

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ ДЛЯ ВИБОРУ КРАЩОГО ГІБРИДУ СОНЯШНИКУ ЗА УМОВ ВИРОЩУВАННЯ У ЗОНІ СТЕПУ УКРАЇНИ

О. А. Єременко, к.с.-г.н., докторант, Національний університет біоресурсів природокористування України

Л. А. Покопцева, к.с.-г.н., доцент, Таврійський державний агротехнологічний університет

Робота присвячена визначенню більш адаптованих гібридів соняшнику для вирощування в умовах недостатнього зволоження Степової зони України. Проаналізовано врожайність та якість насіння гібридів у 2013 – 2015 рр. Було побудовано ранжируваний ряд за цими показниками. З урахуванням природно-екологічної зони, генетичного потенціалу гібриду і стійкості до несприятливих факторів середовища, встановлено, що найбільш адаптованим до умов Степу України є гібриди соняшнику Одеський 249, Армада та Санай.

***Ключові слова:** соняшник, врожайність, натура, пустозерність, маса 1000 насінин, ранжируваний ряд.*

Постановка проблеми. Соняшник – основна олійна культура України. За статистичними даними, в багатьох агропідприємствах півдня України на соняшник припадає 55 - 75 % прибутку від рослинництва. Так, через низькі витрати обігових коштів та високу ліквідність продукції, виробництво насіння, навіть за рівнем врожайності 8 ц/га, вважається рентабельним [1]. Посівні площі під соняшником протягом останніх років становлять понад 6 млн га, що в середньому складає 62 % від усієї площі технічних культур України.

У насінництві соняшнику істотною проблемою є низька продуктивність батьківських форм, яка стримує швидке впровадження у виробництво нових сортів і гібридів різних груп стиглості та призначення [2]. Одним з важливих завдань сучасного рослинництва є розробка наукових основ технологій вирощування і вибір кращих сортів і гібридів соняшнику для різних зон [3-4].

На сучасному етапі розвитку науки все більшу роль в адекватній оцінці сортів та гібридів соняшнику відіграють методи математичного моделювання, особливо такі, як кластерний аналіз, вивчення стабільності та пластичності за методикою Еберхарда-Рассела, та ін. [5-6].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Вчені усього світу, що працюють з олійними культурами, вважають своєю головною метою збільшення виробництва харчової та технічної олії. Створення нових сортів і гібридів спроможне істотно підвищувати врожай соняшнику та покращувати його якість. Показники продуктивності рослин гібридів та сортів соняшнику залежать від їх біологічних особливостей, агрометеорологічних умов вирощування та технологій (строки сівби, норми внесення мінеральних добрив, способи боротьби з бур'янами, застосування регуляторів росту рослин тощо). При цьому необхідно відмітити, що від формування репродуктивних органів гібридів та сортів соняшнику, таких як розмір кошику, маса 1000 насінин, рівень лушпинності, буде залежати врожайність насіння і його якість [4, 7]. Ці особливості є індивідуальними для нових гібридів та сортів і для максимальної реалізації

потенційної продуктивності необхідно вивчати їх в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах [8-10].

Серед природних факторів зони південного Степу України є недостатня вологозабезпеченість рослин внаслідок посушливості клімату. У таких умовах вирішального значення набувають підбір посухостійких гібридів і розробка вологозберігаючих технологій.

В останні роки у виробництві з'явилося багато нових сортів і гібридів соняшнику, які відрізняються від тих, що вирощувалися раніше, скоростиглістю, морфобіологічними ознаками, підвищеною стійкістю проти затінення, хвороб, вилягання, вищою врожайністю та якістю продукції. Але реакція їх на умови вирощування у Південному Степу практично не вивчена.

Мета досліджень полягала у визначенні рівня врожайності, якості насіння різних гібридів соняшнику в умовах південного Степу України та визначенні кращого гібриду за допомогою методу багатокритеріальної оптимізації.

Методика та умови проведення досліджень. Наукові дослідження проводили упродовж 2013 – 2015 років методом постановки польових, лабораторно-польових дослідів, згідно методики польового дослідів та методики проведення дослідів у рослинництві [11].

