

ГЕНЕТИЧНІ РЕСУРСИ НУТУ ТА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ В СЕЛЕКЦІЇ

Січкач В.І.

Одеська державна сільськогосподарська дослідна станція НААН України

У статті узагальнено характеристику цінних господарських ознак колекційних зразків нуту за посушливих умов Степу України. Наведено дані з розповсюдження культури на нашій планеті, показано позитивний вплив на здоров'я людей виготовлених із його насіння продуктів харчування. Виділено та описано низку генотипів, які поєднують значну кількість важливих агрономічних ознак та мають значну цінність для селекції. Особливу увагу в дослідженнях було приділено ідентифікації толерантних до підвищених температур повітря та недостатньої кількості вологи в ґрунті генотипів. Наведено коротку характеристику створених з участю екзотичної генетичної плазми сортів.

Ключові слова: нут, колекційний зразок, тривалість вегетації, толерантність до посухи, вміст білка, крупність насіння.

Вступ. Нут є однією з найбільш поширених зернобобових культур нашої планети. За площею посівів він займає третє місце, поступаючись лише сої та квасолі. Особливо інтенсивний ріст його посівів має місце в XXI сторіччі. Якщо у 2000 році його вирощували на площі 10,2 млн га, то у 2016 р. вони досягли 12,6 млн га, а в 2018 р. – 17,8 млн га. Таким чином, щорічний середній приріст посівів культури у наші дні складає 422 тис. га. Одночасно спостерігали в цей період і підвищення його врожайності. У 2000 році вона становила 0,79 т/га, у 2016 р. – 0,89, а у 2018 р. – 0,96 т/га. Таке нарощування виробництва товарного насіння обумовлене рядом позитивних факторів цієї культури. По-перше, це надзвичайно цінний продукт харчування людей. Його насіння містить 24–32 % білка та 5–6 % олії. Біологічна цінність білка складає 52–78 %, коефіцієнт перетравлення – 80–83 %. Важливо підкреслити, що за амінокислотним складом білок нуту близький до ідеального стандарту ФАО. Крім того, у насінні цієї культури знаходиться багатий комплекс вітамінів, мінеральних елементів та інших біологічно активних речовин. Тому нут є високоякісним продуктом дитячого харчування. Його насіння не містить антипоживних речовин, то відсутня необхідність термічної обробки при використанні на харчові чи кормові потреби.

У насінні нуту міститься велика кількість калію і кальцію, а також селену. А ці елементи, як відомо, мають прямий стосунок до кровотворення, запобігають розвитку багатьох хвороб, зокрема й онкологічних. Тому застосування нуту в харчуванні сприяє лікуванню ендокринних порушень, аритмії серця, нервових хвороб, розчиненню небажаних утворень у жовчному і сечовому міхурах, нормалізації артеріального тиску, укріпленню серцевого м'яза, підвищенню еластичності судин.

Світова організація здоров'я (WHO) рекомендує щодня використовувати в їду 80 г продуктів бобових культур, а Індійський комітет медичних досліджень (ICMR), як мінімум, споживати не менше 47 г/день цих компонентів раціону. Але на сьогоднішній день частка цих продуктів в Індії знаходиться на рівні лише 30–35 г/день/особу, що обумовлено їх високими цінами. Головною зернобобовою культурою в цій країні є нут, валова продукція якого складає 40 % у загальному балансі зернобобових культур. Приблизно така ж ситуація склалася у Пакистані та Бангладеш. В Індії та сусідніх країнах нут, як правило, типу *desi* споживають у вигляді цілого насіння, лущеного, половинок, які тут називають *dhal*, або як борошно під назвою *besan*. Замішування продукту *besan* з пшеничним борошном

дає такі субпродукти як *goti* або *charatti*, із яких виготовляють кондитерські вироби та різного виду закуски. Протягом вегетації нуту його листя та повністю сформовані зелені боби використовують як овочі. Із половинок насіння (*dhal*, *dal*) готують суміші з овочами, м'ясом, соусами, що є основною їдою для населення цих країн. У європейських і північноамериканських країнах нут використовують у вигляді цілого насіння.

Таким чином, харчові продукти зернобобових культур застосовують без будь-якої переробки або після луцення, у вигляді борошна, у більшості випадків у суміші із зерновими культурами. Їх легко фасувати, заморожувати, консервувати. У священний місяць рамадан для мусульман першим вечірнім блюдом стає харара або черба – суп із нуту, сочевиці та гороху. У наші дні вже 140 країн використовують нут на харчові потреби.

Нут відноситься до групи зернобобових культур, особливість яких полягає у здатності зв'язувати азот із повітря і за рахунок цього формувати врожай, а також залишати певну кількість цього елемента в ґрунті – його засвоюють наступні у сівозміні культури. Процес асиміляції азоту проходить у спеціальних органах – бульбочках, які формуються на корінні зернобобових культур. Азотфіксація відбувається за рахунок діяльності симбіотичних бактерій, які знаходяться в ґрунті, потім зв'язуються з кореневими волосками, проникають в них, інтенсивно діляться і засвоюють молекулярний азот. Його кількість залежить як від виду рослин, так і навколишніх умов. У більшості випадків такі зернобобові культури як соя, горох, нут, сочевиця, квасоля зв'язують від 70–80 до 120–150 кг/га азоту в діючій речовині за вегетаційний період. Важливо зауважити, що бульбочки, які формуються на корінні, є центром, до якого приєднуються інші види корисних мікроорганізмів. За рахунок активної симбіотичної азотфіксації майже повністю забезпечуються потреби рослин у азоті, створюються добрі умови для фотосинтезу і на цій основі формується високий урожай насіння. Симбіотичний азот діє значно краще на рослини порівняно з мінеральним, оскільки він іде в основному на формування насіння, а більша частина останнього поступає у вегетативні органи, що часто призводить до надмірного росту надземної маси. Підрахунки свідчать, що в сучасних умовах за інтенсивного ведення землеробства близько 25 % затрат припадає на азотні добрива. Тому використання зернобобових культур у сівозміні за ефективної біологічної азотфіксації дає можливість суттєво економити кошти та енергію.

Спеціалісти міністерства сільського господарства США вважають, що проблеми фіксації азоту рослинами, фотосинтезу, генетичної інженерії є найбільш пріоритетними за сучасних умов.

Враховуючи позитивну дію рослин нуту на ґрунт, він є досить добрим попередником для низки сільськогосподарських культур. Дослідження в Австралії показали, що розміщення пшениці в сівозміні після зернобобових культур дозволяє одержати додатково 1,0-1,2 т/га зерна [1]. Приблизно такі ж результати одержано в Україні.

Аналіз літературних джерел, постановка проблеми. Нут (*Cicer arietinum* L.) відноситься до триби Сісегеае, сімейства Fabaceae, підсімейства Papilionaceae. Як культурний нут, так і основна кількість диких видів мають в клітинах вісім пар хромосом ($2n = 16$). Як ми зазначили раніше, посіви культури постійно розширюються, її впроваджує у виробництво низка країн, включаючи й Україну. Але врожайність нуту поки що знаходиться на невисокому рівні. Однією із причин такого стану є те, що, як правило, його культивують у регіонах з досить несприятливими погодними умовами, тобто там, де інші культури не здатні давати економічно обґрунтовані врожаї. Іншим чинником, який суттєво впливає на рівень урожайності, є наявність добре адаптованих до конкретних умов сортів. Не зважаючи на досить інтенсивну діяльність таких всесвітньо відомих наукових центрів як Міжнародний науково-дослідний інститут напівсухих тропіків (ICRISAT, Індія, Патанчеру) і Міжнародного центру сільськогосподарських досліджень в сухих зонах (ICARDA, Сирія, Алеппо) у напрямі генетики та селекції нуту, низка питань ще потребує свого вирішення. Перш за все, це відноситься до стійкості проти хвороб і шкідників, а також до створення посухостійких сортів [2]. Однією з причин такого стану є відносно вузька генетична мінливість цінних господарських ознак культури [3, 4]. Ця особливість пов'язана з формуванням низки «вузьких місць» (bottlenecks) у процесі одомашнення нуту, а саме обмежений

ареал розповсюдження дикого предка *C. reticulatum*, який на сьогоднішній день зустрічається лише в південній зоні Туреччини. Іншим чинником є його монофілетичне походження, яке привело до великої втрати генетичної мінливості, що в іноземній науковій літературі позначають як «ефект потопаючого (founder effect)» [5]. У більшості сільськогосподарських культур, які еволюціонували паралельно з нутом, наприклад пшениця, ця властивість була значно меншою внаслідок рекурентної гібридизації зі спорідненими видами. Суттєве зниження мінливості відбулося також у зв'язку з переходом на початку Бронзової доби з осінньої на весняну сівбу, що призвело до сильного ураження збудником аскохітозу. Нарешті, четвертий фактор, який є спільним для всіх сільськогосподарських культур, це заміна місцевих рас новоствореними сортами, які, як правило, є лінійними.

За умов інтенсивних змін клімату головним завданням селекції є створення стійких до біотичних та абіотичних чинників сортів нуту. А серед абіотичних факторів найбільш важливим є стійкість до підвищених температур та недостатньої кількості вологи в ґрунті. Ці показники є головним бар'єром для одержання високої врожайності в більшості країн світу [6, 7, 8, 9].

Ефективність селекційної роботи значною мірою залежить від правильно підібраних батьківських компонентів схрещування, об'ємів гібридних популяцій ранніх поколінь, наявності досвіду в процесі добору елітних рослин. Узагальнення результатів селекції в різних країнах та за великим набором культур свідчить, що використання для гібридизації генотипів, які походять із різних зон забезпечує підвищену вірогідність одержання цінного вихідного матеріалу. При цьому найбільшого успіху можливо досягти, якщо до гібридизації залучати вихідний матеріал із центрів походження певних культур.

Виділення надійних джерел і донорів цінних господарських ознак сприяє розширенню генетичного різноманіття нуту та підвищенню ефективності його селекції. За схрещування географічно віддалених форм у гібридних популяціях одержують вдалі поєднання цінних господарських ознак, виділяють нові трансгресивні форми, розширюють екологічну пластичність і стійкість до біотичних й абіотичних чинників середовища. У процесі подальшого добору небажані ознаки усуваються. Досить часто за таких схрещувань до рекомбінації залучаються так звані зони хромосом, що «мовчать», посилюються множинні обміни та характер їх розподілу на окремих ділянках хромосом.

З метою збереження та підтримання великих наборів генотипів у світі створено колекційні центри, метою яких є постійне поповнення новими формами та вивчення і узагальнення цінних господарських ознак, ознайомлення з ними селекціонерів шляхом видання каталогів і друкованих праць, постачання насіння у відповідності за одержаними заявками.

