

УДК 635.657:631.527:575

**СЕЛЕКЦІЙНА ЦІННІСТЬ ЗРАЗКІВ НУТУ ЗА
ПОСУХОСТІЙКІСТЮ В УМОВАХ СХІДНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ****Н. О. ВУС**, молодший науковий співробітник,**Л. Н. КОБИЗЄВА**, доктор сільськогосподарських наук,**О. М. БЕЗУГЛА**, кандидат сільськогосподарських наук*Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН**E-mail: vus.nadezhda@gmail.com*

Анотація. Нут – посухостійка зернобобова культура, але втрати урожаю внаслідок посухи можуть складати від 30 до 100 %. Оцінка зразків на стійкість до цього фактору дуже важлива для подальшої селекції. З метою вивчення різноманіття колекційних зразків за реакцією на посуху нами застосовано індексний підхід, який широко використовується іноземними вченими. За допомогою семи найпоширеніших з них: індекс сприйнятливості до посухи, індекс толерантності, середня урожайність, індекс стабільності урожаю, індекс урожайності, індекс толерантності до стресу та середнє геометричне урожайності було проведено оцінку зразків нуту з колекції НЦГРРУ для встановлення селекційної цінності цих зразків за стійкістю до посухи. Нами було встановлено, що зразки типу *desi* мають вищий рівень посухостійкості, в порівнянні зі зразками типу *kabuli*. Було виділено 20 джерел посухостійкості нуту в умовах східної частини Лісостепу України: по десять обох морфотипів. Ці зразки можуть бути залучені до селекційних програм по створенню високо адаптивних сортів нуту. За результатами подальших досліджень модельної популяції нуту в 2008 – 2015 рр. було виділено еталони посухостійкості: типу *kabuli* – сорт Дніпровський високорослий (Україна); *desi* – Краснокутський 123 (Росія).

Ключові слова: нут, посухостійкість, східний Лісостеп України, індекс толерантності, індекс сприйнятливості, індекс посухостійкості, еталон посухостійкості

Актуальність. Нут – посухостійка культура, але в світовому виробництві втрати врожаю нуту від посухи сягають від 30 до 100 % [1]. В залежності від того, на яку фазу росту та розвитку припадає посуха чи спека скорочується тривалість вегетаційного періоду, знижується рівень урожайності, загальна біомаса, кількість бобів, кількість насіння, маса насіння, його якість. Оцінка

Вус Н. О., Кобизєва Л. Н., Безугла О. М.

колекційних зразків за рівнем посухостійкості – дуже важливий критерій, але дослідження великої кількості колекційних зразків у лабораторних умовах складне і потребує додаткового часу. Таким чином, оцінка посухостійкості через математичні індекси дуже доцільне.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вченими всього світу використовується велика кількість індексів посухостійкості [2-7]. Turner N. C. зі співавторами розробили модель адаптації зернобобових культур до умов недостатнього зволоження, яка базується на зниженні рівня урожайності в умовах посухи і є уособленням моделі реакції сільськогосподарських культур на посушливі умови [8]. Реакція рослин проявляється в типі росту, водоспоживання та транспірації, комбінації водного балансу ґрунту і моделі фенології культури, індексу урожайності.

Toker C. і Cagirgan M. I. визначили значну кореляцію у нуту між індексами сприйнятливості до посухи і насінневою урожайністю, біологічною урожайністю і середньою урожайністю в умовах посухи [9].

Silim S. N. і Saxena M. C. використовували індекс реакції на посуху (DRI) для ілюстрації індивідуальної реакції генотипу нуту на посушливі умови і використовували регресію урожаю в стресових умовах відносно до нестресових умов [10]. Високий рівень потенційної урожайності (YP) – мета більшості селекційних програм. Зв'язок між потенційною урожайністю, посухостійкістю і коефіцієнтом водоспоживання дуже суперечливий. Часто вивчають тільки зв'язок урожайності і стійкості до посухи, ігноруючи коефіцієнт водоспоживання, що не дає повного розуміння проблеми [11]. Селекція на посухостійкість ускладнена низькою швидкістю технік репродуктивного аналізу, складністю створювати однакові умови вододефіциту, коли потрібно проаналізувати велику кількість зразків [12]. Richards R. A. зі співавторами стверджують, що застосування генетичних методів під час створення посухостійких сортів підвищує результативність селекційної роботи [13]. Індекси посухостійкості, які враховують рівень втрати урожаю під впливом

Вус Н. О., Кобизєва Л. Н., Безугла О. М.