Для досягнення встановленої мети був закладений польовий дослід з чотириразовою повторністю. Варіанти розміщувалися систематично. Площа кожної дослідної ділянки становила 300 м², облікової – 50 м².

Ґрунти дослідних ділянок – чорноземи звичайні з вмістом гумусу 3,5 %.

Соняшник висівали у кінці квітня з шириною міжрядь 70 см і нормою висіву 60 тис.шт./га. Гібриди вирощували за стандартною технологією, рекомендованою для зони південного Степу. Всі технологічні процеси та обробки були ідентичними.

Дослідження показників продуктивності проводили у лабораторії моніторингу якості ґрунтів та продукції рослинництва НДІ Агротехнологій та екології Таврійського державного агротехнологічного університету.

Математичну обробку результатів прово-

дили з використанням критерію Ст'юдента [12] за комп'ютерною програмою Agrostat.

Умови зволоження ґрунту в період дослідження різнилися, як за кількістю опадів, так і за рівномірністю їх випадання (табл. 1).

Майже однакова кількість опадів за вегетаційний період була в 2013 р. - 122 мм та 2015 р. - 155 мм, тоді як в 2014 р. опадів випало майже в 2 рази більше - 233 мм.

Таблиця 1

Гідротермічні умови періоду вегетації рослин соняшнику у роки проведення досліджень

Показники	2013	2014	2015
Кількість опадів за вегетаційний період, мм	122	233	155
Сума активних (вище +10°C) температур, °C	2996	2869	2756
CHU*	3519	3375	3225
Гідротермічний коефіцієнт	0,41	0,81	0,56
Мінімальна відносна вологість повітря в період цвітіння, %	61,8	36,9	45,8

*- одиниці накопичення тепла (Crop Heat Units - CHU) [13]

У той же час 2013 та 2015 роки вирізнялися нерівномірним випаданням опадів, високими температурами і значною ґрунтовою посухою в період від сходів до досягання насіння. Разом з цим, 2014 рік характеризувався найменшою вологістю повітря у період цвітіння соняшнику (36,9 %) порівняно з 2013 та 2015 рр. Показники ГТК років досліджень коливалися в межах 0,4 – 0,8. Гідротермічні умови 2014 року порівняно з 2013 та 2015 були більш оптимальними як за кількістю, так і за рівномірністю випадання опадів.

Результати досліджень. Аналіз продуктивності гібридів соняшнику показав, що елементи структури врожаю взаємопов'язані. Приріст врожаю насіння забезпечується не збільшенням одного з показників, а оптимальним співвідношен-

ням всіх його компонентів.

Урожайність гібридів є основною селекційною ознакою, формування якої залежить від її складових, які в свою чергу знаходяться під впливом факторів зовнішнього середовища. Діапазон урожайності гібридів за період дослідження склав 1,6 – 1,9 т/га (табл. 2). При цьому вища урожайність була відмічена у 2015 році. Маса насіння в одному кошику мала подібну тенденцію за роками. Слід відмітити, що найбільшу масу насіння в кошику і, відповідно, врожайність формували гібриди Одеський 249, Армада, Альфа, Логос, Санай, порівняно з іншими гібридами. Це зумовлено селекційними ознаками і кращою їх пристосованістю до вирощування у зоні сухого Степу.

Таблиця 2

Маса насіння та врожайність гібридів соняшнику за умов вирощування у Степу України

Гібриди	Маса насіння в одному кошику, г			Урожайність, т/га		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Зубр	39,60	37,43	40,80	1,3	1,6	1,8
Одеський 249	58,55	54,81	58,47	2,4	2,3	2,5
Форвард	30,18	25,36	27,24	1,2	1,1	1,1
Ясон	35,08	31,75	33,96	1,3	1,4	1,5
Армада	53,92	58,43	60,18	2,1	2,5	2,5
Персей	38,34	26,29	47,54	1,7	1,8	1,9
Альфа	40,94	29,54	48,27	1,8	1,7	2,2
Логос	38,94	27,86	57,74	1,8	1,8	2,1
Савінка	30,91	29,81	40,85	1,7	1,6	1,7
Медіум	38,25	36,58	43,95	1,8	1,6	2,0
Тунка	36,47	35,87	43,17	1,5	1,5	1,8
Санай	40,39	39,19	47,41	1,9	1,9	2,2
Середнє за рік	40,13	36,08	45,80	1,7	1,6	1,9
НІР ₀₅	9,72	7,38	8,07	0,4	0,5	0,3

