французького походження Sigalia та Aligator. Серед сортів українського походження мали високу урожайність сорти Естафета, Терек, Авантюрин.

Проведення кластерного аналізу дало можливість виявити сорти із високим вмістом протеїну та одночасно високою врожайністю. Такі характеристики проявили сорти Марко та NS Alfa. Найвищий вміст олії одночасно із найвищою врожайністю виявили сорти Альянс та Сандра.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. FAOSTAT. Statistics from the Food and Agriculture organization of the United Nations. 2008. URL : <http://faostat.fao.org>.
2. Площі, валові збори та врожайність сільськогосподарських культур, плодів, ягід та винограду (остаточні дані) / Державна служба статистика України. 2011. 2016 р.
3. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні в 2018 р. URL : <http://sops.gov.ua/uploads/page/5bbdf6a297647.pdf>.
4. Hecht S.B. Soybeans, Development and Conservation on the Amazon Frontier. *Development and Change*. 2005. Vol. 36, Iss. 2. P. 375–404. doi: 10.1371/journal.pone.0155222.
5. Schnepf R.D., Dohlan E., Bolling C. Agriculture in Brazil and Argentina : Developments and prospects for major field crops. *Agriculture and Trade Report, WRS-01-3*. Washington DC : Market and Trade Economic Research Service, U.S. Department of Agriculture. November 2001. 85 p. URL : https://www.ers.usda.gov/webdocs/publications/40339/15081_wrs013_1_.pdf?v=.
6. Smaling E.M.A., Roscoe R., Lesschen J.P. et al. From forest to waste : Assessment of the Brazilian soybean chain, using nitrogen as a marker. *Agr. Ecosyst. Environ.* 2008. Vol. 128, Iss. 3. P. 185–197. Doi : 10.1016/j.agee.2008.06.005.
7. Lee JD, Shannon JG, Choung MG. (2011). Application of nondestructive measurement to improve soybean quality by near infrared reflectance spectroscopy. In: Ng TB (eds) *soybean applications and technology*, InTech, pp 287–304. ISBN : 978-953-307-207-4.
8. Balešević-Tubić, S., Doređević, V. Miladinović, J., Đukić, V. And Tatić, M. (2011) Stability of soybean seed composition, *Genetika*, 42 (2): 217–227.
9. Cober ER., Voldeng HD. (2000) Developing high-protein, high yield soybean populations and lines. *Crop Sci*. 40:39–42.
10. Yaklich R. W., Vinyard B.T. Estimating soybean seed protein and oil concentration before harvest (2004) // *Journal of the American Oil Chemists' Society* November 2004, Volume 81, Issue 11, pp 1021–1027.
11. Балан Г.О., Ткачик С.О., Орленко Н.О., Бушулян О.В. Аналіз фітосанітарного стану посівів різних сортів сої в умовах Південного Степу України. *Plant Var. Stud. Prot.* 2018. Т. 14, № 3. С. 295–301. Doi : 10.21498/2518-1017.14.3.2018.145300.
12. Васильківська С.В., Орленко Н.С., Ткачик С.О., Худолій Л.В. Особливості формування ринку сої культурної в Україні // *Plant Varieties Studying and Protection*. 2018. О. 14, 4. №. 422–430. URL : <https://doi.org/10.21498/2518-1017.14.4.2018.151911>.
13. Чехов С.А., Чехова І.В. Ринок сої України: Тенденції та перспективи. *Економіка України*. 2012. № 10. С. 46–55.
14. Чалий А.А. Формування ринку сої та продуктів її переробки в Україні. *Науковий вісник НУБІП України. Сер. : Економіка, аграрний менеджмент, бізнес*. 2013. Вип. 181, Ч. 4. С. 310–316.

15. Методика проведення кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення в Україні. Загальна частина. 4-те вид., випр. і доп. Вінниця : ФОП Корзун Д.Ю., 2017. 119 с.

16. Закон України «Про охорону прав на сорти рослин». URL : <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/3116-12>.

17. Compton M.E. Statistical methods suitable for the analysis of plant tissue culture data. *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* 1994. Vol. 37, Iss. 3. P. 217–242. Doi : 10.1007/BF00042336.

18. Лещук Н.В., Мажуга К.М., Орленко Н.С., Шкапенко Є.А. Порівняльний аналіз статистичних програмних продуктів для кваліфікаційної експертизи сортів рослин на придатність до поширення. *Plant Var. Stud. Prot.* 2017. Т. 13, № 4. С. 429–435. doi : 10.21498/2518-1017.13.4.2017.117757.

19. Бююль А., Цефель П. SPSS : искусство обработки. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей. Санкт-Петербург : Диа-СофтЮП, 2002. 608 с.