посухи в порівнянні з оптимальними умовами, використовують для відбору посухостійких генотипів. Ці індекси базуються як на стійкості, так і на чутливості генотипів до посухи [14]. Дослідники із CIMMYT розширили поняття А. Е. Hall про посухостійкість як відношення урожаю в однакових умовах посухи у різних генотипів і запропонували розглядати його на генетичному рівні [15]. Реакцію генотипу на посуху часто визначають за рівнем урожайності та продуктивності [2]. Rosielle A. A. і Hamblin J. визначали посухостійкість за індексами толерантності до стресу (TOL), як різницю між урожайністю в стресових (Y_s) і безстресових (Y_p) умовах, та середньої урожайності (MP) між Y_s і Y_p [16]. Fischer R. A. і Maurer R. (1978) запропонували індекс сприйнятливості до стресу (SSI, або DSI) у зернових культур, який характеризує рівень чутливості генотипу до різних стресових факторів, зокрема – посухи [17]. Fernandez G. C. J. запровадив новий індекс (STI = індекс толерантності до стресу), який може бути використаний для ідентифікації генотипів з високим рівнем урожайності як в стресових так і в оптимальних умовах. Також для оцінки посухостійкості зразків він використовував середнє геометричне урожайності зразків (GMP) [14]. Індекс стабільності урожаю (YSI) було запропоновано M. Bousslama і W. T. Schapaugh для оцінки посухостійкості зразків сої [18]. Gavuzzi P. зі співавторами для аналізу зернових культур, окрім вже відомих індексів, запровадив новий: індекс урожайності в стресових умовах (YI), який визначається відношенням урожайності генотипу під впливом стресового фактору до середньої урожайності вивчених зразків в тих же умовах [19].

Використання математичних індексів оцінки посухостійкості значно спрощує визначення посухостійких зразків. Ці індекси обчислюють для широкого спектра культур, таких як пшениця [2], трітіпірум [3], картопля [4], соняшник [5], та інших. Для нуту математичні індекси оцінки посухостійкості було обчислено для країн з екстремально посушливими умовами, таких як Індія [6], Іран [7] та Туреччина [14].

Вус Н. О., Кобизєва Л. Н., Безугла О. М.

Мета дослідження – оцінка селекційної цінності колекційних зразків нуту за посухостійкістю за допомогою індексів посухостійкості та виділення цінних джерел для селекційних програм.

Матеріал і методика дослідження. Дослідження проводили в польових і лабораторних умовах за загально прийнятими методиками [20]. Польові випробування були закладені на дослідних полях Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, попередник – озима пшениця. Агротехніка – загально прийнята при вирощуванні нуту в східній частині Лісостепу України.

Розмір ділянки – 1 м² без повторень, схема посіву – 30 x 10см, посів у оптимальні строки. Стандарти висівали через 20 номерів. Матеріалом для досліджень були 89 зразків з базової колекції нуту Національного центру генетичних ресурсів рослин України (НЦГРРУ): 40 типу *kabuli* та 49 – *desi*. Для більш точного аналізу отриманих даних в наступні роки (2008 – 2015 рр.) було проведено оцінювання модельної популяції зразків нуту, що складається зі зразків із високим проявом важливих селекційних та господарських ознак. Це вісім зразків типу *kabuli*: Дніпровський високорослий, Смячний, Розанна, Пам'ять, Хахут, Тріумф (Україна), Гибрид 25 (Росія), і місцевий зразок з Азербайджану (UD05000196); сім зразків типу *desi*: селекційні сорти: Краснокутський 123 (Росія), Луганець та Колорит (Україна) та місцеві зразки UD05000263 (Україна), UD05000022 (Грузія), UD05000001 (Іран), ΣSK-population (Туреччина).

Для оцінки посухостійкості нуту в умовах Східного Лісостепу було обчислено такі індекси:

1). Індекс сприйнятливості до посухи [17].

$$DSI = \left(1 - \frac{Y}{Y_p}\right) / D \quad (1),$$

де Y – урожайність під впливом посухи, Y_p – урожайність в оптимальних умовах, D – інтенсивність посухи:

Вус Н. О., Кобизєва Л. Н., Безугла О. М.

$$D = 1 - \frac{X}{X_p} \quad (2),$$

де X та X_p – рівень урожайності всіх сортів під впливом посухи та без стресу, відповідно. D коливається від 0 до 1.

2). Індекс толерантності [16]:

$$TOL = Y_p - Y_s \quad (3),$$

де Y_p - урожайність в оптимальних умовах, Y_s – урожайність в умовах посухи.

3). Середня урожайність [15]:

$$MP = \frac{Y_p + Y_s}{2} \quad (4),$$

4). Індекс стабільності урожаю [18]:

$$YSI = \frac{Y_s}{Y_p} \quad (5),$$

5). Індекс урожайності [19]:

$$YI = \frac{Y_s}{\bar{Y}_s} * 100 \% \quad (6),$$

де Y_s – урожайність в умовах посухи, \bar{Y}_s – середня урожайність всіх вивчених зразків в умовах посухи.

6). Індекс толерантності до стресу [14]:

$$STI = \frac{(Y_p * Y_s)}{(\bar{Y}_p)^2} \quad (7),$$

де \bar{Y}_p – середня урожайність в оптимальних умовах.

7). Середнє геометричне (середнє пропорційне) урожайності [14]:

$$GMP = \sqrt{Y_p * Y_s} \quad (8)$$

Серед досліджених років було обрано два роки для порівняння 2006 р. – посушливий: сума опадів за період вегетації нуту (квітень – серпень) склала 207,2 мм, а ГТК = 0,80; і 2007 р. – оптимальний: сума опадів – 250,9 мм (ГТК = 0,99).