Рівень насінневої продуктивності соняшнику залежить від маси 1000 насінин (табл. 3). Маса 1000 насінин соняшнику – є одним з головних показників якості насіння, який характеризує запас поживних речовин у насінні. Це генетично зумовлений показник, але він може змінюватися залежно від ґрунтово-кліматичних умов та агротехнічних заходів

Нами доведено, що максимальну масу 1000 насінин за 2013 – 2015 роки формували гібриди соняшнику Зубр, Одеський 249, Форвард. Гібриди Персей, Альфа, Логос мали насіння з більшою масою 1000 насінин лише у 2015 році, який був найбільш сприятливий за гідро-

термічними умовами.

Одним із важливих показників якості врожаю є натура. На величину показника впливає велика кількість чинників, але домінуючим є кліматичні умови та технологія вирощування. За період 2013 – 2015 років встановлено, що найменша натура насіння спостерігалась у гібридів Зубр і Персей (табл. 3).

Слід відмітити, що гібриди Одеський 249, Санай, Форвард, Ясон за показником натури перевищували гібриди Зубр і Персей на 17 – 29 % у кожний із років досліджень.

За показником пустозерності насіння (табл. 4) гібриди соняшнику достовірно різнилися за

роками досліджень. Найбільше значення даного показника спостерігали у 2014 році (табл. 4). На нього суттєво вплинули погодні умови, особливо недостатня кількість опадів і низька вологість повітря у період запилення квіток. Відмічено, що

максимально високий показник пустозерності у 2014 році спостерігався у гібридів Зубр і Форвард, що, відповідно, відобразилося на зменшенні їх врожайності.

Таблиця 3

Показники якості насіння гібридів соняшнику у зоні південного Степу

Гібриди	Маса 1000 насінин, г			Натура, г/л		
	2013	2014	2015	2013	2014	2015
Зубр	52,39	47,52	54,18	269,1	260,7	276,6
Одеський 249	51,66	48,41	54,98	343,7	327,9	370,1
Форвард	49,27	45,39	48,85	333,3	327,7	332,2
Ясон	47,31	45,14	45,72	340,8	332,1	324,3
Армада	40,83	43,69	46,48	296,7	303,6	314,9
Персей	33,08	32,19	52,34	254,6	250,1	300,1
Альфа	38,42	36,02	53,47	270,8	254,8	309,5
Логос	35,78	33,98	62,71	263,9	268,5	330,8
Савінка	39,42	25,83	47,53	281,7	263,7	298,8
Медіум	39,34	29,47	44,93	279,6	281,6	331,4
Тунка	35,42	33,34	40,08	296,7	283,4	308,1
Санай	40,05	38,61	46,78	308,5	315,7	316,4
Середнє за рік	41,91	38,30	49,84	295,0	289,15	317,77
НІР ₀₅	4,62	3,54	5,03	10,1	17,8	19,9

Загалом, протягом 2013 – 2015 років, стабільно меншу пустозерність мали гібриди соняшнику Армада, Тунка і Санай, що вказує на їх кра-

щу пристосованість до екстремальних умов вирощування.

