

## Environmental plasticity and stability of confectionery sunflower varieties in the conditions of the Eastern Forest Steppe of Ukraine

D. Chuiko  | R. Kryvoruchenko

### Article info

Correspondence Author  
D. Chuiko  
E-mail:  
[chuiko93ua@gmail.com](mailto:chuiko93ua@gmail.com)State Biotechnological  
University,  
44 Alchevsky Str., Kharkiv,  
61002, Ukraine

**Citation:** Chuiko, D., & Kryvoruchenko, R. (2023). Environmental plasticity and stability of confectionery sunflower varieties in the conditions of the Eastern Forest Steppe of Ukraine. *Scientific Progress & Innovations*, 26 (3), 26–30. doi: 10.31210/spi2023.26.03.05

The adaptive potential of the plant is an important selection feature that contributes to the sustainable development of agriculture and obtaining stable harvests. High indicators of ecological plasticity and stability of sunflower allow obtaining stable and high-quality crops even in conditions of sudden changes in climate. The main goal of the research was to study the indicators of ecological plasticity and stability of sunflower genotypes for confectionery use Lakomka, Liuks, Myr, Donskyi Krupnoplidnyi and Shchelkunchyk. The task of the study was to evaluate the formation of the main structural elements of productivity of the studied genotypes in the conditions of the Left Bank Forest Steppe of Ukraine. The research was carried out according to the method of state variety testing, and the calculation of ecological plasticity and stability of varieties according to the method of Eberthart & Russel with the calculation of linear regression ( $b_i$ ) and the index of environmental conditions ( $I_j$ ). It was established that the varieties Shchelkunchyk, Lakomka, Liuks and Myr had no significant differences on average during the study and were within the range of  $180 \pm 22.7$ – $185 \pm 27.1$  cm, respectively, and the highest indicator was characterized by the variety Donskyi Krupnoplidnyi  $230 \pm 40.8$  cm. At the same time, a strong negative correlation ( $r = -0.86$ ) was noted between plant height and seed oil content, the values of which averaged over the years in the range of  $40.3 \pm 2.9$ – $45.4 \pm 0.9$  %. According to the results of field research in the period 2018–2021, high yield indicators of Lakomka, Liuks, Donskyi Krupnoplidnyi and Shchelkunchyk varieties were established in the range of  $47.3$ – $36.8$  c/ha and the weight of 1000 seeds at the level of  $108 \pm 27.0$ – $99 \pm 22.8$  g and positive correlation dependence between features  $r = 0.93$ , respectively. According to the calculations of ecological plasticity, it was established that the varieties Shchelkunchyk Lakomka and Donskyi Krupnoplidnyi ( $b_i = 1.72$ ; 1.41; 1.14) should be grown using intensive technologies, and the varieties Liuks and Myr ( $b_i = 0.36$ ) should be grown using extensive technologies. Among the studied sample of cultivar genotypes, the Lakomka variety with an index of  $\sigma_d^2 = 6.4$  was noted for its environmental resistance.