У нуту відомо понад 80 тисяч зразків місцевих рас, селекційних сортів і диких форм, які зберігаються у більше як 30 генетичних банках. Найбільші колекції генотипів нуту підтримуються та вивчаються у Міжнародному науково-дослідному інституті напів-сухих тропіків (Індія, Патанчеру, ICRISAT) та в Міжнародному центрі сільськогосподарських досліджень в сухих зонах (Сирія, Алеппо). На жаль, у зв'язку з внутрішніми причинами цей науково-дослідний заклад з 2012 року переведено до Лівану. ICRISAT було організовано в 1972 році з центральним офісом в Індії (м. Патанчеру). На сьогоднішній день він включає регіональні центри в Малі (Бамако) і Кенії (Найробі), а також науково-дослідні станції в Нігері (Ніамей), Нігерії (Кано), Малаві (Лілонгве), Ефіопії (Аддис-Абеба), Зімбабве (Булавайо). Він фінансується фондами Форда Рокфеллера, його устав підписано ФАО, інститут входить до програми розвитку ООН. ICRISAT тісно співпрацює з Консультативною групою міжнародних сільськогосподарських досліджень (CGTAR), яка координує науково-дослідні роботи з харчової безпеки, покращення здоров'я людей, ефективного використання земельних ресурсів. Необхідно зазначити, що зона напівпосушливих тропіків характеризується дуже мінливими погодними умовами, недостатньою кількістю опадів, дуже бідними ґрунтами. Головними культурами, з якими працює ця установа, є нут, вігна, арахіс, різні види проса, сорго. Його базовий генетичний банк складає 119700 зразків, зібраних зі 144 країн світу. Колекція нуту нараховує тут понад 20 тисяч зразків

культурного та 308 форм 18 диких видів [10, 11, 12]. Створені у цьому інституті сорти нуту добре адаптовані до умов Індії, при їх вирощуванні одержують непоганий чистий прибуток. Стратегічним планом накреслено вирішення чотирьох основних завдань: розроблення гнучкої системи ведення господарства за мінливих і посушливих умов; введення орієнтованого на ринок сільськогосподарського виробництва; інтенсивний розвиток валових зборів зернобобових культур, що дозволить суттєво покращити здоров'я та адаптивні властивості людей; підвищення врожайності зернових культур у суходільних умовах з метою уникнення голоду [13]. При цьому потрібно мати на увазі, що територія напівсухих тропіків становить 6,5 млн квадратних кілометрів, вона включає 55 країн з населенням понад 2 млрд. людей. При цьому 280 млн. людей проживають за один долар в день, а понад 700 млн – за два долари.

У зв'язку з нестачею якісних харчових продуктів, особливо з високим вмістом білка та незамінних амінокислот, стратегічним планом намічено створення нових сортів зернобобових культур, головною ознакою яких є стійкість до абіотичних і біотичних факторів довкілля. Крім того, вони повинні характеризуватися підвищеним рівнем зв'язування азоту із повітря, їх насіння повинне мати добрі кулінарні характеристики. Для їх створення зараз інтенсивно застосовують модерні генетично-молекулярні методи та сучасне моделювання. Важливу увагу приділяють розвитку насінництва цієї групи культур.

Генетичний банк Сирії включає понад 12 тисяч генотипів культурного нуту та 260 зразків восьми диких видів. Цими двома науково-дослідними установами до 2005 року було надіслано понад 135000 зразків насіння у різні країни світу. Також необхідно відзначити, що вони проводять величезну наукову роботу з генетики та селекції нуту. ICARDA забезпечує підтримку науково-дослідним установам та окремим господарствам Йорданії, Марокко, Ефіопії, Єгипту, Тунісу, Туреччини, Афганістану, Індії, Ірану, Оману, Пакистану, Судану, Узбекистану, ОАЕ та Ємену. Цю наукову установа було організовано в 1977 році. Головною метою її діяльності є проведення науково-дослідних робіт для аграрного сектору країн Близького Сходу та Північної Африки, де мають місце надзвичайно посушливі умови. Акцент робиться на створення та впровадження у виробництво посухостійких сортів, ефективне використання водних ресурсів, диверсифікацію виробничих систем, інтегроване ведення господарства. Одним із основних завдань є розширення і збереження біоресурсів, а також підвищення ефективності використання їх у селекційній роботі. Наукову роботу проводять з твердою і м'якою пшеницею, ячменем, нутом, сочевицею, польовими бобами, чиною та низкою інших сільськогосподарських культур. Після децентралізації в 2012 році, крім Лівану (Бейрут) створено чотири наукових центри з більш конкретними завданнями. В Єгипті акцент робиться на ефективне використання зрошуваних систем, особливо на пшеничних полях. Для Туреччини, Центральної Азії та Ірану розробляються системи вирощування пшениці озимої та ячменю озимого на високогір'ї із суворими зимами. Третю програму засновано також в Туреччині (Ізмір) для вивчення іржі пшениці. У Судані проводяться дослідження з жаростійкості пшениці та виробництва продуктів харчування із зернобобових культур.

Крім указаних установ, у світі існує ще значна кількість генетичних банків, де нуту вирощують у значних об'ємах. Серед них необхідно відмітити Австралію, де генофонд нуту складає 8414 зразків, серед яких 241 відноситься до диких видів [11]. Необхідно зазначити, що в Індії, крім ICRISAT, існує ще одна науково-дослідна установа, яка займається генетикою та селекцією нуту – Національне бюро генетичних ресурсів рослин (NBPGR, NewDelhi). Тут також підтримується об'ємна колекція культури, яка нараховує 14651 зразок, куди входить 241 форма диких видів. Вченими цієї установи було оцінено генофонд нуту в кількості 14651 зразок, на основі чого виділили робочу колекцію (core set) для використання її в селекційних цілях [12]. У результаті інтенсивної наукової роботи тут було виявлено джерела специфічних господарських ознак, у тому числі стійкі проти засолення ґрунту IC 296691 (№ 98008); резистентні проти аскохітозу IC 296738 (№ 13008), GL 84100 IGL 87045; високорослий з компактним кущем IC 296887 (№ 02003); еректоїдний низькорослий тип IC 296886 (№ 96088); швидкорослий із швидким цвітінням і дозріванням зразок IC 296430 (№ 03031); фас-

ційований з товстим стеблом IC 395465 (№ 03061) та інші. Значну кількість колекційних зразків вивчають в Ірані (5700), Пакистані (2122), Росії (2091), Туреччині (2054) і США (6561). Необхідно відмітити, що нашу вітчизняну колекцію, яка зберігається в Національному центрі генетичних ресурсів рослин України (м. Харків), добре описано, вона інтенсивно використовується в селекційній роботі. Колекція нараховує 1843 зразки, які походять із 54 країн світу [14]. Дикі види нуту є важливим джерелом цінних господарських ознак, особливо за стійкістю проти абіотичних і біотичних факторів [15]. Оцінка 88 диких колекційних зразків у північно-західній зоні Індії виявила широку амплітуду мінливості за такими важливими морфологічними ознаками, як пігментація рослин, форма та розміри листків, щільність опушення, форма та розміри насіння [16]. Особливо цінними є дикі види *C. echinospermum*, *C. reticulatum*, *C. bijugum*, *C. pinnatifidum* і *C. judaicum*, які виділяються значним рівнем стійкості проти холодowego стресу [17, 18, 19, 20] та посухостійкі *C. anatolicum*, *C. reticulatum*, *C. microphyllum*, *C. oxydon*, *C. montbrettii*, *C. pinnatifidium*, *C. songaticum* і *C. echinospermum* [21, 22, 23]. J. Berger, S. Abbo, Turner N.C. [24] вважають, що наявні в генетичних банках дикі форми нуту є лише невеликою часткою більш широкої мінливості, яка існує у загальній популяції диких видів. Хоч останніми роками розпочалися генетико-молекулярні дослідження мінливості основних морфологічних, фізіологічних та біохімічних ознак, генетичної структури та груп зчеплення [25, 26, 27]. На основі схрещувань культурного нуту *C. arietinum* з його дикими видами за допомогою маркерів побудували генетичні карти з чіткою ідентифікацією генів, які кодують цінні господарські ознаки. Використання генів диких форм у селекції дозволить суттєво розширити рамки мінливості нуту, залучити до гібридизації нові алелі, за рахунок яких можливо подолати деякі бар'єри, особливо які відносяться до стійкості проти збудників хвороб. Таким чином, дикі види та місцеві раси є значним резервом принципово нового вихідного матеріалу. Використовуючи колекційні зразки, в тому числі й від віддалених схрещувань, в ICRIAT створили понад 50 сортів нуту, які рекомендовані для вирощування в Індії, Австралії, Бангладеш, Алжирі, Ефіопії, Італії, М'янмі, Непалі, Омані, Сирії, Судані, Туреччині, США та на Кіпрі [11]. Найбільш поширеними сортами є Chaffa, Dohad yellow, BDN 9-3, Annegeri-1, JG 74, Pragati та BG 287. Крім того, у 126 сортів нуту, які було створено в Індії, найбільш часто батьківськими компонентами були PB 7, IP 58, F 8, S 26 і Raba [28]. Сорт PB 7 входить як батьківський компонент до родоводу 41 % сортів. Незважаючи на значний об'єм досліджень з нутом в Індії, підвищення його врожайності відбувалось дуже повільно, а в сочевиці та місцевих зернобобових культур вона взагалі не змінювалась [28]. Ці результати свідчать про необхідність розширення генетичної бази цієї групи культур.

З метою вирішення цього завдання широко практикують схрещування адаптованого генотипу з колекційною формою, яка несе цінний ген. За необхідності проводять повторні насичення цим зразком, тобто беккроси. Таким чином створюють селекційний матеріал, який виділяється широкою спадковою основою, так званий пребридінговий. У подальшій селекційній роботі з нього формують рекомбінантні самозапильні лінії, які є цінними батьківськими компонентами в процесі подальшої гібридизації. Як ми зазначили раніше, іншим методом розширення генетичної мінливості є віддалені схрещування. Дикі предки пройшли тривалий період еволюції за досить мінливих умов довкілля і на сьогоднішній день ростуть, як правило, на неокультурених і бідних ґрунтах [29, 30]. Наприклад, за умов Австралії з м'якими зимами підзимові посіви нуту часто піддаються дії понижених температур у період цвітіння, у результаті чого формування бобів запізнюється більше ніж на місяць. Дослідження свідчать про те, що серед культивгенів не виявили стійких проти цього фактору форм, тоді як серед диких зразків вони існують [31, 32]. У цій країні вид *C. echinospermum* інтенсивно використовують в селекції нуту, як джерело стійкості проти збудників кореневих гнилей. На основі інтрогресій уже створено низку стійких проти цього патогена ліній [33]. Ряд авторів зазначає, що недавно зібрана колекція диких видів характеризується високим рівнем стійкості проти біотичних факторів, таких як аскохітоз, фітофтороз, нематода [34]. У них встановлено суттєву мінливість за строками цвітіння, яка може бути використаною в селекційних програмах [35].

Останнім часом селекціонери все з більшою увагою відносяться до збору та підтримання світового генофонду культурних рослин з метою пошуку генетичних донорів ознак, особливо тих, які було втрачено на перших етапах окультурення видів. Цю проблему можливо вирішувати за допомогою диків родичів, уведених в культуру сільськогосподарських рослин. За цілеспрямованої інтрогресії чужорідного генетичного матеріалу можливості селекційного процесу значно зростають. Створення нових комбінацій генів і формування їх коадаптованих блоків сприятиме зростанню мінливості, особливо кількісних ознак, що вкрай важливо для більш ефективної селекційної роботи.