Вус Н. О., Кобизєва Л. Н., Безугла О. М.

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз отриманих даних показав, що середній рівень урожайності в посушливому році нижчий порівняно з оптимальним і склав відповідно 325 г/м² і 476 г/м² у зразків типу *kabuli* та 426 г/м² і 449 г/м² – типу *desi*. Втрати урожайності становили в середньому 30,33 % для зразків типу *kabuli* та 2,25 % – типу *desi*. Рівень інтенсивності посухи за формулою Fisher and Maurer (1978) [17] між 2006 роком та 2007 роком дорівнював $D = 0,18$.

Найвищий урожай в умовах посухи серед зразків типу *kabuli* показав сорт Дніпровський високорослий (Україна) – 520 г/м², найменший – сорт Гибрид 25 (Росія) – 155 г/м². Серед зразків типу *desi* максимум урожайності в посушливий рік було відмічено у сорту Краснокутський 123 (Росія) – 570 г/м², мінімум – CDC Nika (Канада) – 230 г/м². Найбільший рівень втрати урожайності в посушливих умовах встановлено у сорту Гибрид 25 (Росія) – 66,67 % (*kabuli*), найменший – сорту Albgat Lena (Росія) – (-68,18 %) (*desi*), тобто перевищення в посушливих умовах.

За показниками урожайності було проаналізовано ряд індексів: DSI – індекс сприйнятливості до посухи, TOL – індекс толерантності до посухи, MP – середня урожайність, YSI – індекс стабільності урожаю, YI – індекс урожайності, STI – індекс толерантності до стресу, GMP – середнє геометричне урожайності, що характеризують посухостійкість зразків. Для порівняння рівня прояву індексу серед досліджених зразків було обчислено медіанний показник, що характеризує середній рівень індексу. Медіанні показники індексів дозволили порівняти зразки двох морфотипів за посухостійкістю. Так нижчий рівень медіани індексів DSI та TOL та вищий індексів MP, YSI, YI, STI, GMP у зразків типу *desi* характеризують зразки цього морфотипу як більш посухостійкі, ніж морфотипу *kabuli* (табл. 1).

Вус Н. О., Кобизєва Л. Н., Безугла О. М.

1. Розмах варіювання індексів посухостійкості у зразків нуту морфотипів *kabuli* та *desi*

	DSI	TOL	MP	YSI	YI	STI	GMP
<i>kabuli</i>							
Мінімум	-2,30	-131,00	261,50	0,33	41	0,31	255,97
Максимум	3,70	338,00	524,00	1,41	138	1,28	521,98
Медіана	1,70	138,50	400,75	0,69	86	0,72	393,25
<i>desi</i>							
Мінімум	-3,73	-150,00	285,35	0,55	61	0,38	284,97
Максимум	2,45	294,00	612,50	1,68	151	1,69	600,94
Медіана	0,19	16,00	435,00	0,96	118	0,88	433,59

Примітка: DSI – індекс сприйнятливості до посухи, TOL – індекс толерантності до посухи, MP – середня урожайність, YSI – індекс стабільності урожаю, YI – індекс урожайності, STI – індекс толерантності до стресу, GMP – середнє геометричне урожайності

Індекс сприйнятливості до посухи (DSI) [17] характеризує наскільки зразок чутливий до впливу посухи. Чим менший показник цього індексу, тим більше посухостійкість зразка. Серед вивчених зразків найменший рівень сприйнятливості до посухи і найвищу посухостійкість серед зразків типу *kabuli* проявили зразки: Розанна (Україна) DSI = 0,54, найвищий рівень сприйнятливості – сорт Тріумф (Україна) DSI = 1,50. Найменш сприйнятливим до посухи зразком типу *desi* виявився місцевий зразок з Ірану (UD05000001) DSI = 0,30, найбільш сприйнятливим – UD05000263 (Україна) DSI = 1,22. Між зразками типу *kabuli* рівень сприйнятливості до посухи коливався в більшому діапазоні (від – 2,30 до 3,70), ніж у зразків типу *desi* (від – 3,73 до 2,45), що підтверджує більшу пристосованість останніх до посухи. Медіанний рівень у зразків типу *kabuli* дорівнював 1,70. Достовірно менше медіанного рівня індекс сприйнятливості до посухи обчислено у 15 зразків цього морфотипу. У зразків типу *desi* медіанний рівень індексу сприйнятливості до посухи був нижчим і дорівнював 0,19. Достовірно менше цього рівня індекс DSI був у 16 зразків.

Індекс толерантності до посухи (TOL) [16] показує втрату урожайності під впливом посухи в абсолютних одиницях. Посухостійкість збільшується при низьких показниках цього індексу. З вищою посухостійкістю за цим індексом нами виділено 32 зразки: 17 типу *kabuli* та 15 – *desi*. Діапазон варіювання у

Вус Н. О., Кобизєва Л. Н., Безугла О. М.