**Keywords:** confectionery sunflower, ecological plasticity, adaptive potential, productivity, variety.

## Екологічна пластичність та стабільність сортів кондитерського соняшнику в умовах Східного Лісостепу України

Д. В. Чуйко | Р. В. Криворученко

Державний  
біотехнологічний  
університет,  
м. Харків, Україна

Адаптивний потенціал рослини є важливою селекційною ознакою, що сприяє сталому розвитку сільського господарства та отриманню стабільних урожаїв. Високі показники екологічної пластичності та стабільності соняшнику дозволяють отримувати стабільні та якісні урожаї навіть в умовах різких змін клімату. Основною метою дослідження було вивчення показників екологічної пластичності та стабільності генотипів соняшнику кондитерського напрямку використання Лакомка, Люкс, Мир, Донський Крупноплідний і Щелкунчик. Завданням дослідження було провести оцінку формування основних структурних елементів урожайності досліджуваних генотипів в умовах Лівобережного Лісостепу України. Дослідження проводили за методикою державного сортопробування, а розрахунок екологічної пластичності та стабільності сортів за методикою Eberthart & Russel з обчисленням лінійної регресії ( $b_i$ ) та індексу умов середовища ( $I_j$ ). Встановлено, що за ознакою висоти рослини сортів Щелкунчик, Лакомка, Люкс та Мир в середньому протягом дослідження не мали суттєвих відмінностей та знаходилися у межах  $180 \pm 22.7$ – $185 \pm 27.1$  см відповідно, а найвищим показником характеризувався сорт Донський Крупноплідний  $230 \pm 40.8$  см. Водночас, була відмічена сильна від'ємна кореляція ( $r = -0.86$ ) ознаки висоти рослини з вмістом олії у насінні, показники якої були в середньому за роки у межах  $40.3 \pm 2.9$ – $45.4 \pm 0.9$  %. За результатами польових досліджень у період 2018–2021 рр., встановлені високі показники урожайності сортів Лакомка, Люкс, Донський Крупноплідний і Щелкунчик у межах  $47.3$ – $36.8$  ц/га і маси 1000 насінин на рівні  $108 \pm 27.0$ – $99 \pm 22.8$  г та позитивної кореляційної залежності між ознаками  $r = 0.93$  відповідно. За проведеними розрахунками екологічної пластичності встановлено, що сорти Щелкунчик Лакомка та Донський Крупноплідний ( $b_i = 1.72$ ; 1.41; 1.14), слід вирощувати за інтенсивних технологій, сорти Люкс і Мир ( $b_i = 0.36$ ) за екстенсивними. Серед досліджуваної вибірки генотипів сортів за ознакою екологічної стабільності був відмічений сорт Лакомка з індексом  $\sigma_d^2 = 6.4$ .

**Ключові слова:** кондитерський соняшник, екологічна пластичність, адаптивний потенціал, урожайність, сорт.

**Бібліографічний опис для цитування:** Чуйко Д. В., Криворученко Р. В. Екологічна пластичність та стабільність сортів кондитерського соняшнику в умовах Східного Лісостепу України. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (3). С. 26–30.

## Вступ

Урожайність сільськогосподарських культур, їх здатність до нормального росту і розвитку в певних кліматичних умовах значною мірою визначається взаємодією в системі генотип-середовище, без зниження основних елементів продуктивності [1–4]. Селекційно-генетичні методи створення нових сортів і гібридів постійно розвиваються і удосконалюються саме з урахуванням такої взаємодії між генотипом та мінливими умовами середовища [5–7].

Вирощування кондитерського соняшнику є відносно новим напрямком в сільському господарстві, що активно розвивається у світі та становить близько 4 % від загальних посівів даної культури [8]. В Україні вирощуванням кондитерського соняшнику займається близько 9 % агропідприємств, з часткою посівних площ в межах 6–100 % [5]. Кондитерський соняшник переважно використовується у вигляді домішок до борошна при випіканні хліба та кондитерських виробів. Для кондитерського соняшника характерним є унікальні біохімічні показники насіння та можливість давати високі показники урожайності в межах 5 т/га [9].

При вирощуванні соняшника кондитерського напрямку використання, як і традиційного олійного, перевага надається гетерозиготним гібридам, а не сортам. При цьому, сорти соняшнику є селекційно цінним вихідним матеріалом, представлений популяціями гетерозиготних рослин, які мають складну і різноманітну генетичну структуру [10].

Відповідно до результатів досліджень різних авторів, посіви соняшнику формують складну динамічну систему, пов'язану з ґрунтовими та кліматичними чинниками і передумовою для змін яких, є відмінності у тривалості різних фаз розвитку рослини [11, 12].

Під час аналізу екологічної пластичності сортів та селекційної їх стабільності, потрібно враховувати біологічні, сортові, фізіологічні та морфологічні особливості рослин [13]. Поліморфна родина, з якої походить соняшник (*Helianthus annuus L.*), є основою його високої адаптивної стійкості, зокрема до посухи, але при цьому враховуючи зміни клімату відмічається зниження урожайності культури [14, 15, 16]. Тому, вивчення екологічної пластичності нових та уже створених генотипів соняшнику в різних ґрунтово-кліматичних умовах є важливим агробіологічним чинником отримання стабільних високих урожаїв даної культури.

## Мета дослідження

Мета дослідження: вивчення екологічної пластичності та стабільності генотипів сортів соняшнику кондитерського напрямку використання Лакомка, Люкс, Мир, Донський Крупноплідний та Щелкунчик.