У світі налічується близько 1800 генетичних банків рослин, де підтримується понад 2 млн генотипів. Найбільший із них знаходиться в США, де зберігається понад 500 тисяч зразків. Потім іде Китай з 400 тисячами, Індія (370 тисяч), Росія (330 тисяч), Японія (240 тисяч). В Українському банку чисельність колекційних зразків перевищує 140 тисяч [36, 37]. Генотипова різноманітність культур зазвичай зберігається в їх природному співтоваристві (*in situ*) або підтримується за межами їх природного місця існування (*ex situ*). Теорія М.І. Вавилова про центри походження культурних рослин, його закон гомологічних рядів спадкової мінливості, а також фундаментальні праці відносно географічних закономірностей розподілення генів одержали міжнародне визнання й сформували наукову базу збору, мобілізації, зберігання та використання світових рослинних біоресурсів. У найбільш об'ємних колекціях зосереджено потужний потенціал цінних генів для створення сортів і гібридів сільськогосподарських культур на широкій генетичній основі, що дозволяє шляхом синтетичної селекції створити сорти з високими продуктивністю та якістю продукції, стійкістю проти збудників хвороб, шкідників та абіотичних стресорів. На сьогоднішній день біля 75 % світового різноманіття культурних рослин на нашій планеті втрачено і в подальшому світове співтовариство повинне зробити все можливе як для збереження *ex situ* існуючих колекцій, так і їх поповнення новими зразками. Із 1800 генетичних банків, де зберігають та підтримують генофонд культурних і диких рослин, 625 знаходяться в Європі [36, 37]. Європейський каталог генетичних ресурсів рослин (EURISCO) було сформовано в 2001–2013 рр. у рамках програми EPGRIS (European Plant Genetic Resources Information Infrastructure – Інформаційна Інфраструктура Європейських генетичних ресурсів рослин), яка фінансується Європейським Союзом. Роботу останньої координує Центр генетичних ресурсів (CGN), який знаходиться у Нідерландах. У вищезазваному Центрі беруть участь Чехія, Франція, Німеччина, Португалія, Міжнародний інститут генетичних ресурсів рослин (IPGRI) і Нордичний генбанк (NGB). З 2014 р. відповідальність за Європейський каталог EURISCO прийняв Інститут генетики та рослинництва ім. Лейбніца (Гатерслебен, Німеччина). Окремі колекції підтримуються *ex situ* в різних країнах, одержані дані надсилаються у EURISCO, стандартизуються й узагальнюються. З метою ефективного використання існуючого генофонду постійно діє on-line каталог, який корегується ECPGR – (<http://eurisco.ecpgr.org/>). Станом на 2007 рік генофонд диких видів нараховував 58193 зразки, які зберігались у 24 країнах Європи.

Для акцентування уваги на генетичних ресурсах для харчового та сільськогосподарського використання в 2003 році ECPGR створило A European Genebank Integrated System for plant genetic resources for food and agriculture (AEGIS) – Загальноєвропейську інтегровану систему генетичних ресурсів рослин, куди входить понад 500 європейських колекцій рослин. Головна мета цієї організації полягає у збереженні та підтриманні генетично унікальних для Європи колекційних зразків щоб зробити їх доступними для селекціонерів і науковців. Такий рослинний матеріал надійно зберігається за умов, які дають можливість запобігти їх генетичній ерозії впродовж тривалого періоду. Таким чином AEGIS займається підтримкою генетичної плазми, в основному *ex situ*, виконує діяльність у сфері поставки нових зразків, їх зберігання, оцінки якості, регенерації, опису та характеристики, ведення документації та постачання у відповідності із запитом зацікавлених вчених та наукових установ. Нещодавно розроблено міжнародну науково-дослідну програму, спрямовану на інтенсивне використання генетичної мінливості диких видів. У відповідності з нею вже створено інтрогресивні лінії нуту F₄–F₆ з участю *C. reticulatum*, *C. echinospermum* [38, 39,

40]. На території Туреччини, Ірану, Афганістану, Індійського субконтиненту існує значна кількість місцевих рас, які несуть ряд цінних господарських ознак, необхідних у селекційній роботі [41]. Так, максимальний рівень антиоксидантної активності виявили якраз у місцевих зразків із різних географічних зон: Азербайджану, України, Грузії [2]. Більш глибоких зрушень у рівні врожайності можна досягнути при застосуванні складних схрещувань шляхом одержання так званих MAGIC – гібридних комбінацій (multi-parent advance degeneration inter-cross). Такий метод одержання вихідного матеріалу має важливе значення для побудови генетичних карт. З іншого боку, створені таким шляхом інбредні лінії є цінними для селекції, оскільки мають широку генетичну основу. Для правильного добору зразків для таких схрещувань необхідно добре знати світові генетичні ресурси та особливості успадкування цінних господарських ознак. Останніми роками для вивчення генетичного поліморфізму ознак культурного та дикого нуту паралельно з морфологічними показниками застосовують методи генетичних маркерів [41, 42, 43]. Результати секвенування геномів культурного та дикого нуту і сочевиці виявили, що тип *kabuli* походить від *desi*, є відносно молодим і виділяється вузькою мінливістю [44, 45, 46, 47].

Мета і задачі дослідження. Мета дослідження полягає в узагальненні одержаних результатів випробування великого об'єму колекційних зразків нуту за умов Степу України та виявленні генотипів з цінним комплексом агрономічних ознак. Проаналізовано також донорські властивості низки вітчизняних та інтродукованих форм, які були залучені до програми гібридизації.

Матеріали і методи. Дослідження виконували протягом 1995–2020 рр. на дослідних полях Селекційно-генетичного інституту – Національного центру насіннезнавства та сортовивчення й Одеської державної сільськогосподарської дослідної станції НААН України. Ґрунти зони являють середньогумусні чорноземи, товщина гумусного шару досягає 40–50 см, реакція нейтральна або слабколужна (рН 6,0–7,2). Середня температура повітря складає +9,6 °С, кількість опадів за вегетаційний період нуту – 130–150 мм. Температурний режим є сприятливим для вирощування культури, але посушливі умови впродовж вегетаційного періоду, як правило, пригнічують ріст рослин і знижують їх продуктивність. Тому головним фактором, який лімітує врожайність нуту, є недостатня кількість опадів. Гідротермічний коефіцієнт часто знижується до 0,4–0,5.

Вихідним матеріалом були колекційні зразки, які систематично одержували із Національного центру генетичних ресурсів рослин України (м. Харків) та безпосередньо з Міжнародного науково-дослідного інституту напівсухих тропіків (ICRISAT, Патанчеру, Індія). За нашими заявками впродовж 1997–2000 рр. від цього наукового закладу було залучено 1500 колекційних зразків, які походили із різних країн світу. Наступними роками ми постійно доповнювали нашу колекцію новими партіями. Так, у 2007 році отримали 200 стійких проти *Ascochyta blight*, *Colletotrichum blight*, *Botrytis grey* зразків та 198 генотипів, які поєднують комплекс цінних ознак господарських з крупністю насіння. Останніми роками наш генофонд поповнився зразками, які за новітніми даними індійських вчених, одержано методом генетичних маркерів. Ці зразки несуть QTL, що визначають рівень посухостійкості та є стійкими до дії імідазолінової групи гербіцидів.

Попередником у дослідях була пшениця озима або ячмінь ярий. Технологія підготовки ґрунту – загальноприйнята. Колекційні зразки висівали за типом селекційного розсадника двохметровими рядками з шириною міжрядь 45 см. Стандартний сорт розміщали через кожні 20 номерів. Упродовж вегетації фіксували основні фенологічні дати, проводили необхідні вимірювання та загальну бальну оцінку. Після збирання у кращих зразків визначали основні елементи продуктивності та інші цінні господарські ознаки. На основі одержаних даних вираховували коефіцієнти варіації (V, %) і кореляції (r). Опис морфологічних, якісних і біологічних ознак проводили у відповідності з методичними рекомендаціями Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва [48, 49]. Вміст білка в насінні визначали за К'ельдалем, жиру – методом Рушковського С.В. Аналіз твердості насіння після бланшування проводили на фінометрі типу 2 (Угорщина), який застосовують для оцінки цього показника у молодому насінні зеленого горошку.

Стійкість проти фузаріозу визначали на інфекційному фоні в лабораторних умовах. Для нарощування інокулюма використовували рідке глюкозо-солодове середовище [50, 51]. Рівень стійкості визначали на основі енергії проростання, схожості та інтенсивності росту проростків. Інокуляцію насіння нуту виконували в рулонах за методикою Н.Е. Новикової, А.П. Лаханова, Г.А. Антонової [52]. У польових умовах висівали інокульоване насіння в чотирьох повтореннях, протягом вегетаційного періоду проводили фенологічні спостереження, після збирання визначали вплив інфекційного фону на цінні господарські ознаки [53].

Обговорення результатів. На початковому етапі вивчення генофонду нуту значну увагу приділили тривалості вегетаційного періоду та між фазних періодів. Серед вивченого набору зразків найменшу групу склали дуже скоростиглі форми, тривалість вегетації яких була менше 75 діб. Найбільш чисельними виявились генотипи з тривалістю вегетаційного періоду 81–100 діб. Але у кожній групі стиглості спостерігали суттєву мінливість тривалості фаз «сходи–цвітіння» і «цвітіння–дозрівання». Незважаючи на це, найбільше раноцвітучих зразків (фаза «сходи–цвітіння» 30–39 діб) було в дуже ранній та ранній групі. Серед генотипів із середньою тривалістю вегетації раноцвітучі зразки зустрічались дуже рідко, а в пізній вони повністю були відсутніми. За тривалістю періоду «цвітіння – дозрівання» весь набір сортів ми штучно розділили на швидкодозріваючі (30–40 діб) та повільно дозріваючі (понад 40 діб) (табл. 1).

Таблиця 1

Розподіл колекційних форм нуту за фазами розвитку					
Група стиглості	Кількість вивчених зразків	Кількість генотипів, %			
		раноцвітучі	пізноцвітучі	швидко дозріваючі	повільно дозріваючі
Дуже рання	4	75,0	25,0	50,0	50,0
Рання	178	70,8	29,2	51,1	48,9
Середня	334	18,0	82,0	46,7	53,3
Пізня	33	0	100	27,3	72,7

Перші три групи мало різнились за кількістю швидкодозріваючих і повільнодозріваючих форм (див. табл. 1). Необхідно зазначити, що на тривалість обох цих фаз суттєво впливали погодні умови (табл. 2).

Таблиця 2

Тривалість основних фаз розвитку кращих за продуктивністю форм нуту, діб					
Сорт, колекційний зразок	Походження	1997 р.		1998 р.	
		сходи-цвітіння	цвітіння-дозрівання	сходи-цвітіння	цвітіння-дозрівання
1	2	3	4	5	6
Краснокутський 123, ст.	Росія	45	86	36	84
Красноградський 213, ст.	Україна	45	101	34	85
Дніпровський 1	-//-	43	92	36	87
Розанна	-//-	45	95	33	87
Александрит	-//-	44	93	36	90
Donia	Угорщина	47	99	34	90
Краснокутський 195	Росія	50	98	39	85
б/н	Мексика	30	80	24	72
Привозний	Україна	45	93	34	86
Flip 85-13c	Сирія	44	96	36	89
ILC-6215	-//-	46	100	37	91
LR 56	-//-	37	87	31	82

1	2	3	4	5	6
NEC-2616	Афганістан	48	95	40	91
NEC-2630	-//-	28	97	24	92
NEC-2638	-//-	42	98	31	92
NEC-2622	-//-	39	88	30	80
NEC-2587	-//-	39	93	31	86
L-532	Індія	44	88	38	82
NEC-2149	Іран	38	89	31	81
NEC-2152	-//-	38	90	30	86
NEC-2173	-//-	38	84	30	80
NEC-2220	-//-	42	89	39	83
NEC-2228	-//-	42	88	34	86
NEC-2234	-//-	40	86	35	83

Наші спостереження не виявили чіткого зв'язку продуктивності з тривалістю окремих фаз, хоча найбільш продуктивні зразки виділяються подовженим періодом «цвітіння – дозрівання». Коротким вегетаційним періодом характеризуються зразки з Мексики, NEC-2149 (Іран), NEC-2630 і NEC-2587 (Афганістан), середня тривалість вегетаційного періоду яких становить 80–96 діб при 94–98 діб у стандарті. Суттєву варіабельність тривалості вегетаційного періоду та обох його фаз виявила також Германцева Н.И. в центральній зоні Саратовської області [54]. Вона зазначила, що цей показник особливо змінюється в залежності від кількості опадів. Найвищою продуктивністю на початковому етапі селекційної роботи з нутом (1995–2001 рр.) виділилась низка генотипів із ряду країн світу (табл. 3).