вивчених зразків типу *kabuli* становив від - 131 до 338, *desi* від – 150 до 294. Медіана у зразків типу *kabuli* дорівнювала 138,50; *desi* – 16,00. Кращими за цим індексом були зразки: UD05000032 (Куба) – *kabuli*, Albgat Lena (Росія) – *desi*.

Середня урожайність (MP) [16] зразка у посушливі та оптимальні роки, характеризує його потенціальну урожайність. Діапазон коливання цього індексу склав від 261,50 до 524,00 у зразків типу *kabuli* та від 285,35 до 612,50 у *desi*. Медіана середньої урожайності зразків дорівнює 400,75 та 435,00 відповідно. Максимальне значення цього індексу обчислено у селекційних ліній 439 as-22 (*kabuli*) та ICC 12512q (*desi*) (Канада). Ці зразки формують високу урожайність за різних погодних умов. Достовірно вище медіанного рівня було виділено 13 зразків типу *kabuli* та 16 – *desi*.

Індекс стабільності урожаю (YSI) [18], характеризує відношення урожайності в умовах стресу, до урожайності в оптимальних умовах. Коливання цього індексу становили у зразків типу *kabuli* від 0,33 до 1,41; *desi* – від 0,55 до 1,68. Медіана зразків *kabuli* дорівнює 0,69; *desi* – 0,96. Найвищий рівень стабільності урожайності продемонстрували серед зразків типу *kabuli* місцевий сорт UD05000032 (Куба); *desi* – Albgat Lena (Росія). Достовірно вище медіанного рівня було виділено 15 зразків типу *kabuli* та 16 – *desi*.

Індекс урожайності (YI) [19] характеризує відсоток урожайності конкретного зразка в посушливих умовах до середньої урожайності вивчених зразків у період посухи. Розмах варіювання цього індексу дорівнював у зразків типу *kabuli* від 41 % до 138 %; *desi* – від 61 до 151 %. Нами виділено за цією ознакою серед зразків типу *kabuli* – сорт Дніпровський високорослий (Україна) – 138 % (медіана по морфотипу – 86 %), *desi* – сорт Краснокутський 123 (Росія) – 158 % (медіана – 118 %). Достовірно вище медіанного рівня було виділено 13 зразків типу *kabuli* та 15 – *desi*.

Індекс толерантності до стресу (STI) [14] характеризує здатність зразка утримувати стабільний рівень урожайності незалежно від стресових факторів. Діапазон коливання цього індексу у зразків типу *kabuli* становив від 0,31 до

Вус Н. О., Кобизєва Л. Н., Безугла О. М.

1,28; *desi* – від 0,38 до 1,69. Медіани дорівнювали відповідно 0,72 та 0,88. Достовірно вище медіанного рівня було виділено 14 зразків типу *kabuli* та 18 – *desi*. Максимальний прояв толерантності до стресу встановлено у селекційних ліній 439 as-22 (*kabuli*) та 418-59 (*desi*).

Середнє геометричне (середнє пропорційне) урожайності в посушливому та оптимальному роках (GMP) [14]. Діапазон мінливості цього показника дорівнював від 255,97 до 521,98 у зразків типу *kabuli* та від 284,97 до 600,94 – *desi*. Медіани становили відповідно 393,25 та 433,59. За цим показником виділено селекційні лінії *kabuli* 439 as-22 (Канада) та *desi* 418-59 та 418-59 (Канада).

Зразки, що достовірно перевищили медіанне значення більше ніж по чотирьох індексах, нами визначено як джерела посухостійкості. Було виділено 20 джерел посухостійкості: по десять кожного морфотипу. Серед зразків типу *kabuli* переважають зразки українського походження – шість селекційних сортів: Смачний, Розанна, Орнамент, Дніпровський високорослий, Антей та Добробут, два – з Канади, місцевий сорт UD0500196 з Азербайджану та один зразок з Угорщини. Серед зразків типу *desi* превалюють зразки з Індії – чотири селекційних ліній з ICRISAT: NEC 2326, K 468, EC 12409, F 61; три сорти з Росії: Краснокутський 123, Совхозный 14, Brown Rozena; по одному з Канади, Греції та Італії. Порівняння характеристик виділених джерел посухостійкості дозволило попередньо виділити еталони посухостійкості зразків обох морфотипів. Серед зразків типу *kabuli* переважав за рівнем прояву по чотирьох індексах посухостійкості (DSI, TOL, YSI, YI) сорт Дніпровський високорослий (Україна). Серед зразків типу *desi* з максимальним проявом по чотирьох індексах (MP, YI, STI, GMP) було виділено сорт Краснокутський 123 (Росія) (табл. 2).

Вус Н. О., Кобизєва Л. Н., Безугла О. М.

2. Джерела посухостійкості нуту (2006 – 2007 рр.)