Завдання дослідження: оцінити сорти кондитерського соняшнику за їх основними елементами формування урожайності в умовах Східного Лісостепу України.

## Матеріали і методи

Полеві дослідження були проведені в період 2018–2021 рр. на дослідному полі кафедри генетики, селекції та насінництва ХНАУ ім. В. В. Докучаєва (нині – Державний біотехнологічний університет).

Матеріалом для дослідження були п'ять сортів кондитерського соняшнику Лакомка, Люкс, Мир, Донський Крупноплідний та Щелкунчик.

Ділянки розміщені систематично, у чотириразовій повторності, площа облікової ділянки становила 16,8 м<sup>2</sup>, схема посіву 70×25 см, попередник озима пшениця, густина стояння 57 тис./га. Висоту визначали на 30 день після цвітіння, оцінку продуктивних характеристик та олійності насіння проводили при повній біологічній стиглості насіння. Вміст олії визначали методом ЯМР аналізу в лабораторії генетики, біотехнології та якості ІР ім. В. Я. Юр'єва НААН України [17–19]. Статистичну обробку даних проводили за допомогою програм Microsoft Office Excel 2010 та Statistica 10.

Екологічну пластичність сортів соняшника розраховували за методикою Eberhart & Russel [20]. Основні показники пластичності визначали за формулами:

Середня урожайність по досліді:

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y_{ij}}{v \times n}$$

де,  $\sum Y_{ij}$  – сума показника урожайності по сортах та роках дослідження;

$v$  – кількість сортів;

$n$  – кількість років.

Індекс умовного середовища:

$$I_j = \frac{\sum Y_{ij}}{v} - \frac{\sum \sum Y_{ij}}{v \times n}$$

де,  $\sum Y_{ij}$  – сума врожайності всіх сортів за певний рік;

$\sum \sum Y_{ij}$  – сума врожайності всіх сортів за всі роки;  $v$  – кількість сортів;

$n$  – кількість років.

Екологічна пластичність сорту:

$$b_i = \frac{\sum Y_{ij} I_j}{\sum I_j^2}$$

де,  $\sum Y_{ij} I_j$  – сума добутку врожайності певного сорту за певний рік на відповідну величину індексу умов середовища;

$\sum I_j^2$  – сума квадратів індексів умов середовища.

Стабільність урожайності:

$$Y_{ij} = x_i + b_i \times I_j$$

де  $x_i$  – середня врожайність  $i$ -сортів за роки випробувань, ц/га;

$b_i I_j$  – добуток коефіцієнта регресії  $i$ -го сорту на індекс умов середовища.

Відхилення фактичної врожайності сорту від теоретичної:

$$\sigma_{ij} = Y_{ij} - x_i$$

де,  $Y_{ij}$  – фактична врожайність певного гатунку за певний рік, ц/га;

$x_i$  – теоретична врожайність сорту за певний рік, ц/га.

Екологічна стабільність:

$$\sigma_d^2 = \frac{\sum \sigma_{ij}^2}{(n - 2)}$$

де,  $\sum \sigma_{ij}^2$  – сума квадратів відхилень фактичної врожайності від теоретичної;

$n$  – кількість пунктів.

Погодні умови у роки дослідження характеризувалися суттєвими коливаннями середньодобової температури, яка в основному, за вегетаційний період, перевищувала середні багаторічні значення. Так, у червні в період основної вегетації соняшнику відмічені середньодобові температури повітря, що перевищували багаторічні показники від 1,7°C до 4,9°C, залежно від року. В період вегетації соняшника протягом усіх років дослідження відмічалися часті сухотви та відсутність опадів в критично важливі періоди розвитку рослин. Так, повна відсутність опадів відмічена в серпні 2018 та 2019 рр. та їх мінімальна кількість у 2020 та 2021 рр. (5,8 мм, 11,8 мм відповідно). Гідротермічний коефіцієнт залежно від року варіював в межах від 0,3 до 0,7.

## Таблиця 1

Порівняльна характеристика основних господарсько-цінних ознак сортів кондитерського соняшнику, середнє за 2018–2021 рр.