Таблиця 4

Пустозерність різних гібридів соняшнику у зоні Степу України, %

Гібриди	Рік досліджень		
	2013	2014	2015
Зубр	4,7	24,3	1,3
Одеський 249	3,5	19,6	3,2
Форвард	6,9	22,3	5,3
Ясон	5,5	14,7	7,5
Армада	1,3	7,4	2,4
Персей	4,7	9,3	7,3
Альфа	5,0	13,4	8,1
Логос	2,7	18,4	9,3
Савінка	8,3	15,3	7,2
Медіум	6,2	12,4	5,1
Тунка	1,1	7,7	1,5
Санай	1,3	8,2	0,8
Середнє за рік	4,3	12,4	4,9
НІР ₀₅	0,4	0,3	0,3

Широкий асортимент посівного матеріалу на ринку України ставить сільгоспвиробників у певне становище щодо вибору кращого гібриду. Вибір ідеального гібриду соняшнику визначає проведення їх порівняльної оцінки за властивостями. В зв'язку з цим виникає потреба використання механізму прийняття рішень за багатьма критеріями, який дозволяє виключити вплив на цільову функцію одиниць вимірювання показників, а також величин інтервалів допустимих значень кожного критерію на вибір кращого варіанту дослідження (цільову функцію) [14].

Для того, щоб виключити вплив одиниць вимірювання показників якості насіння соняшнику різних варіантів дослідження проводили операцію нормування, яка дозволяє перевести значення показників якості у безрозмірні величини

$$(f_j \rightarrow \hat{f}_j).$$

Після проведення операції нормування проводиться розрахунок значень цільової функції (φ) для кожного варіанту дослідження (x_i).

Вибір кращого варіанту дослідження визначається з умов найбільшого наближення його цільової функції $[\varphi(x_i)]$ до цільової функції ідеального варіанту $[\varphi(x^u)]$, яка дорівнює нулю. Якщо величина цільової функції гібриду $\varphi(x_i)$ в діапазоні значень критеріїв має менше значення, то такий варіант більш придатний до вирощування.

У таблиці 4 представлені дані, отримані для вибору найбільш придатного для вирощування гібриду соняшнику з двосторонньою альтернативно-критеріальною класифікацією, в яких дані значення критеріїв f_j , що характеризують по-

казники продуктивності і якості насіння A_j – в кількісних шкалах та у безрозмірному вигляді.

Для насіння соняшнику всіх гібридів при проведенні порівняльної оцінки результатів досліджень встановлений ранжируваний ряд, який характеризує кращу пристосованість до вирощування у зоні південного Степу.

Таким чином, оптимальним для вирощування (табл. 5) є гібрид соняшнику Одеський 249 – перший ранг ($\varphi(x_1)=0,95$). Другий ранг – гібрид Армада, що підтверджується значенням цільової

функції $\varphi(x_2)=1,25$. Третій – гібрид Санай ($\varphi(x_3)=1,95$), четвертий – гібрид Тунка ($\varphi(x_4)=2,82$), п'ятий – Ясон ($\varphi(x_5)=2,84$), шостий – Логос ($\varphi(x_6)=2,95$), сьомий – Зубр ($\varphi(x_7)=3,02$), восьмий – Альфа ($\varphi(x_8)=3,05$), дев'ятий – Медіум ($\varphi(x_9)=3,07$), десятий – Персей ($\varphi(x_{10})=3,28$), одинадцятий – Форвард ($\varphi(x_{11})=3,41$). Найгірші показники за роки досліджень мав гібрид соняшнику Савінка – дванадцяте місце ($\varphi(x_{12})=3,77$).

Таблиця 5

Результати значень цільових функцій $\varphi(x_1)\dots\varphi(x_{12})$ при виборі оптимального варіанту соняшнику різних гібридів