№ Нац. каталогу України	Назва зразка	Країна походження	DSI	TOL	MP	YSI	YI	STI	GMP
<i>kabuli</i>									
UD0500196	-	AZE	1,12	112,00	499,00	0,80	117	1,15	495,85
UD0500417	Смачний	UKR	1,06	88,00	416,00	0,81	99	0,80	413,67
UD0500424	Розанна	UKR	0,54	47,00	456,50	0,90	115	0,97	455,89
UD0500431	Орнамент	UKR	1,60	164,00	488,00	0,71	108	1,08	481,06
UD0500444	Дніпровськ. високоросл.	UKR	-0,62	-52,50	493,75	1,11	138	1,14	493,05
UD0500725	CDC Yuma	CAN	0,33	25,00	407,50	0,94	105	0,78	407,31
UD0500735	Антей	UKR	1,04	90,00	435,00	0,81	103	0,88	432,67
UD0501194	Добробут	UKR	1,55	156,00	482,00	0,72	107	1,06	475,65
UD0501196	УСВ 15	HUN	1,21	112,00	459,00	0,78	107	0,97	455,57
UD0501192	439 as-22	CAN	0,90	92,00	524,00	0,84	127	1,28	521,98
<i>desi</i>									
UD0500101	Краснокутський 123	RUS	0,17	18,00	579,00	0,97	151	1,57	578,93
UD0500495	Е 100	GRC	-0,99	-87,00	523,50	1,18	150	1,27	521,69
UD0500719	Совхозный 14	RUS	-1,02	-80,00	470,00	1,19	135	1,03	468,29
UD0500723	CDC Anna	CAN	-1,40	-105,0	462,50	1,26	136	0,99	459,51
UD0500878	Brown Rozena	RUS	-0,11	-10,00	505,00	1,02	135	1,19	504,98
UD0500981	NEC 2326	IND	-0,76	-59,40	459,70	1,14	130	0,99	458,74
UD0501006	NEC 2342	ITA	-0,67	-55,00	477,50	1,12	134	1,06	476,71
UD0501345	К 468	IND	-0,55	-50,00	525,00	1,10	146	1,29	524,40
UD0501351	EC 12409	IND	-0,88	-70,00	470,00	1,16	134	1,03	468,69
UD0501354	F 61	IND	-1,92	-130,0	435,00	1,35	132	0,87	430,12

Подальше вивчення модельної популяції з 15 колекційних зразків нуту дозволило удосконалити отримані результати. За період вивчення з 2005 до 2015 року спостерігались різні за ступенем посушливості роки. Ці роки було згруповано парами «посушливий – оптимальний», обрано п'ять пар років для порівняння: 2006 – 2007, 2009 – 2008, 2010 – 2008, 2011 – 2012, 2014 – 2015. Інтенсивність посухи (2) дорівнювала від 0,03 до 0,41 (табл. 3).

3. Рівень інтенсивності посухи в різні пари років, обчислений за формулою Fisher and Maurer (1978)

Роки порівняння		Середня урожайність, г/м ²		Інтенсивність посухи
посушливий	оптимальний	в посушливий рік	в оптимальний рік	
2006	2007	376	478	0,18
2009	2008	392	486	0,19
2010	2008	288	486	0,41
2011	2012	322	419	0,23
2014	2015	389	376	0,03

Математичний аналіз зниження урожайності нуту в середньому по колекції доводить, що максимального впливу на урожайність посуха сягає за порівняння 2010 і 2008 років – інтенсивність посухи $D = 0,41$. Тож для уточнення математичної оцінки посухостійкості зразків нуту було обрано порівняння зразків за урожайністю в 2008 році – оптимальний і в 2010 році – посушливий.

Найвищий урожай в умовах посухи серед зразків типу *kabuli* показав сорт Дніпровський високорослий, оригінатор Інститут зернового господарства (м. Дніпро) – 378 г/м², найменший – місцевий сорт Хахут (Україна) – 252 г/м². Серед зразків типу *desi* максимум урожайності в посушливий рік було відмічено у місцевого зразка UD05000263 з України (443 г/м²), мінімум – у місцевого зразка UD05000001 з Ірану (289 г/м²). Найбільший рівень втрати урожайності в посушливих умовах показав сорт Хахут з України – 51 % (*kabuli*), нижчий – сорт Луганець селекції Луганського інституту АПВ – 2 % (*desi*). Оцінка і порівняння індексів у ці роки, показала, що сорт Дніпровський високорослий (Україна) із семи досліджених індексів посухостійкості по п'ятьох виділився як кращий зразок, сорт Краснокутський 123 (Росія) – по чотирьох із досліджених індексів (табл. 4).

Вус Н. О., Кобизева Л. Н., Безугла О. М.

4. Порівняння основних індексів, що характеризують рівень посухостійкості зразків нуту в 2008 – 2010 рр.