Таблиця 3

Середня продуктивність кращих колекційних форм нуту за роками, г насіння/рослині

Сорт, колекційний зразок	Походження	1996 р.	1997 р.	1998 р.
		$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
Краснокутський 123, ст.	Росія	12,0±2,3	13,3±0,7	12,3±0,8
Красноградський 213, ст.	Україна	8,6±2,1	---	9,3±0,9
Дніпровський 1	-//-	15,0±1,3	13,0±1,7	14,3±2,3
Розанна	-//-	14,6±2,3	14,2±1,9	15,4±2,4
Александрит	-//-	14,2±2,1	14,4±0,9	14,6±0,9
Допіа	Угорщина	17,6±2,0	13,0±1,9	16,2±2,1
Краснокутський 195	Росія	16,0±3,1	15,2±1,3	15,1±3,1
б/н	Мексика	19,4±2,1	10,2±2,1	16,7±1,2
Привозний	Україна	17,6±1,8	18,6±1,2	16,2±2,1
LR 56	-//-		9,7±0,9	8,9±1,9
NEC-2616	Афганістан		10,0±0,9	9,8±1,9
NEC-2630	-//-		12,7±1,2	12,6±2,0
NEC-2638	-//-		16,7±1,4	15,2±2,1
NEC-2622	-//-		11,7±2,1	12,3±3,2
NEC-2587	-//-		11,2±1,7	10,0±0,7
L-532	Індія		11,4±0,9	14,2±1,9
NEC-2149	Іран		12,0±1,2	11,4±2,1
NEC-2152	-//-		10,5±1,3	10,0±2,0
NEC-2173	-//-		10,1±1,3	9,4±1,7
NEC-2220	-//-		10,5±2,4	9,8±1,4
NEC-2228	-//-		13,6±2,3	13,0±2,1
NEC-2234	-//-		18,6±1,2	16,2±2,1

У цих генотипів оптимізовано головні елементи продуктивності, вони добре адаптовані до посушливих умов південної зони України. На кожній рослині, як правило, формувалось більше 10 г насіння, що забезпечує одержання врожаю на рівні 0,30 т/га. Крім того, виділили джерела окремих цінних господарських ознак, які є цінними для синтетичної селекції. Підвищену кількість бобів на рослині відмічено у генотипів *Donia* (45,6), Дніпровський 1 (39,2), Розанна (38,4), Краснокутський 195 (45,6), б/н Мексика (40,1), Привозний (40,6), NEC-2616 (37,1), NEC-2630 (39,7), NEC-2622 (39,1), NEC-2152 (40,1). За кількістю насінин у бобі кращими були Александрит (1,5), Flip 85-13с (1,5) і LR (1,5). У цей період із одержаного з Індії колекційного матеріалу виявили чотири зразки, в яких формувалось по два боби у вузлі. Штучне видалення одного із них приводило до зниження продуктивності рослини на 15–20 %, що свідчить про позитивний вплив цієї ознаки на врожайність. Всі ці зразки – RSWs, YG-60, SEL-544 і F 404 – відносяться до групи *desi*, тобто мають дрібне коричневого кольору насіння. Дослідження показали, що ця ознака є рецесивною і контролюється однією парою генів [55]. На основі виявлених генотипів шляхом гібридизації з адаптованими до умов Степу сортами нами вже одержано рекомбінантні лінії, у яких формується значна кількість вузлів з подвоєними бобами.

При детальному вивченні цінних господарських ознак базової колекції нуту Вус Н.О. виділено два найбільш цінні зразки за комплексом корисних показників [42]. Це сорт одеської селекції Розанна та зразок UD0500196 із Азербайджану. Вони відносяться до типу *kabuli* та поєднують по сім важливих характеристик. Сорт Розанна виділяється стійкістю до посухи та слабкою ураженістю збудником аскохітозу, підвищеними продуктивністю рослин і крупністю насіння, вмістом білка, доброю розварюваністю насіння, позитивною реакцією на нітрагінізацію. Місцевий зразок з Азербайджану характеризується високими стійкістю до посухи та збудника аскохітозу, продуктивністю рослини та крупністю насіння, доброю розварюваністю насіння.

Сучасний ринок товарного нуту потребує крупне насіння типу *kabuli*. Ціна за крупний нут (маса 1000 насінин більше 400 г) є вдвічі вищою порівняно з середньою масою (240–270 г). Як джерела крупнонасінності на початкових етапах селекції ми рекомендували зразки із Мексики, місцевий зразок Привозний, NEC-2638 із Афганістану, маса 1000 насінин яких досягає 420–450 г.

У 2003 році ми дослідили крупність насіння 99 спеціально відібраних у ICRISAT за нашим проханням колекційних зразків. За наших умов ми одержали значну диференціацію за крупністю насіння, що дозволило виділити зразки з надзвичайно великим насінням (табл. 4). Маса 1000 насінин деяких із них сягала 600 г і більше. Це майже у два рази перевищувало стандартний сорт Розанна.

Таблиця 4

Характеристика крупнонасінних генотипів нуту, 2003 р.

Зразок	Номер зразка в ICRISAT	Ознака		
		Маса 1000 насінин, г	Висота рослин, см	Тривалість вегетації, днів
1	2	3	4	5
Розанна, ст.	---	310	45	96
NEC 102	ICC 6233	576	40	88
NEC 50	ICC 6183	550	30,2	96
NEC 101	ICC 6232	570	45	92
NEC 60	ICC 6192	561	35,4	90
NEC 48	ICC 6181	570	35,1	91
P 9623	ICC 4854	630	22,8	88
INIA 103	ICC 11815	600	30,3	600
INIA 110	ICC 11821	600	40	600
INIA 20	ICC 11742	630	30,6	93

1	2	3	4	5
INIA 24	ICC 11745	630	40	104
№ 1-1	ICC 11291	558	34,8	88
№ 3	ICC 11294	588	50	88
№ 6	ICC11296	563	50,2	91
NEC 56	ICC 7713	550	40,4	99
Culiacancito (860)	ICC 7346	600	30,1	96
PI 110408	ICC 14926	619	39,7	93
PI 111935	ICC 14929	583	35,1	95
Rar	ICC 14193	620	30,2	96
650 A Perdo Se- villano	ICC 14207	630	35	95
698-49	ICC 14209	560	29,8	92
BG 1-046	ICC 13778	640	30	102
BG 1-392	ICC 13787	600	34,8	98

Серед охарактеризованих зразків з екстракрупним насінням таку ознаку було відмічено в ICC 13787 і ICC 14926 також індійськими та сирійськими вченими [56], а в ICC 11742 – за умов Індії [57]. У зв'язку з цим наші подальші пошуки було спрямовано на виявлення серед світового колекційного матеріалу крупнонасінних форм з комплексом інших позитивних ознак. У період 2013–2015 рр. за цією ознакою вивчили 349 зразків, одержаних із Інституту рослинництва ім. В.Я. Юр'єва та ICRISAT. Найбільш цінні за врожайністю та крупністю насіння зразки наведено в таблиці 5.

Таблиця 5

Урожайність та крупність насіння колекційних зразків нуту

Зразок	Походження	Урожайність, г/м ²			Маса 1000 насінин, г		
		2013	2014	2015	2013	2014	2015
		$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	$\bar{X} \pm S\bar{x}$
St Буджак	Україна	88,7±5,8	160,8±3,4	253,2±7,4	387,0±4,8	378,5±6,3	388,5±3,1
P 2 774HR (ICRISAT)	Індія	186,9±6,8	113,0±4,6	202,8±3,9	434,5±6,1	428,0±5,5	464,0±7,4
QW-5/7	-/-	78,8±1,9	140,6±2,3	191,0±2,1	360,5±11,2	387,0±14,2	430,0±10,1
Efal Bold YN 34009	-/-	121,0±4,9	122,9±5,3	230,0±5,1	440,0±6,0	402,0±15,8	464,0±10,7
NEC 1051	Іран	59,4±0,9	115,5±2,1	259,3±8,7	400,5±9,5	429,5±5,7	465,5±5,6
P-2080	-/-	101,8±4,1	81,2±3,6	143,0±3,6	361,5±6,1	329,0±4,3	364,0±5,5
P 9623	США	102,0±3,8	78,8±2,8	111,9±4,7	343,5±6,9	383,0±10,8	471,5±5,2
P 9624	-/-	148,5±4,9	136,1±5,5	286,7±10,8	433,5±5,9	412,0±9,8	463,0±4,3
NEC 2559	Афганістан	152,2±5,0	139,6±3,2	134,6±4,1	253,5±7,8	281,5±9,7	350,5±6,9
Колорит	Україна	65,2±2,3	171,4±3,8	183,6±5,0	317,0±6,7	300,5±7,2	317,0±10,3
P9809	Туреччина	120,0±3,9	115,4±2,2	148,2±3,4	316,0±5,9	290,5±8,1	376,5±4,5
NEC 2434	-/-	134,8±2,1	61,5±0,6	135,3±4,3	401,5±7,4	401,5±8,9	454,0±4,8
NEC 2425	-/-	94,7±4,1	94,7±1,8	100,1±7,8	303,5±6,1	302,0±7,2	393,5±5,4
Belaya nobul- 23	-/-	110,3±3,2	115,1±2,5	217,0±3,8	400,0±5,3	401,5±4,8	421,0±10,1
CV,%		25,6	31,3	28,1	18,6	19,1	20,0

У цих дослідженнях найбільш крупне насіння було в зразка з Індії Р 2774 HR, середня маса 1000 насінин якого склала 442,2 г. Важливо відмітити, що у цього генотипу аналізована ознака виявилась відносно стабільною за роками, хоча за період дослідження рівень зволоження ґрунту суттєво різнився. Найкращі умови склалися у 2015 році, незважаючи на те, що температура повітря часто перевищувала 30 °С. Недостатньою зволоженістю ґрунту характеризувались 2013 і 2014 рр. Крім того, ця форма виділилась також непоганою насінневою продуктивністю (167,6 г/м²), яка дорівнювала стандартному крупнонасінному сорту Буджак. В індійського сорту Efal Bold – YN 34009, іранського NEC 1051 й американського Р 9624 сприятливо поєднувались висока продуктивність і маса 1000 насінин. Вважаємо, що ці зразки є важливим джерелом для селекції найбільш цінних сортів нуту.

У 2016 році низку виділених вище зразків та ряд нових вивчали з метою виявлення таких генотипів, у яких крупнонасінність поєднується з підвищеним рівнем продуктивності (табл. 6).