Альтернативи		Критерії, A_j										Значення цільових функцій, $\varphi(x_i)$	Ранг
		Пустозерність (%), A_1		Маса насіння у кошику (г), A_2		Маса 1000 насінин (г), A_3		Натура, г/л, A_4		Врожайність, т/га, A_5			
		f_1	\hat{f}_1	f_2	\hat{f}_2	f_3	\hat{f}_3	f_4	\hat{f}_4	f_5	\hat{f}_5		
x1	Зубр	10,1	0,22	39,3	0,39	51,4	0,90	268,8	0,08	1,6	0,40	3,02	7
x2	Одеський 249	8,8	0,37	57,3	0,93	51,7	0,91	347,2	0,91	2,4	0,93	0,95	1
x3	Форвард	11,5	0,06	27,6	0,03	47,8	0,70	331,1	0,74	1,1	0,07	3,41	11
x4	Ясон	9,2	0,32	33,6	0,21	46,1	0,60	332,4	0,75	1,4	0,27	2,84	5
x5	Армада	3,7	0,95	57,5	0,94	43,7	0,47	305,1	0,46	2,4	0,93	1,25	2
x6	Персей	7,1	0,56	37,4	0,33	39,2	0,22	268,3	0,07	1,8	0,53	3,28	10
x7	Альфа	8,8	0,37	39,6	0,40	42,6	0,41	278,4	0,18	1,9	0,60	3,05	8
x8	Логос	10,1	0,22	41,5	0,45	44,2	0,50	287,7	0,27	1,9	0,60	2,95	6
x9	Савінка	10,3	0,20	33,9	0,22	37,6	0,13	281,4	0,21	1,7	0,47	3,77	12
x10	Медіум	7,9	0,47	39,6	0,40	37,9	0,15	297,5	0,38	1,8	0,53	3,07	9
x11	Тунка	3,4	0,99	38,5	0,36	36,3	0,06	296,1	0,37	1,6	0,40	2,82	4
x12	Санай	3,4	0,99	42,3	0,48	41,8	0,36	313,5	0,55	2,0	0,67	1,95	3
f_j^-		3,3		26,5		35,2		261,6		1,0			
f_j^+		12,0		59,6		53,3		355,9		2,5			
$f_j(x^u)$			1		1		1		1		1		
f_j^{onn}		3,3 (min)		59,6 (max)		53,3 (max)		355,9 (max)		2,5 (max)			

Висновок: враховуючи агрометеорологічні умови вирощування соняшнику за 2013 – 2015 рр. в Степу України, генетичний потенціал гібридів та стійкість до несприятливих факторів середовища, найбільш адаптованими до умов недо-

статнього зволоження є гібриди соняшнику Одеський 249, Армада та Санай, які забезпечували вищу врожайність і якість насіння. Дані гібриди ми пропонуємо агро виробникам для вирощування в умовах південного Степу України.

Список використаної літератури:

1. Статистична інформація // Офіційний сайт Державного комітету статистики України. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua>
2. Клименко І. І. Вплив регуляторів росту рослин і мікродобрива на урожайність насіння ліній та гібридів соняшнику / І. І. Клименко // Селекція і насінництво. – 2015. – Вип. 107. – С. 183–188.
3. Кириченко В. В. Виробництво соняшнику в Україні: стан і перспективи / В. В. Кириченко, В. П. Коломацька, К. М. Маляк, В. І. Сивенко // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – Вип. 7. – 2010. – С. 281 – 287.
4. Маркова Н. В. Вплив строків сівби і технологічних особливостей вирощування на формування врожайності гібридів соняшнику та якість їх насіння / Н. В. Маркова // Вісник аграрної науки Причорномор'я. — Миколаїв, 2010 — Вип. 2 (53). — С. 212—218.
5. Hernandez L. F. Morphogenesis in sunflower (*Helianthus annuus* L.) as affected by exogenous application of plant growth regulators / L. F. Hernandez // Agriscientia. - Vol. XII. – 1996. – P. 3–11.
6. Dimitrov S. G. The stability and flexibility of modern sunflower hybrids / S. G. Dimitrov // Scientific Magazine NSC "Institute of Agriculture NAAS". – Vol. 3. – 2015. – P. 117–124.
7. Гаврилук М. М. Олійні культури в Україні: Навч. посіб. / За ред. В. Н. Салатенко. – К. : Основа, 2008. – 420 с.