№	Зразок	Країна походження	DSI	TOL	MP	YSI	YI	STI	GMP
<i>kabuli</i>									
1	Дніпр. високорослий	Україна	0,69	89	447,3	0,75	110	1,02	438
2	Смачний	Україна	1,05	110,3	353,9	0,7	87	0,64	344
3	Розанна	Україна	0,51	108	419,8	0,8	110	0,73	416
4	Пам'ять	Україна	0,90	124	385,8	0,82	104	0,66	380
5	UD05000196	Азербайджан	0,93	123,9	421,7	0,76	102	0,85	405
6	Гибрид 25	Росія	0,91	125,8	354,7	0,75	89	0,67	345
7	Хахут	Україна	1,44	314,5	376	0,52	73	0,56	344
8	Тріумф	Україна	1,50	112,6	346,1	0,59	90	0,66	338
<i>desi</i>									
9	Краснокутський 123	Росія	1,22	85,1	485,7	0,9	128	1,27	477
10	ΣSK-population	Туреччина	0,32	40,4	314,1	0,87	86	0,59	313
11	UD05000263	Україна	0,68	109,4	461,2	0,79	103	0,99	455
12	UD05000001	Іран	0,30	-12,5	312,8	1	98	0,57	309
13	UD05000022	Грузія	0,32	47,7	341,9	0,83	91	0,64	336
14	Луганець	Україна	0,52	-9,4	413,9	0,98	125	0,86	397
15	Колорит	Україна	0,81	147,3	460,5	0,72	115	1,16	454

Висновки і перспективи. Таким чином, за результатами оцінки колекційних зразків нуту за сімома індексами посухостійкості було встановлено, що зразки типу *desi* мають вищий рівень посухостійкості в порівнянні зі зразками типу *kabuli*. Було виділено 20 джерел посухостійкості нуту в умовах східної частини Лісостепу України: по десять кожного морфотипу. Ці зразки можуть бути залучені до селекційних програм для створення конкурентоспроможних сортів нуту, що будуть адаптовані до умов східної частини Лісостепу України. Виділено еталони посухостійкості: типу *kabuli* – сорт Дніпровський високорослий (Україна); *desi* – Краснокутський 123 (Росія). Ці сорти мають походження з посушливих регіонів – Дніпровський високорослий створено в Інституті зернового господарства (м. Дніпро), Краснокутський 123 – на Краснокутській дослідній станції ВІР (Росія, Саратовська обл.). Порівняння різних індексів показало, що недоцільно

Вус Н. О., Кобизєва Л. Н., Безугла О. М.

використовувати лише один з них, для більш точної оцінки зразків за посухостійкістю доречно використовувати комплекс індексів.

Список літератури

1. Toker, C. Abiotic stresses [Text]/ C. Toker, C. Lluch, N.A. Tejera, R. Serraj, K.H.M. Siddique // Yadav S.S., Redden R.J., Chen W., Sharma B. Checkpea Breeding and Management. – 2006. – pp. 474 – 496.
2. Talebi, R. Effective selection criteria for assessing drought stress tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.) [Text] / R. Talebi, F. Fayaz, A. M. Naji // General and Applied Plant Physiology. – 2009. – Vol. 35, Issue 1 – 2. – P. 64–74.
3. Allahdou, M. Evaluation of resistance to drought in tritipyrum lines using drought tolerance indices [Text] / M. Allahdou // International Research Journal of Applied and Basic Sciences. – 2012. – Vol. 3, Is. 3. – P. 461-465.
4. Darabad, G. R. Evaluating the best indicators and identifying the most tolerant varieties to draught in potato varieties [Text] / G. R. Darabad //International journal of biosciences. – 2014. – Vol. 4, No. 8. – P. 189 – 195.
5. Safavi, S. M. Evaluation of drought tolerance in sunflower (*Helianthus annus* L.) under non stress and drought stress conditions [Text] / S. M. Safavi, A. S. Safavi, S. A. Safavi // Journal of Biodiversity and Environmental Sciences. – 2015. – Vol. 6, No. 1. – P. 578 – 584
6. Dharanguttikar, V. M. Physiological responses of chickpea genotypes for drought tolerance under induced moisture stress [Text] / V. M. Dharanguttikar, R. W. Bharud, V. H. Borkar // International Journal of Scientific and Research Publications. – 2015. – Vol. 5, Is. 9. – P. 1 – 11.
7. Sabaghnia, N. Evaluation of selection indices for drought tolerance in some chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes [Text] / N. Sabaghnia, M. Janmohammadi // Acta Technologica Agriculturae. – 2014, № 1. – P. 6–12. doi: 10.2478/ata-2014-0002
1. Turner, N. C. Adaptation of grain legumes (pulses) to water-limited environments [Text] / N. C. Turner, G. C. Wright, K. H. M. Siddique // Advances in Agronomy. – 2001. – Vol. 71. – P. 193–231.
2. Toker, C. Assessment of response to drought stress of chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines under rainfed conditions [Text] / C. Toker, M. I. Cagircan // Turkish Journal of Agriculture and Forestry. – 1998. – Vol. 22. – P. 615–621
3. Silim, S. N. Adaptation of spring-sown chickpea to the Mediterranean basin. I. Response to moisture supply [Text] / S. N. Silim, M. C. Saxena //Field Crops Research. – 1993. – Vol. 34. – P. 121–136.
4. Blum, A. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential—are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? [Text] / A. Blum // Australian Journal of Agricultural Research. – 2005. – Vol. 56. – P. 1159–1168.
5. Ramirez, P. Traits related to drought resistance in common bean [Abstract] / P. Ramirez, J. D. Kelly // Euphytica. – 1998. – No. 99. – P. 127–136.