Сорт	Висота, см ( $X_{sr} \pm S$ )	Продуктивність з кошика, г ( $X_{sr} \pm S$ )	Маса 1000 насінин, г ( $X_{sr} \pm S$ )	Натура насіння, г/л ( $X_{sr} \pm S$ )	Вміст олії, % ( $X_{sr} \pm S$ )
Щелкунчик	183 ± 22,3	83,0 ± 17,5	108 ± 27,0	319 ± 31,4	44,0 ± 1,9
Люкс	185 ± 27,1	71,9 ± 8,8	100 ± 23,5	308 ± 19,8	45,7 ± 0,5
Лакомка	181 ± 21,1	65,2 ± 17,2	104 ± 16,4	307 ± 5,2	43,8 ± 1,0
Донський Крупноплідний	230 ± 40,8	64,6 ± 15,0	99 ± 22,8	316 ± 16,2	40,3 ± 2,9
Мир	180 ± 22,7	48,0 ± 13,1	86 ± 19,4	313 ± 10,2	45,4 ± 0,9
НІР <sub>05</sub>	2,5	1,9	2,2	5,9	

Для характеристики середовища в якому, вирощували досліджувані сорти був проведений розрахунок індексу умов середовища ( $I_j$ ). Так, для кращого розвитку рослин є умови з позитивним індексом, а гіршими – від'ємними. В результаті проведених розрахунків визначені наступні індекси умов середовища  $I_j$  – 2018= 3,03, 2019= -4,36, 2020= 6,22 та 2021= -4,89 та встановлено, що найгіршими роками для вирощування соняшнику були 2019 та 2021 рр.

Показник лінійної регресії характеризує екологічну пластичність сортів ( $b_i$ ) і дає можливість встановити реакцію генотипів на зміни умов середовища. Чим він вище, тим більшою віддачею будуть характеризуватися генотипи при покращенні агротехнічних умов та умов

## Результати та їх обговорення

В результаті проведених польових досліджень було вивчено рівень прояву основних господарсько-корисних ознак у досліджуваних кондитерських сортів соняшнику. Так, сорти Щелкунчик, Люкс, Лакомка та Мир за висотою рослин знаходилися на одному рівні в межах 180–185 см в середньому за роки дослідження, а сорт Донський Крупноплідний був високорослим 230 ± 40,8 см.

Продуктивність з кошика є головним елементом структури формування врожайності соняшнику, який має сильний кореляційний зв'язок з масою 1000 насінин. Коефіцієнт кореляції між цими ознаками для даної вибірки генотипів становив  $r = 0,93$  ( $p < 0,05$ ). Встановлено, що сорт Щелкунчик мав найвищі показники продуктивності з кошика (83,0 ± 17,5 г) і маси 1000 насінин (108 ± 27,0 г), а найменші – сорт Мир 48,0 ± 13,1 г та 99 ± 22,8 г відповідно. Разом з тим, сорти Люкс, Лакомка та Донський Крупноплідний мали середній рівень реалізації продуктивності в межах від 64,6 ± 15,0 г до 71,9 ± 8,8 г та маси 1000 насінин від 99 ± 22,8 г до 104 ± 16,4 г. Натура насіння не мала суттєвих відмінностей серед вивченого набору сортів та варіювала в межах 307 ± 5,2–319 ± 31,4 г/л.

Вміст олії в насінні соняшнику був в межах від 40,3 ± 2,9 % до 45,7 ± 0,5 % залежно від сорту, що в цілому співпадає з даними в інших дослідженнях [9, 21, 22] та ДСТУ 7011:2009. Також, встановлено високі показники від'ємної кореляції даної ознаки з висотою рослин  $r = -0,86$  ( $p < 0,05$ ) (табл. 1).

середовища. Встановлено, що високою пластичністю відрізнялися сорти Щелкунчик ( $b_i = 1,41$ ), Лакомка ( $b_i = 1,72$ ) та Донський Крупноплідний ( $b_i = 1,14$ ). Отримані результати співпадають з результатами інших авторів, зокрема для сорту Лакомка [23–25]. Генотипи, з індексом екологічної пластичності менше одиниці (Люкс  $b_i = 0,36$  та Мир  $b_i = 0,36$ ), варто вирощувати за екстенсивними технологіями з меншими економічними та енергетичними затратами. При цьому, вони будуть давати стабільні високі показники урожайності та рентабельності вирощування. В тому, випадку якщо, індекс лінійної регресії ( $b_i$ ) рівний одиниці, вважається, що такі генотипи мають повну залежність урожайності від зміни їх умов вирощування (табл. 2).