Таблиця 6

Крупнонасінні зразки нуту з підвищеною продуктивністю

Генотип	Походження	Маса, г	
		Насіння з рослини	1000 насінин
Буджак, ст.	Україна	129,4	357,9
Розанна, ст.	-//-	164,2	277
Р 2774 HR (ICC 12496)	Індія	167,1	446
№ 42 (ICC 4976)	-//-	81,7	408,5
Р 2984 Р (ICC 12434)	-//-	215,2	425
Р 9624 (ICC 4855)	США	201,1	427
Р 9623 (ICC 4854)	-//-	120,8	440,5
NEC 1051 (ICC 6856)	Іран	135,4	437
Р 1830 (ICC 2285)	-//-	129,3	409
Samplez (ICC 12428)	Туреччина	140,8	430
Р 9771 (ICC 7627)	-//-	120,8	411
Belaya nobul 23 (10326)	-//-	170,5	411
NEC 2434 (ICC 9510)	-//-	89,3	407,5
Р 9741 (ICC 7608)	-//-	163,2	402
Галелео	-//-	120,3	428
NEC 26422 (ICC 5107)	Ізраїль	162,3	409
1030-91 (ICC 14361)	Мексика	148,7	429
NEC 64 (ICC 6196)	Іспанія	120,8	405
NEC 115 (ICC 6242)	Туніс	98,7	428
INIA 50 (ICC 11769)	Чилі	115,8	441
493-27	Канада	129,2	424
RBH (ICC 14564)	Бангладеш	174,5	408

У зразків Р 2774 HR, Р 9623, Р 9624, NEC 1051, Belaya nobul 23 і NEC 2434 у цьому році підтвердилась крупнонасінність і доволі висока продуктивність. Окрім того, нам удалось додатково виявити ряд генотипів подібного типу, які ми у даний період залучаємо до гібридизації.

За своїм хімічним складом нут є універсальною культурою. В його насінні міститься 18–30,8 % білка, 5,5–7 % жиру, 33–44 % крохмалю, 2,8–3 % золи та 3,0–12,5 % клітковини. Суттєву мінливість за вмістом білка виявили при вивченні 187 колекційних зразків типу *desi* та *kabuli* в Міжнародному науково-дослідному інституті напівсухих тропіків (ICRISAT) в Індії [58]. У цьому дослідженні розмах варіювання білковості становив 13,25–26,77 %. Для визначення генетичного контролю цієї ознаки автори застосували 23 маркери, які дозволили тестувати всі вісім груп зчеплення. За допомогою цього аналізу всі ви-

вчені зразки розділили на три субпопуляції. Виявили п'ять QTL, два найбільш важливих знаходились у групах зчеплення LG3 і LG5. Автори стверджують, що гени, які контролюють уміст білка в нуту, в основному, сконцентровані в хромосомах LG3 і LG5. Важливо відмітити, що шляхом видалення насінневих шкірок (лущення) можна суттєво підвищити рівень білковості одержаної сировини [59]. Наші дослідження в 1996–1999 рр. 555 колекційних генотипів за вмістом білка розподілялись наступним чином. У 26,6 % зразків білковість насіння склала 18,119,0 %, у 24,8 % – 19,120,0 %, понад 20 % – в 48,6 % досліджуваних зразків. Аналіз умісту білка впродовж ряду років показав, що цей показник більшою мірою визначається генетичними особливостями, чим умовами довілля. Найбільшою білковістю насіння виділились зразки Flір 88-13с (23.5 %), NEC 25.69 (23.1 %), RBH 93 (22.9 %), RBH 286 (22.8 %) та інші (табл.7).

Таблиця 7

Вміст білка та маса 1000 насінин у колекційних зразків нуту, 1996-1999 рр.

Зразок	Походження	Середнє значення	
		вмісту білка, %	маси 1000 насінин, г
Красноградський 213, ст.	Україна	19,4	310
Flір 88-35с	Сирія	21,9	270
Flір 88-13с	-//-	23,5	280
LR 33-1	-//-	23,4	320
P-9815	Туреччина	22,4	270
C-4	Індія	21,8	200
L-345	-//-	22,1	180
NEC 2157	Іран	22,0	300
NEC 2195	-//-	21,8	230
NEC 2569	Афганістан	23,1	300
NEC 2573	-//-	23,5	270
NEC 2577	-//-	22,5	275
NEC 2597	-//-	22,3	250
NEC 2616	-//-	23,1	210
NEC 2624	-//-	22,8	320
NEC 2636	-//-	21,9	230
NEC 2637	-//-	21,9	255
RBH 93	Бангладеш	22,9	215
RBH 198	-//-	21,9	240
RBH 256	-//-	22,2	250
RBH 286	-//-	22,8	220
P-3887	Греція	22,1	300

У східній частині Лісостепу України за рівнем білковості насіння та його стабільністю виділились сорти Антей (20,1 %), Дніпровський високорослий (20,6 %), Розанна (20,7 %) та колекційна лінія із Індії ILC 3248 (20,3 %) [42]. Високу стабільність цього показника за роками виявили Краснокутський 28, NEC 2556, LEG-CA-14 і Flір 84-158с. За крупністю насіння (понад 400 г) у цій групі зразків виділились лише три зразки – сорт місцевого походження Привозний, зразок із Мексики та афганський NEC 2638, маса 1000 насінин яких склала 450, 420 і 420 г відповідно. Наступного періоду продовжили вивчення вмісту білка в нових партіях зразків нуту, які поступили із ICRISAT. Серед понад 300 генотипів зареєстрували низку зразків з підвищеною білковістю (табл. 8).

Вміст білка в насінні колекційних зразків нуту, за роками, %

Зразок	Походження	2013 р.	2014 р.	2015 р.	Середній
Буджак, ст.	Україна	17,3	21,3	17,2	18,6
Flip 85-18c	Сирія	20,3	23,1	17,8	20,4
NEC 2561	Афганістан	17,2	22,1	17,8	19,0
NEC 2633	-//-	17,8	23,4	17,7	19,6
NEC 2554	-//-	19,5	25,7	18,1	21,1
LR 75	Індія	19,0	21,8	16,6	19,1
Broa CH	-//-	19,9	23,4	15,9	19,7
P 386	-//-	21,3	24,1	16,6	20,7
CP 60	-//-	23,4	22,3	17,7	21,1
NEC 2434	Туреччина	18,5	22,0	16,5	19,0
P 2080	Іран	18,2	26,1	16,9	20,6
Super major	Мексика	19,8	21,8	17,4	19,7
NEC 50	Іспанія	17,7	24,5	14,7	19,0
YM 466	Ефіопія	18,5	24,1	16,8	19,8
Середній за рік		18,8	22,8	16,5	19,8

Оскільки товарне насіння нуту використовують, в основному, на харчові цілі, тому важливу роль відіграють його технологічні показники. У процесі виготовлення консервованої продукції суттєвими чинниками є рівень набухання та розм'якшення насіння у процесі волого-теплової обробки. Наші дослідження чітко показали, що за намочування насіння за різних температур процес набухання прискорюється, хоча і в неоднаковому темпі (табл. 9).

У процесі зростання температурного режиму (40–50 °С) підвищеною масою насіння виділилися NEC 1838, NEC 2434, б/н Італія, значно нижчою – Mexican Sel і CRYC 34905. За максимальної температури (100 °С) найбільшу середню масу мали NEC 1838, NEC 2434, NEC 2425, Belaya nobul-23 і б/н Італія, найменшу – Mexican Sel і CRYC 34905. Аналізуючи динаміку абсорбування води за різних температурних режимів, можна зробити висновок про те, що значна кількість легконабухаючих зразків виділяється уже за намочування їх за кімнатної температури. Зразки NEC 1838, P 9809, NEC 2425, Belaya nobul-23 і б/н Італія мали максимальну масу протягом усього процесу за різних температур води, а зразок Mexican Sel – мінімальну. Але таку тенденцію спостерігали не завжди. Колекційні зразки Місцевий 00090 та 1030-91 дуже швидко збільшили масу насіння за температури 20 °С, але за підвищених температур зайняли проміжне положення. З'ясовано, що найбільшою швидкістю набухання за три роки була у зразків NEC 1838 (Чилі) та б/н (Італія) – 199,8 %, а найменшою – у Mexican Sel (Іран, *desi*) – 174,7 % (табл. 9). У 2013 році найбільш швидко набухали зразки Belaya nobul-23 – 198,5 %, NEC 2434 (Туреччина) – 197 % за 182,5 % у стандарту Буджак. Повільно абсорбував воду Mexican Sel (Іран, *desi*) – 170,5 %. У 2014 році максимальне зростання цього показника відмічено в NEC 1838 (Чилі) – 209,5 %, б/н (Італія) – 208,5 % порівняно зі стандартом Буджак – 189 %. Найнижчим він був у Mexican Sel (Іран, *desi*) – 171 %. Також у 2015 році більше нарощування мали зразки NEC 1838 (Чилі) – 196,5 % та б/н (Італія) – 196,5 % порівняно зі стандартом Буджак – 194 %, найменше Mexican Se l (Іран, *desi*) – 183 %.

У цілому за три роки за показником «набухання насіння» виділили колекційні зразки NEC 1838, NEC 2425, Belaya nobul-23 і б/н (Італія), у яких середнє значення варіювало в межах 198,3–199,8 %. Низький рівень набухання насіння відмічено у зразка Mexican Sel (174,7 %). Важливо зауважити, що цей генотип виділився також підвищеною твердістю насіння після теплової обробки (62,3), тоді як мінімальні показники були у зразків б/н Італія (44,7), NEC 2425 і Flip 85-1320 (46,0). Із сортів нашої селекції найбільший відсоток набухання за максимальної температури встановлено у сортів Пам'ять (40,8 %) та Скарб

(39,5 %), а найменшим цей показник був у сорту Одисей (38,2 %). Насіння цих сортів мало також найнижчу твердість.

Однією із «слабких сторін» існуючих сортів нуту є сприйнятливість до хвороб, що приводить до суттєвого зниження врожайності та якості насіння. За сильної епіфітотії падіння врожайності може досягти 100 % [60, 61]. Особливу шкоду рослинам нуту наносять фузаріоз у період проростання насіння та на початкових фазах росту, а також аскохітоз на більш пізніх етапах онтогенезу. Тому селекція культури без врахування стійкості проти збудників цих хвороб є практично неможливою. В результаті випробування різноманітних зразків нуту на штучному інфекційному фоні в польових умовах виявили 27 зразків, що мають високу стійкість проти фузаріозу та інші цінні господарські ознаки. Кращими за стійкістю були зразки типу *desi* (з темним насінням NEC 2179, NEC 2212, NEC 2135, NEC 2185, NEC 2201 (з Ірану), BEG-482, NO-55, F-370, F-404, NEGRO (з Індії), RBH 141, RBH 217, RBH 102 (з Бангладеш) та E 100 (з Греції). Серед типу *kabuli* (зі світлим насінням) підвищеною стійкістю або толерантністю вирізнялися Dopia (з Угорщини), NEC 2183, NEC 2149 (з Ірану), NEC 2596 і NEC 2607 (з Афганістану) та сорт Розанна. Особливої уваги заслуговує зразок NEC 2212, який, окрім стійкості проти фузаріїв, вирізняється комплексом цінних господарських ознак. На основі генетичних досліджень і методом складних схрещувань отримали новий цінний вихідний матеріал нуту, який через певний час започаткує сорти, стійкі проти фузаріозу [62].

Останніми роками значного поширення та підвищення шкодочинності набуває аскохітоз *Ascochyta rabici* Pas. Lab. Збудник хвороби розвивається більш інтенсивно за прохолодної та дощової погоди. У період 2010–2011 рр., коли такі умови створились на півдні України, нами виділено низку селекційних ліній, які не уражалися цією хворобою. Дослідження свідчать, що, як правило, підвищені стійкість або толерантність проти збудників хвороб проявляють генотипи типу *desi*. Наші дослідження довели, що схрещування між генотипами *desi* та *kabuli* дають дуже цінний вихідний матеріал, оскільки ці типи несуть різний генний пул [63]. У таких гібридних комбінаціях інтенсивно проходять рекомбінаційні процеси, існує велика вірогідність появи трансгресивних форм. Вус Н. О. [5] виявила два генотипи нуту із Росії Степной 1 і Високорослий 30, які характеризуються стабільною стійкістю проти збудника аскохітозу.