8. Андрієнко А. Л. Фактори впливу на ефективність вирощування соняшнику / А. Л. Андрієнко // Агроном. - №4. – 2010. – С. 64.
9. Гальченко Н. М. Вплив кліматичних показників на отримання сходів багаторічних трав у південному регіоні / Н. М. Гальченко, А. Г. Желтова // Зрошуване землеробство. – 2010. – Вип. 53. – С. 380–384.
10. Soil quality. Methods of determination of organic matter: DSTU [Valid from 2007-04-29]. – К. : Derzhspozhivstandart of Ukraine, 2007. – 11 p. — (National standard of Ukraine).
11. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – М.: Колос, 1973. – 28 – 40 с.
12. Лакин Г. Ф. Биометрия / Лакин Г. Ф. – М.: Высшая школа, 1990. – 352 с.
13. Brown D. M. Crop Heat Units for Corn and Other Warm Season Crops in Ontario / D. M. Brown, A. Bootsma // Factsheet Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs. – 1993. – P. 32–41.
14. Теплицкий М. Г. Многокритериальный выбор комплексов технических средств для животноводства / М. Г. Теплицкий // Техника в сельском хозяйстве. – 1989. - №6. – С. 25.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ ВЫБОРА ЛУЧШЕГО ГИБРИДА ПОДСОЛНЕЧНИКА В УСЛОВИЯХ ВЫРАЩИВАНИЯ В ЗОНЕ СТЕПИ УКРАИНЫ

О. А. Еременко, Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Л. А. Покопцева, Таверийский государственный агротехнологический университет

Работа посвящена определению более адаптированных гибридов подсолнечника для выращивания в условиях недостаточного увлажнения Степной зоны Украины. Проанализированы урожайность и качество семян исследуемых гибридов на протяжении 2013 – 2015 гг. Был построен ранжированный ряд на основе этих показателей. С учетом природно-экологической зоны, генетического потенциала и стойкости к неблагоприятным факторам среды, установлено, что наиболее адаптированным к условиям Степи Украины являются гибриды подсолнечника Одесский 249, Армада и Санай.

Ключевые слова: подсолнечник, урожайность, натура, пустозерность, масса 1000 семян, ранжированный ряд.

THE USE OF THE METHOD OF MULTICRITERIA OPTIMIZATION FOR THE CHOICE OF THE BETTER HYBRID OF SUNFLOWER IN THE CONDITIONS CULTIVATION IN THE ZONE OF THE STEPPE OF UKRAINE

O. A. Yeremenko, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

L. A. Pokoptseva, Tavria State Agrotechnological University of Ukraine

Climate of the Steppe zone of Ukraine is recently characterized by substantial temperature increase, decrease of rainfalls, and their irregularity. This led to the decrease of the stock of productive moisture in the arable and meter layers of the soil, occurrence of prolonged hydrothermal stresses during critical phases of plant development, especially of the late spring crops including sunflower.

Field studies were carried out over the period 2013-2015 in the scientific-production centre of Tavria State Agrotechnological University (Melitopol district, Zaporizhzhia region, Ukraine), and laboratory studies – in the Laboratory for the Soil and Crop Production Quality (Scientific Research Institute of Agrotechnology and Ecology at TSAU). Field and mathematical-statistical methods were used. The soil of study plots was represented by chernozem containing 3.5 % of humus. Soil moisture conditions in the research years differed, both by the rainfall amount, and its uniformity.

Modern varieties and hybrids of sunflower show a pronounced response to changes in agrometeorological conditions of their growing. In recent years, significant fluctuations of hydrothermal indices between years have occurred even in the same soil and climatic locations thereby providing a significant effect on the exhibition of individual characteristics and properties of agricultural crops and, as a result, of their macro-characteristics, including yield. This introduces the issue of increasing requirements to adaptive capacities of created varieties and hybrids of sunflower. Highly adapted varieties and hybrids are the key to a stable yield in varying agrometeorological conditions and different eco-geographical zones. The assessment of adaptive and stability capacities of seed material is a prerequisite for the selection of highly adaptive forms.

The highest yield of the studied hybrids was observed in 2015 when, in spite of the unfavourable hydrothermal index of the year, the minimum relative air humidity during the flowering period was optimal (45.8%).

Growing hybrids of different levels of intensity, genetically and biologically diverse, allows the effective exploitation of agroecological potential of different zones.

Keywords: sunflower, yield, seed volume-weight, seed emptiness, weight of 1000 seeds, the ranged row.

Надійшла до редакції: 9.10.2017.

Рецензент: Троценко В.І.