**Таблиця 2**

Урожайність (ц/га) та екологічна пластичність (bi) сортів соняшнику

Сорт	Урожайність за роками, ц/га				$\Sigma Y_i$	$Y_i$	$b_i$
	2018	2019	2020	2021			
Щелкунчик	60,2	38,5	50,1	40,4	189,2	47,3	1,41
Люкс	45,7	43,6	40,5	34,2	164,0	41,0	0,36
Лакомка	39,6	28,1	49,9	31,0	148,6	37,1	1,72
Донський Крупноплідний	38,8	25,0	45,4	38,2	147,4	36,8	1,14
Мир	20,5	32,6	35,0	21,4	109,5	27,4	0,36
$I_j$	3,03	-4,36	6,22	-4,89			

Для встановлення екологічної стабільності досліджуваних генотипів необхідно визначити показники теоретично можливої урожайності та її відхилення від отриманої фактичної. Так, кращими для вирощування сорту Щелкунчик, був 2018 р. 51,6 ц/га (8,60 ц/га), сорту Люкс – 2019 39,4 ц/га (4,18 ц/га), а сорту Лакомка 2020 р. та 2021 р. – 47,8 ц/га (2,02 ц/га) і 28,7 ц/га

(2,28 ц/га) відповідно. Сорт Донський Крупноплідний мав високі показники врожайності, що перевищували теоретично можливі у 2021 р. – 31,3 ц/га (6,94 ц/га), а нижчі у 2019 р. – 31,9 ц/га (-6,83 ц/га). Разом з тим, сорт Мир характеризувався високими показниками урожайності в період 2019–2020 рр., 25,8 ц/га (6,83 ц/га) та 29,6 ц/га (5,32 ц/га) (табл. 3).

**Таблиця 3**

Екологічна стабільність, теоретична урожайність та її відхилення від фактичної у сортів

Сорт	Показники теоретичної урожайності, ц/га				$\Sigma \sigma_{ij}^2$	$\sigma d^2$
	2018	2019	2020	2021		
Щелкунчик	51,6 (8,60*)	41,1 (-2,61)	56,1 (-6,00)	40,4 (0,02)	116,8	38,9
Люкс	42,1 (3,59)	39,4 (4,18)	43,3 (-2,76)	39,2 (-5,01)	63,1	21,1
Лакомка	42,4 (-2,72)	29,6 (-1,58)	47,8 (2,02)	28,7 (2,28)	19,2	6,4
Донський Крупноплідний	40,34 (-1,54)	31,9 (-6,83)	44,0 (1,42)	31,3 (6,94)	99,3	33,1
Мир	28,5 (-7,93)	25,8 (6,83)	29,6 (5,32)	25,6 (-4,23)	155,8	51,9

Примітка: \* відхилення теоретичної урожайності від фактичної

Відповідно, до одержаних даних стосовно екологічної стабільності досліджуваних генотипів, встановлено, що чим вище значення  $\sigma d^2$ , тим, сорт є більш нестабільним. Так, максимальна екологічна стабільність встановлена у сорту Лакомка  $\sigma d^2=6,4$ , тоді як, для сортів Люкс, Донський Крупноплідний, Щелкунчик та Мир даний показник знаходився в межах  $\sigma d^2=21,1-51,9$  відповідно.

### Висновки

За результатами проведених польових досліджень, встановлено рівень реалізації основних господарсько цінних ознак у кондитерських сортів соняшнику в умовах східного Лісостепу. Досліджувані сорти соняшнику мають високі показники продуктивності з кошика в межах 43,0–83,0 г, маси 1000 насінин від  $86 \pm 19,4$  г до  $108 \pm 27,0$  г залежно від сорту. За вмістом олії в насінні сорти варіювали в середньому за роки в межах  $40,3 \pm 2,9-45,7 \pm 0,5$  %.