У 2019 році відповідно нашої заявки ми одержали із ICRISAT 30 колекційних зразків, які виділяються підвищеним рівнем посухостійкості. Цю ознаку в Індії було підтверджено маркерним аналізом. За наших умов вищеназвані генотипи виділились надзвичайно коротким вегетаційним періодом, хоча формували досить крупне насіння (рис. 1). Виходячи з особливостей їх росту, можливо відзначити, що посухостійкість обумовлена ухилянням від підвищених температур, а продуктивність рослин визначається залишковою кількістю зимових і весняних опадів. Їх повне цвітіння за наших умов проходить 12–15 травня, дозрівання – у перших числах липня. Ми вважаємо, що цей матеріал є цінним джерелом стійкості до несприятливих посушливих умов і його буде широко використано у гібридизації в подальших дослідженнях.

У 2020 році ми вирощували 26 зразків, одержаних із цього науково-дослідного центру, з метою виділення серед них стійких до імідазолінової групи гербіцидів. Дослідження в цьому напрямі буде продовжено в подальшому.

У результаті інтенсивного вивчення та використання у гібридизації місцевого та екзотичного колекційного матеріалу нами створено 12 сортів нуту, які внесені до Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні (табл. 10). Серед них половина виділяється крупним насінням, а Розанна, Александрит, Степовий велет і Ярина – толерантністю проти хвороб.

Аналіз елементів насіннєвої продуктивності чітко показав, що для кожного сорту характерним є певний взаємозв'язок між ними, тому одержати високопродуктивний генотип за рахунок лише однієї важливої ознаки практично неможливо. Незважаючи на це твердження, необхідно зазначити, що основними показниками високої продуктивності є кількість продуктивних вузлів на рослині, кількість насінин у бобі, підвищене значення бобів у вузлі.

Мінливість маси насіння за збільшення температури води, г, 2013–2015 рр.

Зразок	Маса насіння за температури																				
	20°C		30°C		40°C		50°C		60°C		70°C		100°C								
	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015						
Буджак, ст.	22,6	23,4	22,8	25,1	26,8	25,9	27,5	29,3	28,0	29,5	31,5	30,5	32,8	34,3	34,4	35,7	36,2	36,8	36,5	37,8	38,8
Mexican Sel	20,8	21,3	21,2	22,7	23,4	23,4	24,3	25,2	25,1	25,9	26,8	26,9	27,5	28,6	29,5	30,1	30,8	32,5	34,1	34,2	36,1
NEC 2633	22,8	24,0	22,6	25,5	27,4	25,7	28,0	30,0	27,8	29,9	32,2	30,1	32,2	34,5	33,0	35,3	38,9	35,4	36,5	39,4	36,8
P 2660	23,6	24,0	23,6	26,4	27,1	26,6	28,8	29,4	29,1	31,1	31,9	32,2	34,3	35,1	35,6	37,1	38,9	37,4	37,9	39,2	38,8
NEC 1838	23,8	24,5	23,6	26,6	28,3	26,8	29,0	31,1	29,4	32,1	34,2	32,6	34,9	37,4	36,3	35,7	40,5	38,2	38,7	41,9	39,3
P 9809	23,3	23,4	23,8	26,2	27,3	27,4	28,6	30,3	30,0	31,1	34,7	33,3	34,4	37,6	36,8	37,2	39,0	37,6	38,3	40,6	38,5
1030-91	24,1	24,5	23,3	26,5	28,2	26,2	28,8	31,0	28,3	31,1	33,2	30,5	34,3	37,0	34,2	36,9	39,1	36,1	37,4	40,5	37,3
NEC 2434	24,4	23,3	23,8	27,0	26,7	27,3	28,6	29,3	29,7	32,3	32,9	32,8	35,6	36,1	36,1	38,2	37,6	37,5	39,4	38,7	38,0
NEC 2425	23,8	23,6	23,8	26,4	28,2	27,0	28,7	31,7	29,7	31,3	35,6	32,5	34,4	38,9	36,1	37,0	41,0	37,5	38,2	42,8	38,5
CRYC34905	20,7	21,0	20,4	22,8	23,2	21,8	24,5	25,1	23,2	26,4	27,1	24,9	28,3	29,2	27,6	31,4	33,0	31,6	35,3	37,4	37,3
Flір 85-1320	23,4	23,8	23,6	26,2	27,7	26,4	28,7	31,0	29,0	31,7	35,3	32,1	34,5	38,2	35,2	36,4	39,2	36,1	37,2	40,4	37,3
Belaya nobul-23	24,2	23,7	23,6	27,2	27,3	26,4	29,5	30,9	28,7	32,4	34,6	31,7	35,3	37,3	34,9	38,0	39,2	36,9	39,7	40,9	38,4
Місцевий00090	24,0	24,5	23,7	26,8	28,2	26,9	29,2	31,3	29,4	31,7	34,3	32,1	34,7	37,2	35,5	37,2	39,2	37,1	38,1	40,8	37,9
б/н Італія	23,8	24,0	24,4	26,4	28,3	27,6	28,6	31,3	29,9	31,0	34,9	32,7	34,3	38,1	36,1	37,7	39,8	38,2	38,9	41,7	39,3
середнє	23,2	23,5	23,2	25,8	27,0	26,1	28,1	29,8	28,4	30,5	32,8	31,1	33,4	35,7	34,4	36,0	38,0	36,4	37,6	39,7	38,0



сорт Пам'ять

ICCW171302

ICCIL06004

Рис. 1 Загальний вигляд вирощених у посушливих умовах рослин нуту

Таблиця 10

Коротка характеристика занесених до державного реєстру сортів нуту

Сорт	Рік внесення до реєстру	Коротка характеристика
Розанна	2000	Посухостійкий, стійкий проти аскохітозу
Александрит	2001	Тип <i>desi</i> , стійкий проти фузаріозу
Пам'ять	2002	Стійкість проти стовбуріння
Антей	2003	Крупнонасінний, скоростиглий
Тріумф	2005	Крупнонасінний, високобілковий
Пегас	2005	Тип <i>desi</i> , стійкий проти фузаріозу
Буджак	2008	Крупнонасінний, посухостійкий
Красень	2009	Висока врожайність, відмінні харчові якості
Одисей	2014	Дуже крупне насіння (420–430 г)
Скарб	2017	Крупнонасінний, посухостійкий
Ярина	2019	Крупнонасінний, толерантний проти хвороб
Степовий велет	2020	Посухостійкий, толерантний проти хвороб

Урожайність та інші господарські показники згаданих сортів наведено в таблиці 11.

Характеристика сортів нуту, 2010–2014 рр.

Сорт	Урожайність насіння, т/га		Тривалість вегетаційного періоду, діб	Висота прикріплення нижніх бобів, см	Маса 1000 насінин, г	Вміст білка, %
	середній	максимальний				
Розанна	1,56	2,83	92	22	320	27,0
Александрит	1,78	2,91	88	18	275	26,5
Пам'ять	1,54	2,71	91	21	315	27,1
Антей	1,48	2,56	88	20	390	28,3
Пегас	1,59	2,78	85	18	265	27,5
Тріумф	1,55	2,79	93	21	405	28,7
Буджак	1,60	2,61	91	22	412	27,9
Одисей	1,61	2,46	91	22	415	28,5
Скарб	1,65	2,58	94	22	420	26,9

У виробничих умовах нашої країни найбільш поширеними є сорти Розанна, Тріумф і Пам'ять. Крім того, перші два пройшли державне сортовипробування і внесені до Державного реєстру Російської Федерації.

Висновки. В результаті багаторічного вивчення колекційних зразків нуту виділено джерела підвищеної насінневої продуктивності, крупнонасінності, високого вмісту білка, толерантності проти збудників хвороб, покращених технологічних якостей насіння. Ідентифіковані окремі генотипи, у яких поліпшено декілька цінних господарських показників. Показано, що за поєднання в одному генотипі ознак зразків різного еколого-географічного походження існує велика вірогідність одержання цінних рекомбінантних форм шляхом накопичення позитивно діючих адаптивних генів. Особливо широке різноманіття вихідного матеріалу необхідне для запобігання спалахів хвороб і масового розповсюдження шкідників, небезпека від яких суттєво зростає за одноманіття генофонду.

Подяка. Автор висловлює щирю подяку науковим співробітникам, кураторам генофонду нуту International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) N. Kameswara Rao, Hari D. Upadhyaya, Pooran M. Gaur і Samineni Srinivasan за надану ними підтримку в процесі одержання насіння колекційних зразків.

Список використаних джерел

1. Angus J.F., Kirkegaard J.A., Hunt J.R., Ryan M.H., Ohlander L., Peoples M.B. Break crops and rotations for wheat. *Crop and pasture science*. 2015. V. 66. № 6. P. 523–552. DOI: 10.1071/CP14252.
2. Gaur P.M., Jukanti A.K., Varshney R.K. Impact of genomic technologies on chickpea breeding strategies. *Agronomy*. 2012. V. 2, №3. P. 199–221. DOI: 10.3390/agronomy2030199.
3. Lin R., Yang H., Khan T.N., Siddique K.H.M., Yan G. Characterization of genetic diversity and DNA fingerprinting of Australian chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars using MFLP markers. *Austr. J. Agric. Res.* 2008. V. 59. № 8. P. 707–713. DOI: 10.1071/AR07401.
4. Saced A., Hovsepyan H., Darvishzadeh R., Imtiaz M., Panguluri S.K., Nazaryan R. Genetic diversity of Iranian accessions, improved lines of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and their wild relatives by using simple sequence repeats. *Plant Mol. Biol. Rep.* 2011. V. 29. P. 848–858. DOI: 10.1007/S11105-011-0294-5.
5. Abbo S., Berger J., Turner N.C. Evolution of cultivated chickpea: four bottlenecks limit diversity and constrain adaptation. *Func. Plant Biol.* 2003. V. 30. № 10. P. 1081–1087. DOI: 10.1071/FP03084.