6. Richards, R. A. Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals [Text] / R. A. Richards, G. J. Rebetzke, A. G. Condon, A. F. Herwaarden // *Crop Science*. – 2002. – No. 42. – P. 111–121.

7. Yücel, D. Drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes [Text] / D. Yücel, D. Mart // *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*. – 2014. – Special Issue 1. – P. 1299 – 1303.

8. Ribaut, J.-M. Molecular approaches for the genetic improvement of cereals for stable production in water-limited environments. A Strategic Planning Workshop held at CIMMYT [Text] / J.-M. Ribaut, D. Poland (eds.). – Mexico D.F.: CIMMYT, 1999. – 180 p.

9. Rosielle, A. A. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments [Abstract] / A. A. Rosielle, J. Hamblin // *Crop Science*. – 1981. – No. 21 (6) – P. 943 – 946. doi:10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x

10. Fisher, R. A. Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield responses [Abstract] / R. A. Fisher, R. Maurer // *Australian Journal of Agricultural Research*. – 1978. – No. 29 (5). – P. 897 – 912. doi.org/10.1071/AR9780897

11. Bouslama, M. Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance [Abstract] / M. Bouslama, W. T. Schapaugh // *Crop Science*. – 1984. – Vol. 24. – P. 933–937. doi:10.2135/cropsci1984.0011183X002400050026x

12. Gavuzzi, P. Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals [Text] / P. Gavuzzi, F. Rizza, M. Palumbo, R. G. Campanile, G. L. Ricciardi, B. Borghi // *Canadian journals of plant science*. – 1997. – Vol. 77. – P. 523 – 531.

13. Кобизєва, Л. Н. Методичні рекомендації з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур [Текст] / Л. Н. Кобизєва, О. М. Безугла, С. І. Силенко В. В. Колотилов, Т. В. Сокол, К. І. Докукіна, А. О. Василенко, І. М. Безуглий, Н. О. Вус. – Харків. – 2016. – 84 с.

References

1. Toker, C., Lluch, C., Tejera, N. A., Serraj, R., Siddique, K. H. M. (2006) Abiotic stresses // Yadav S.S., Redden R.J., Chen W., Sharma B. *Checkpea Breeding and Management*. 474 – 496.

2. Talebi, R., Fayaz, F., Naji, A. M. (2009) Effective selection criteria for assessing drought stress tolerance in durum wheat (*Triticum durum* Desf.). *General and Applied Plant Physiology*, 35 (1 – 2), 64 – 74.

3. Allahdou, M. (2012) Evaluation of resistance to drought in tritipyrum lines using drought tolerance indices. *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 3 (3), 461 – 465.

4. Darabad, G. R. (2014) Evaluating the best indicators and identifying the most tolerant varieties to draught in potato varieties. *International journal of biosciences*, 4 (8), 189 – 195.

5. Safavi, S. M., Safavi A. S., Safavi S. A. (2015) Evaluation of drought tolerance in sunflower (*Helianthus annuus* L.) under non stress and drought stress conditions. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences*, 6 (1), 578 – 584.

6. Dharanguttikar, V. M., Bharud, R. W., Borkar, V. H. (2015) Physiological responses of chickpea genotypes for drought tolerance under induced moisture stress. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5 (9), 1 – 11.

7. Sabaghnia, N., Janmohammadi, M. (2014) Evaluation of selection indices for drought tolerance in some chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *Acta Technologica Agriculturae*, 1, 6–12. doi: 10.2478/ata-2014-0002

8. Turner, N. C., Wright G. C., Siddique K. H. M. (2001) Adaptation of grain legumes (pulses) to water-limited environments. *Advances in Agronomy*, 71, 193–231.

9. Toker, C., Cagirgan, M. I. (1998) Assessment of response to drought stress of chickpea (*Cicer arietinum* L.) lines under rainfed conditions. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 22, 615–621.

10. Silim, S. N., Saxena, M. C. (1993) Adaptation of spring-sown chickpea to the Mediterranean basin. I. Response to moisture supply. *Field Crops Research*, 34, 121–136.

11. Blum, A. (2005) Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential—are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Australian Journal of Agricultural Research*, 56, 1159–1168.

12. Ramirez, P., Kelly, J. D. (1998) Traits related to drought resistance in common bean. *Euphytica*, 99 (2), 127–136. doi.org/10.1023/A:1018353200015

13. Richards, R. A., Rebetzke, G. J., Condon, A. G., Herwaarden, A. F. (2002) Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. *Crop Science*, 42 (1), 111–121. doi:10.2135/cropsci2002.1110

14. Yücel, D., Mart, D. (2014) Drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, Sp. Is. 1, 1299 – 1303.

15. Ribaut, J.-M., Poland, D. (1999) Molecular approaches for the genetic improvement of cereals for stable production in water-limited environments. A Strategic Planning Workshop held at CIMMYT, 180.