Встановлено, що сорти Щелкунчик, Лакомка та Донський Крупноплідний характеризуються високими індексами екологічної пластичності ( $b_i=1,41, 1,72$  та  $1,14$  відповідно), що відносить їх, до сортів інтенсивного типу вирощування, а сорти Люкс та Мир ( $b_i=0,36$ ) до екстенсивного.

Виявлено, що сорт Лакомка має найкращі показники екологічної стабільності ( $\sigma d^2=6,4$ ), серед досліджуваної вибірки генотипів.

Перспективи подальших досліджень. Створення на основі виділених генотипів кондитерського соняшнику з різним рівнем екологічної стабільності і пластичності, нового селекційного матеріалу з

високими показниками адаптивного потенціалу та цінним комплексом господарсько-корисних ознак.

### Конфлікт інтересів

Автори стверджують про відсутність конфлікту інтересів щодо їхнього викладу та результатів досліджень.

### References

- Djukic, V., Balesevic-Tubic, S., Djordjevic, V., Tatic, M., Dozet, G., Jacimovic, G., & Petrovic, K. (2011). Yield and quality of soybean seeds as affected by growing conditions. *Ratarstvo i Povrtarstvo*, 48 (1), 137–142. <https://doi.org/10.5937/ratpov1101137d>
- Andrade, F. H., Sadras, V. O., Vega, C. R. C., & Echarte, L. (2005). Physiological determinants of crop growth and yield in maize, sunflower and soybean. *Journal of Crop Improvement*, 14 (1–2), 51–101. [https://doi.org/10.1300/j411v14n01\\_05](https://doi.org/10.1300/j411v14n01_05)
- Ion, V., Dicu, G., & Bășa, A. G. (2013). Yield components at some hybrids of sunflower (*Helianthus annuus* L.) under drought conditions from South Romania. *AgroLife Scientific Journal*, 2(2), 9–14.
- Duca, M., Port, A., Burcovschi, I., Joița-Păcureanu, M., & Dan, M. (2022). Environmental response in sunflower hybrids: a multivariate approach. *Romanian Agricultural Research*, 39, 139–152. <https://doi.org/10.59665/rar3914>
- Kyrychenko, V., Makliak, K., Leonova, N., Kolomats'ka, V., Leonov, O., & Shepilov, B. (2023). Peculiarities of the confectionery sunflower cultivation technology in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Visnyk Agrarnoi Nauky*, 101 (1), 14–21. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202301-02>
- Kolosok, I. (2022). Features of the yield formation of sunflower hybrids in the conditions of the north-eastern Forest Steppe of Ukraine. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 49 (3), 32–39. <https://doi.org/10.32845/agrobio.2022.3.5>