6. Magbool M.A., Aslam M., Ali H. Breeding for improved drought tolerance in chickpea. *Plant Breed.* 2017. V. 136. № 3. P. 300–318. DOI: 10.1111/pbr. 12477.
7. Darai R., Ojha B.R., Sarker A., Sah R. Genetics and breeding for drought tolerance in food legumes. *Intern. J. Environ. Agric. Biotech.* 2016. V. 1. № 4. P. 958–967. DOI: 10.22161/ijeab/1.4.47.
8. Choudhary A.K., Sultana R., Vales M.I., Saxena K.B., Kumar R.R., Rathakumar P. Integrated physiological and molecular approaches to improvement of abiotic stress tolerance in two pulse crops of the semi-arid tropics. *Crop J.* 2018. V. 6. № 2. P. 99–114. DOI: 10.1016/j.cj.2017.11.002.
9. Kaloki P., Luo Q., Trethowan R., Tan D.K.Y. Can the development of drought tolerant ideotype sustain Australian chickpea yield. *Intern. J. Biometeorol.* 2019. V. 63. № 3. P. 393–403. DOI: 10.1007/S00484-019-01672-7.
10. Ahmad F., Gaur P.M., Croser J.S. Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement. Taylor and Francis. London, UK. 2005. P. 229–267.
11. Singh M., Bhardway C., Singh S., Panatu S., Chaturvedi S.K., Rana J.C, Sarker A. Chickpea genetic resources and its utilization in India: Current status and future prospects. *Indian J. Genet.* 2016. V. 76. № 4. P. 515–529. DOI:10.5958/0975-6906.2016.00070.5
12. Archak S., Tyagi R.K., Harer P.N., Mahase L.B., Singh N., Dahiya O.P., Bansal K.C. Characterization of chickpea germplasm National Gene Bank and development of core set using qualitative and quantitative data. *Crop J.* 2016. V. 4. № 5. P. 417–424. DOI:10.1016/j.cj.2016.06.013.
13. ICRISAT. 2010. Strategic Plan to 2020: Inclusive market-oriented development for small-holder farmers in the tropical drylands. Patancheru, Andhra Pradesh, India, ICRISAT. 2010. 60 p.
14. Кобизева Л.Н. Теоретичні основи формування банку генетичних ресурсів зернобобових культур України та напрями його використання. Автореф. ... доктора с.-г. наук. Дніпропетровськ, 2011. 43 с.
15. Bains N.S., Singh S., Gill M.S., Dhillon B.S. Enhanced utilization of plant genetic resources in crop improvement programmes. *Ind. J. Plant Genet. Resour.* 2012. V. 25. No 1. P. 52–62.
16. Singh M., Bisht I.S., Dutta M., Kumar K., Basandrai A.K., Kaur L., Bansal K.S. Characterization and evaluation of wild annual *Cicer* species for agro-morphological traits and major biotic stresses under North western Indian conditions. *Crop Sci.* 2014. V. 54. No 1. P. 229–239. DOI: 10.2135/cropsci 2013.04.0225.
17. Singh K.B., Malhotra R.S., Saxena M.C. Sources on tolerance to cold in *Cicer* species. *Crop Sci.* 1990. V. 30. No 5. P. 1136–1138. DOI: 10.2135/cropsci 1990.0011183x003000050036x.
18. Singh K.B., Malhotra R.S., Halila M.H., Knights E.J., Verme M.M. Current status and future strategy inbreeding chickpea for resistance to biotic and abiotic stresses. *Euphytica.* 1993. V. 73. No 1. P. 137–149. DOI: 10.1007/bf00027150.
19. Toker C. Preliminary screening and selection for cold tolerance in annual wild *Cicer* species. *Genet. Resour. Crop Evol.* 2005. V. 52. № 1. P. 1–5. DOI: 10.1007/s10722-005-1743-5.
20. Berger J.D., Buck R., Henzell J.M., Turner N.C. Evolution in the genus *Cicer* – vernalization response and low temperature pod set in chickpea (*C. arietinum* L.) and its wild relatives. *Austr. J. Agric. Res.* 2005. V. 56. No 11. P. 1191–1200. DOI: 10.1071/ar05089.
21. Toker C., Canci H., Yildirim T. Evaluation of perennial wild *Cicer* species for drought resistance. *Genet. Resour. Crop Evol.* 2007. V. 54. No 8. P. 1781–1786. DOI: 10.1007/s10722-006-9197-y.
22. Canci H., Toker E.C. Evaluation of annual wild *Cicer* species for drought and heat resistance under field conditions. *Genet. Resour. Crop Evol.* 2009. V. 56. No 1. DOI: 10.1007/s10722-008-9335-9.
23. Chandora R., Gayacharan, Shekhawai N., Malhotra N. Chickpea genetic resources: collection, conservation, characterization and maintenance. *Chickpea: Crop Wild Relatives for En-*

- hancing Genetic Gains. Ed. Singh M., Academic Press. London, UK. 2020. P. 37–61. DOI: 10.1016/6978-0-12-818299-4.00003-8.
24. Berger J., Abbo S., Turner N.C. Ecogeography of annual Wild Cicer species. *Crop Sci.* 2002. V. 43. No 3. P. 1076–1090. DOI: 10.2135/cropsci.2003.1076.
 25. Saxena M.S., Bajaj D., Kujur A., Das S., Badoni S., Kumar V., Paridha S.K. Natural allelic diversity, genetic structure and linkage disequilibrium pattern in wild chickpea. *PLoS One.* 2014. V. 9. No 9. e107484. DOI: 10.1371/journal.pone.0107484.
 26. Das S., Upadhyaya H.D., Srivastava R., Bajaj D., Gowda C.L.L., Sharma S., Paridha S.K. Genome-wide insertion-deletion (InDel) marker discovery and genotyping for genetics – assisted breeding applications in chickpea. *DNA Res.* 2015. V. 22. No 5. P. 377–386. DOI: 10.1093/dnares/dsv020.
 27. Upadhyaya H.D., Bajaj D., Narnoliya L., Das S., Kumar V., Gowda C.L.L., Paridha S.K. Genome-wide scans for delineation of candidate genes regulating seed-protein content in chickpea. *Frontiers in Plant Sci.* 2016. V. 7. P. 302. DOI: 10.3389/fpls.2016.00302.
 28. Kumar S., Gugita S., Singh B.B. How wide the genetic base of pulse crops is. *Pulses in new perspective.* Eds.: Ali M., Singh B.B., Kumar S., Dhar V. Proc. Nat. Simp. Crop Diversification Natur. Resour. Manag. Kanpur, India. 2004. P. 211–217.
 29. Yadav S.S., Hegde V.S., Habibi A.B., Dia M., Verma S. Climate change, agriculture and food security. *Food security and climate change.* Eds.: Yadav S.S., Redden R.J., Hatfield J.L., Ebert A.W., Huhter D. New Jersey, USA. John Wiley and Sons Ltd. 2019. P. 1–50.
 30. Maxted N., Avagyan A., Frese L., Iriando J., Kell S., Brehm J.M., Dulloo E. Conservation planning for crop wild relative diversity. *Crop wild relatives and climate change.* Eds.: Redden R., Yadav S.S., Maxted M., Dulloo E., Guarino L., Smith P. USA. Wiley-Blackwell. 2015. P. 88–107.
 31. Berger J.D. Ecogeography and evolutionary approaches to improving adaptation of autumn-sown chickpea (*Cicer arietinum* L.) to terminal drought. The search for reproductive chilling tolerance. *Field Crops Res.* 2007. V. 104. No 1–2. P. 112–122. DOI: 10.1016/j.for.2007.03.021.
 32. Berger J.D., Kumar S., Nayyar H., Street K., Sandhu J.S., Henzell J.M., Clarke H.C. Temperature-stratified screening of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genetic resource collections reveals very limited reproductive chilling tolerance compared to its annual wild relatives. *Field Crops Res.* 2012. V. 126. P. 119–129. DOI: 10.1016/j.for.2011.09.020.
 33. Knights E.J., Southwell R.J., Shwinghamer M.W., Harden S. Resistance to *Phytophthora medicaginis* Hansen and Maxwell in wild Cicer species and its use in breeding root rot resistant chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Austr. J. Agric. Res.* 2008. V. 59. No 4. P. 383–387. DOI: 10.107/AR07175.
 34. Reen R.A., Mumford M.H., Thompson J.P. Novel sources of resistance to root-lesion nematode (*Pratylenchus thornei*) in a new collection of wild Cicer species (*C. reticulatum* and *C. echinospermum*) to improve resistance in cultivated chickpea (*C. arietinum* L.). *Phytopathology.* 2019. V. 109. No 7. P. 1270–1279. DOI: 10.1094/Phyto-02-19-0047-R.
 35. Kozlov K., Singh A., Bishop-von Wettberg E., Kahraman A., Aydogan A., ... Samsonova M. Non-linear regression models for time to flowering in wild chickpea combine genetic and climatic factors. *BMC Plant Biol.* 2019. V. 19. No 2. P. 1–9. DOI: 10.1186/s12870-019-1685-2.
 36. Engejs J.M.M., Maggioni L. AEGIS: A regionally based approach to PGR conservation agrobiodiversity conservation securing the diversity of crop wild relatives and landraces. Ed. Masted N. et al. CABI. Wallingford. 2012. P. 321–326.
 37. Weise S., Oppermann M., Maggioni L., van Hintum T., Kniipffer H. EURISCO: The European search catalogue for plant genetic resources. *Nucleic Acids Res.* 2016. V. 1. P. 1–6. DOI: 10.1093/nar/gkw755.
 38. Shin M.G., Bulyntsev S.V., Chang P.L., Korbu L.B., Carrasquila-Garcia N., Vishnyakova M.A., Nuzhdin S.V. Multi-trait analysis of domestication genes in *Cicer arietinum*. *Cicer re-*

- ticulatum* hybrids with a multidimensional approach: Modeling wide crosses for crop improvement. *Plant Sci.* 2019. v. 285. P. 122–131. DOI: 10.1016/plansci.2019.04.018.
39. Von Wettberg E.J.B., Chang P.L., Basdemir F., Carresquilla-Garcia N., Korbu L.B., Moenga S.M., Cook D.R. Ecology and genomics of an important crop wild relative as a prelude to agricultural innovation. *Nature Communications.* 2018. V. 9. P. 649. DOI: 10.1038/s41647-018-02867.
 40. Rani A., Devi P., Jha U.C., Sharma K.D., Siddique K.H.M., Nayyar H. Developing climate-resistant chickpea involving physiological and molecular approaches with a focus on temperature and drought stresses. *Front. Plant Sci.* 2020. V. 10. P. 1759. DOI: 10.3389/pls.2019.01759.
 41. Farahani S., Maleki M., Mehrabi R., Kanouni H., Scheben A., Batley J., Talebi R. Whole genome diversity, population structure, and linkage disequilibrium of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes using genome-wide DArTseq-based SNP markers. *Genes.* 2019. v. 10. P. 676. DOI: 10.3390/genes 10090676.
 42. Вус Н.О. Селекційна цінність вихідного матеріалу нуту (*Cicer arietinum* L.) за адаптивністю до біо- та абіотичних чинників в умовах східної частини Лісостепу України. Дис. ... канд. с.-г. наук. IP ім. В.Я. Юр'єва, Харків. 2018, 255 с.
 43. Gaur P.M., Thudi M., Samineni S., Varshney R.R. Advances in chickpea genomics. *Legumes in the Omic Era.* ICRISAT, India. 2014. P. 73–94. DOI: 10.1007/978-1-4614-8370-04.
 44. Bajaj D., Das S., Badoni S., Kumar V., Singh M., Bansal K.C., Parida S.K. Genome-wide high-throughput SNP discovery and genotyping for understanding natural (functional) allelic diversity and domestication patterns in wild chickpea. *Scientific Rep.* 2015. V. 5. 12468 p. DOI: 10.1038/srep12468.
 45. Varshney R.K., Thudi M., Roorkiwal M., He W., Upadhyaya H.D., Yang W., Liu X. Resequencing of 429 chickpea accessions from 45 countries provides insights into genome diversity, domestication and agronomic traits. *Nature Genetics.* 2019. V. 51. P. 857–864. DOI: 10.1038/s41588-019-0401-3.
 46. Parween S., Nawaz K., Roy R., Pole A.K., Venkata Suresh P., Misra G., Chattopadhyay D. An advanced draft genome assembly of a *desi* type chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Scientific Reports.* 2015. V. 5. 12806. DOI: 10.1038/step12806.
 47. Gupta D.S., Thavarajah D., Mc Gee R.J., Coyne C. J., Kumar S., Thavajah P. Genetic diversity among cultivated and wild lentils for iron, zinc, copper, calcium and magnesium concentrations. *Austral. J. Crop Sci.* 2016. V. 10. No 10. P. 1381–1387. DOI: 10.21475/ajcs.2016.10.10.
 48. Кириченко В.В., Кобизєва Л.Н., Петренкова В.П., Рябчун В.К., Безугла О.М., Маркова Т.Ю. та ін. Ідентифікація ознак зернобобових культур (квасоля, нут, сочевиця). Харків: IP ім. В.Я. Юр'єва, 2009. 118 с.
 49. Кобизєва Л.Н., Безугла О.М., Силенко С.І., Коптилов В.В., Сокол Т.В., Докукіна К.І., Вус Н.О. Методичні рекомендації з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур. Харків: IP ім. В.Я. Юр'єва, 2016. 84 с.
 50. Бабаянц О.В., Бабаянц Л.Т. Основы селекции и методология оценок устойчивости пшеницы к возбудителям болезней. Одесса: СГИ – НЦСС, 2014. 401 с.
 51. Гонтаренко О.В. Фузариоз колосу пшениці на півдні України та сортостійкість. Дис. ... канд. біол. н. Київ, 1993. 219 с.
 52. Новикова Н.Е., Лаханов А.П., Антонова Г.А. Способ отбора высокопродуктивных форм гороха. Патент РФ №2031573. НПО по зернобобовым и крупяным культурам. 1995.
 53. Сичкарь В.И., Бабаянц О.В., Пасичник С.М., Кривенко А.И., Бушулян М.А. Оценка устойчивости к фузариозу коллекционного и селекционного материала нута. Зернобобовые и крупяные культуры. 2018. №1 (25). С. 67–76.
 54. Германцева Н.И. Биологические особенности, селекция и семеноводство нута в засушливом Поволжье. Автореф. дисс. доктора с.- х. наук. Пенза. 2001. 54 с.