16. Rosielle, A. A., Hamblin, J. (1981) Theoretical aspects of selection for yield in stress and non-stress environments. *Crop Science*, 21 (6), 943 – 946. doi:10.2135/cropsci1981.0011183X002100060033x

17. Fisher, R. A., Maurer, R. (1978) Drought resistance in spring wheat cultivars. 1. Grain yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 29 (5), 897 – 912. doi.org/10.1071/AR9780897

18. Bouslama, M., Schapaugh, W. T. (1984) Stress tolerance in soybean. Part 1: evaluation of three screening techniques for heat and drought tolerance. *Crop Science*, 24, 933–937. doi:10.2135/cropsci1984.0011183X002400050026x

Вус Н. О., Кобизева Л. Н., Безугла О. М.

19. Gavuzzi, P., Rizza, F., Palumbo, M., Campanile, R. G., Ricciardi, G. L., Borgh, B. (1997) Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. Canadian journals of plant science, 77, 523 – 531.

20. Kobyzeva, L. N., Besuhla, O. M., Sylenko C. I., Kolotylov V. V., Sokol T. V., Dokukina K. I., Vasylenko A. O., Besuhly, I. M., Vus N. O. (2016) Metodichni rekomendacii z vyvchennya henetychnych resursiv zernobobovyh kultur [Methodic recommendation of genetic recourses of legume cultures research]. Kharkiv, Ukraine, 84.

СЕЛЕКЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ ОБРАЗЦОВ НУТА ПО ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ В УСЛОВИЯХ ВОСТОЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Н. А. Вус, Л. Н. Кобызева, О. Н. Безуглая

Аннотация. Нут – засухоустойчивая зернобобовая культура, но потери урожая вследствие засухи могут составлять от 30 до 100 %. Оценка образцов на стойкость к этому фактору очень важна для дальнейшей селекции. С целью изучения разнообразия коллекционных образцов по реакции на засуху нами был применен индексный подход, который широко применяется иностранными учеными. При помощи семи наиболее распространенных из них: индекс восприимчивости к засухе, индекс толерантности, средняя урожайность, индекс стабильности урожая, индекс урожайности, индекс толерантности к стрессу и среднее геометрическое урожайности была проведена оценка образцов нута из коллекции НЦГРРУ для установления селекционной ценности этих образцов по устойчивости к засухе. Нами было установлено, что образцы типа *desi* имеют более высокий уровень засухоустойчивости, по сравнению с образцами типа *kabuli*. Было выделено 20 источников засухоустойчивости нута в условиях восточной части Лесостепи Украины: по десять двух морфотипов. Эти образцы могут быть привлечены в селекционные программы по созданию высокоадаптированных сортов нута. По результатам дальнейших исследований модельной популяции нута в 2008 – 2015 гг. были выделены эталоны засухоустойчивости: типа *kabuli* – сорт Дніпровський високорослий (Украина); *desi* – Краснокутський 123 (Россия).

Ключевые слова: нут, засухоустойчивость, восточная Лесостепь Украины, индекс толерантности, индекс восприимчивости, индекс засухоустойчивости, эталон засухоустойчивости

BREEDING VALUE OF CHICKPEA ACCESSIONS IN TERMS OF DROUGHT TOLERANCE IN THE CONDITIONS OF THE EASTERN FOREST-STEPPE OF UKRAINE**N. O. Vus, L. N. Kobyzeva, O. M. Besuhla**

Abstract. Chickpea is a drought-tolerant grain legume, but drought-induced loss of yield can range from 30 to 100%. Evaluation of accessions for tolerance to this factor is of great importance for further breeding. To study the diversity of collection accessions for response to drought, we applied an index approach that is widely used by foreign scientists. Using seven the most common ones: drought susceptibility index, tolerance index, mean productivity, yield stability index, yield index, stress-tolerance index and the geometric mean of productivity, we evaluated 89 accessions from the basic chickpea collection of the National Center for Plant Genetic Resources of Ukraine (NCPGRU). We determined the breeding value of these accessions in terms of drought tolerance. To confirm the data obtained, in subsequent years (2008-2015), a model population of chickpea accessions, which represented accessions with highly-expressed important breeding and economic characteristics, was evaluated. Evaluation of the collection chickpea accessions for the seven indices of drought tolerance found that desi accessions had higher drought tolerance than kabuli accessions. We identified 20 sources of drought tolerance for the Eastern Forest-Steppe Ukraine: ten of each morphotype. These accessions can be involved in breeding programs for on creating competitive chickpea varieties, which will be adapted to the conditions of the Eastern Forest-Steppe of Ukraine. The references of drought tolerance were selected: for kabuli type – variety ‘Dniprovskiyi Vysokoroslyi’ (Ukraine); for desi - ‘Krasnokutskiy 123’ (Russia).

Key words: chickpea, drought tolerance, Eastern Forest-Steppe of Ukraine, tolerance index, susceptibility index, drought tolerance index, drought tolerance reference