7. Sokol, T. V., Petrenkova, V. P., & Kobyzieva, L. N. (2012). Ekologichna plastychnist ta stabilnist zrazkiv henofondu horokhu za stiikestiu do khvorob ta shkidnykiv. *Seleksiia i Nasinnystvo*, 101, 20–29. [in Ukrainian]
8. Pilorgé, E. (2020). Sunflower in the global vegetable oil system: situation, specificities and perspectives. *OCL*, 27, 34. <https://doi.org/10.1051/ocl/2020028>
9. Ryabovol, L. O., Rakul, I. O., & Kotsuba, S. P. (2019). Value of created experimental hybrides of sunflower confectionery of use. *Naukovi Dopovidi Nacional'nogo Universitetu Bioresursiv i Prirodokoristuvannâ Ukraini*, 2019 (1). <https://doi.org/10.31548/dopovidi2019.01.010>
10. Kyrychenko, V. V., Leonova, O. V., Kryvosheieva, O. V., Riabchun, V. K., Kryvoruchko, T. M., & Rohulina, L. V. (2011). Sorty–populiatzii yak henofond v selektsii kondyterskoho soniashnyku. *Henetychni Resursy Roslyn*, 9, 93–99. [in Ukrainian]
11. González, J., Mancuso, N., & Ludueña, P. (2013). Sunflower yield and climatic variables. *Helia*, 36 (58), 69–76. <https://doi.org/10.2298/hel1358069g>
12. Chuiko, D. (2021). Plant growth regulator effects on sunflower parents and F1 hybrids. *Žemės Ūkio Mokslai*, 28 (2). <https://doi.org/10.6001/zemesukiomokslai.v28i2.4508>
13. Moskalets, V. V., Lavrov, V. V., Moskalets, T. Z., Moskalets, V. I., & Pysarenko, P. V. (2012). Variety of winter triticale «Slavetne»: origin, ecological sustainability, agrobiotic potential, source material. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 4, 7–13. <https://doi.org/10.31210/visnyk2012.04.01>
14. Hanhur, V., Kosminskyi O., Len, O., & Totskyi, V. (2022). Effect of fertilizer on sunflower productivity and seed quality. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, 2, 50–56. <https://doi.org/10.31210/visnyk2022.02.05>
15. Kyrychenko, V. V., Makliak, K. M., Petrenkova, V. P., Kucherenko, Ye. Iu., Zviahintseva, A. M., Kharytonenko, N. S. & Mykhailenko, V. O. (2020). *Soniashnyk. Spetsialna selektsiia: monohrafiia*. Kharkiv: SH NTM «Novyi kurs» [in Ukrainian]
16. Chuyko, D., & Bragin, O. (2021). Efficiency of application of plant growth regulators on different genotypes of sunflower. *European Vector of Development of the Modern Scientific Researches*. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-077-3-29>
17. Hoptsi, T. I., & Proskurnin, M. V. (2003). *Henetyko-statystychni metody v selektsii*. Kharkiv: KhNAU [in Ukrainian]
18. Ermantraut, E. R., Hoptsi, T. I., Kalenska, S. M., Kryvoruchenko, R. V., Turchynova, N. P., & Prysiazhniuk, O. I. (2014). *Metodyka selektsiinoho eksperymentu (u roslynyntstvi)*. Kharkiv: KhNAU im. V. V. Dokuchaieva [in Ukrainian]
19. Volkodav, V. V. (2000). *Metodyka derzhavnoho sortovyprobuvannia silskohospodarskykh kultur. Derzhavna komisii Ukrainy po vyprobuvanniu ta okhoroni sortiv Roslyn. Vypusk 1. Zahalna chastyna*. Kiev: Alefa [in Ukrainian]
20. Eberhart, S. A., & Russell, W. A. (1966). Stability Parameters for comparing varieties1. *Crop Science*, 6 (1), 36–40. <https://doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183x000600010011x>
21. Shovhun, O. O., Yaresko, V. I., Ivanytska, A. P., Liashenko, S. O., Chukhlieb, S. L., Badiaka, O. O., & Shovhun, N. V. (2009). Comparative research of qualitative characteristics in nowadays varieties and hybrids of sunflower (*Helianthus annuus* L.) by plant varieties examination. *Plant Varieties Studying and Protection*, 2(10), 62–69. [https://doi.org/10.21498/2518-1017.2\(10\).2009.59564](https://doi.org/10.21498/2518-1017.2(10).2009.59564)
22. DSTU 7011:2009. *Soniashnyk. Tekhnichni umovy (62699)*. Chynnyi vid 2009-04-27. (2009). Kyiv [in Ukrainian]
23. Detsyna, A. A., Illarionova, I. V., & Scherbinina, V. O. (2020). Calculation of parameters of ecological plasticity and stability of oil sunflower varieties bred in VNIIMK. *Oil Crops*, 183 (3), 31–38. <https://doi.org/10.25230/2412-608x-2020-3-183-31-38>
24. Detsyna, A. A., Illarionova, I. V., & Scherbinina, V. O. (2019). Estimation of environmental plasticity and stability of confectionary sunflower varieties. *Oil Crops*, 179 (3), 35–39. <https://doi.org/10.25230/2412-608x-2019-3-179-35-39>
25. Kyrychenko, V. V., Makliak, K. M., Kutishcheva, N. M., & Varenik, B. F. (2010). Parametry ekologichnoho seredovyscha yak fonu dlia otsinky vrozhaivosti hibrividv soniashnyku. *Faktozy Eksperymentalnoi Evoliutsii Orhanizmiv*, 8, 354–359. [in Ukrainian]

#### ORCID

D. Chuiko  <https://orcid.org/0000-0002-9271-6334>  
 R. Kryvoruchenko  <https://orcid.org/0000-0003-1943-8486>



2023 Chuiko D. and Kryvoruchenko R. This is an open-access article distributed under the Creative Commons Attribution License <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.