55. Бушулян О.В., Січкарь В.І. Генетичний аналіз ознаки двобобовості нуту. Збірник наукових праць СГІ. 2003. Вип. 4 (44). С. 20–23.
56. Upadhyaya H.D., Furman B.J., Dwivedi S.L., Udupa S.M., Gowda C.L.L., Baum M., Singh S. Development of a composite collection for mining germplasm possessing allelic variation for beneficial traits in chickpea. *Plant Gen. Res.* 2006. V. 4. No 1. P. 13–19. DOI: 10.1079/pgr2005101.
57. Gaur P.M., Pande S., Upadhyaya H.D., Rao B.V. Extra-large Kabuli chickpea with high resistance to Fusarium wilt. *Intern. Chickpea and Pigeonpea Newsl.* 2006. No 13. P. 5–7.
58. Jadhav A.A., Rayate S.J., Mhase L.B., Thudi M., Chitikineni A., Harer P.N., Kulmal P.L. Marker-trait association study for protein content in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *J. Genetics.* 2015. V. 94. No 2. P. 279–286. DOI: 10.1007/s12041-015-0529-6.
59. Jukanti A., Guar P., Gowda C., Chiblar R. Nutritional quality and health benefits of chickpea. *Br. J. Nutr.* 2012. V. 108. P. 11–26.
60. Halila I., Rubio J., Millan T., Gil J., Kharrat M., Marrakchi M. Resistance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) to Fusarium wilt race O. *Plant Breed.* 2010. V. 129. No 5. P. 563–566. DOI: 10.1111/j.1439-0523.2009.01703.x.
61. Soregaon C.D., Ravikumar R.L. Segregation of Fusarium wilt resistance in recombinant inbred lines of two diverse crosses of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Karnataka J. Agric. Sci.* 2012. V. 25. No 1. P. 127–128.
62. Бушулян О.В., Січкарь В.І. Напрями та результати селекції нуту. Вісник аграрної науки. Спеціальний випуск, присвячений 100-річчю СГІ – НЦНС. 2012. С. 73–76.
63. Січкарь В.І. Стан і перспективи селекції зернобобових культур в Селекційно-генетичному інституті УААН. Збірник наукових праць СГІ – НЦНС. 2002. № 3 (43). С. 92–103.

References

1. Angus JF, Kirkegaard JA, Hunt JR, Ryan MH, Ohlander L, Peoples MB. Break crops and rotations for wheat. *Crop and pasture science.* 201; 66(6): 523–552. DOI: 10. 1071/CP 14252.
2. Gaur PM, Jukanti AK, Varshney RK. Impact of genomic technologies on chickpea breeding strategies. *Agronomy.* 2012; 2(3): 199–221. DOI: 10.3390/agronomy 2030199.
3. Lin R, Yang H, Khan TN, Siddique KHM, Yan G. Characterization of genetic diversity and DNA fingerprinting of Australian chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars using MFLP markers. *Austr. J. Agric. Res.* 2008; 59(8): 707–713. DOI: 10.1071/AR07401.
4. Saced A, Hovsepyan H, Darvishzadeh R, Imtiaz M, Panguluri SK, Nazaryan R. Genetic diversity of Iranian accessions, improved lines of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and their wild relatives by using simple sequence repeats. *Plant Mol. Biol. Rep.* 2011; 29: 848–858. DOI: 10.1007/S11105-011-0294-5.
5. Abbo S, Berger J, Turner NC. Evolution of cultivated chickpea: four bottlenecks limit diversity and constrain adaptation. *Func. Plant Biol.* 2003; 30(10): 1081–1087. DOI: 10.1071/FP03084.
6. Magbool MA, Aslam M, Ali H. Breeding for improved drought tolerance in chickpea. *Plant Breed.* 2017; 136(3): 300–318. DOI: 10.1111/pbr. 12477.
7. Darai R, Ojha BR, Sarker A, Sah R. Genetics and breeding for drought tolerance in food legumes. *Intern. J. Environ. Agric. Biotech.* 2016; 1(4): 958–967. DOI: 10.22161/ijeab/1.4.47.
8. Choudhary AK, Sultana R, Vales MI, Saxena KB, Kumar RR, Rathakumar P. Integrated physiological and molecular approaches to improvement of abiotic stress tolerance in two pulse crops of the semi-arid tropics. *Crop J.* 2018; 6(2): 99–114. DOI: 10.1016/j.cj.2017.11.002.
9. Kaloki P, Luo Q, Trethowan R, Tan DKY. Can the development of drought tolerant ideotype sustain Australian chickpea yield. *Intern. J. Biometeorol.* 2019; 63(3): 393–403. DOI: 10.1007/S00484-019-01672-7.

10. Ahmad F, Gaur PM, Croser JS. Chickpea (*Cicer arietinum* L.). Genetic resources, chromosome engineering, and crop improvement. Taylor and Francis. London, UK. 2005. P. 229–267.
11. Singh M, Bhardway C, Singh S, Panatu S, Chaturvedi SK, Rana JC, Sarker A. Chickpea genetic resources and its utilization in India: Current status and future prospects. *Indian J. Genet.* 2016; 76(4): 515–529. DOI:10.5958/0975-6906.2016.00070.5
12. Archak S, Tyagi RK, Harer PN, Mahase LB, Singh N, Dahiya OP, Bansal KC. Characterization of chickpea germplasm National Gene Bank and development of core set using qualitative and quantitative data. *Crop j.* 2016; 4(5): 417–424. DOI:10.1016/j.cj. 2016.06.013.
13. ICRISAT. 2010. Strategic Plan to 2020: Inclusive market-oriented development for small-holder farmers in the tropical drylands. Patancheru, Andhra Pradesh, India, ICRISAT. 2010. 60 p.
14. Kobzyeva LN. Theoretical basis for the formation of the bank of grain legumes genetic resources of Ukraine and the directions of its usage. Thesis for the doctor of agricultural science degree. Institute of Agriculture of Grain Farming NAAS. Dnipropetrovsk, 2011. 43 p.
15. Bains NS, Singh S, Gill MS, Dhillon BS. Enhanced utilization of plant genetic resources in crop improvement programmes. *Ind. J. Plant Genet. Resour.* 2012; 25(1): 52–62.
16. Singh M, Bisht IS, Dutta M, Kumar K, Basandrai AK, Kaur L, Bansal KS. Characterization and evaluation of wild annual *Cicer* species for agro-morphological traits and major biotic stresses under North western Indian conditions. *Crop Sci.* 2014; 54(1): 229–239. DOI: 10.2135/cropsci 2013.04.0225.
17. Singh KB, Malthotra RS, Saxena MC. Sources on tolerance to cold in *Cicer* species. *Crop Sci.* 1990; 30(5): 1136–1138. DOI: 10.2135/cropsci 1990.0011183x003000050036x.
18. Singh KB, Malthotra RS, Halila MH, Knights EJ, Verme MM. Current status and future strategy inbreeding chickpea for resistance to biotic and abiotic stresses. *Euphytica.* 1993; 73(1): 137–149. DOI: 10.1007/bf00027150.
19. Toker C. Preliminary screening and selection for cold tolerance in annual wild *Cicer* species. *Genet. Resour. Crop Evol.* 2005; 52: 1–5. DOI: 10.1007/s10722-005-1743-5.
20. Berger JD, Buck R, Henzell JM, Turner NC. Evolution in the genus *Cicer* – vernalization response and low temperature pod set in chickpea (*C. arietinum* L.) and its wild relatives. *Austr. J. Agric. Res.* 2005; 56(11): 1191–1200. DOI: 10.1071/ar05089.
21. Toker C, Canci H, Yildirim T. Evaluation of perennial wild *Cicer* species for drought resistance. *Genet. Resour. Crop Evol.* 2007; 54(8): 1781–1786. DOI: 10.1007/s10722-006-9197-y.
22. Canci H, Toker EC. Evaluation of annual wild *Cicer* species for drought and heat resistance under field conditions. *Genet. Resour. Crop Evol.* 2009; 56(1). DOI: 10.1007/s10722-008-9335-9.
23. Chandora R, Gayacharan, Shekhawai N, Malhotra N. Chickpea genetic resources: collection, conservation, characterization and maintenance. *Chickpea: Crop Wild Relatives for Enhancing Genetic Gains.* Ed. Singh M., Academic Press. London, UK. 2020. P. 37–61. DOI: 10.1016/6978-0-12-818299-4.00003-8.
24. Berger J, Abbo S, Turner NC. Ecogeography of annual Wild *Cicer* species. *Crop Sci.* 2002; 43(3): 1076–1090. DOI: 10.2135/cropsci 2003.1076.
25. Saxena MS, Bajaj D, Kujur A, Das S, Badoni S, Kumar V, Paridha SK. Natural allelic diversity, genetic structure and linkage disequilibrium pattern in wild chickpea. *PloS One.* 2014; 9(9): e107484. DOI: 10.1371/journal.pone 0107484.
26. Das S, Upadhyaya HD, Srivastava R, Bajaj D, Gowda CLL, Sharma S, Paridha SK. Genome-wide insertion-deletion (InDel) marker discovery and genotyping for genetics – assisted breeding applications in chickpea. *DNA Res.* 2015; 22(5): 377–386. DOI: 10.1093/dnares/dsv020.
27. Upadhyaya HD, Bajaj D, Narnoliya L, Das S, Kumar V, Gowda CLL, Paridha SK. Genome-wide scans for delineation of candidate genes regulating seed-protein content in chickpea. *Frontiers in Plant Sci.* 2016; 7: 302. DOI: 10.3389/fpls. 2016.00302.

28. Kumar S, Gugita S, Singh BB. How wide the genetic base of pulse crops is. Pulses in new perspective. Eds.: Ali M, Singh BB, Kumar S, Dhar V. Proc. Nat. Simp. Crop Diversification Natur. Resour. Manag. Kanpur, India. 2004. P. 211–217.
29. Yadav SS, Hegde VS, Habibi AB, Dia M, Verma S. Climate change, agriculture and food security. Food security and climate change. Eds.: Yadav SS, Redden RJ, Hatfield JL, Ebert AW, Huhter D. New Jersey, USA. John Wiley and Sons Ltd. 2019. P. 1–50.
30. Maxted N, Avagyan A, Frese L, Iriondo J, Kell S, Brehm JM, Dulloo E. Conservation planning for crop wild relative diversity. Crop wild relatives and climate change. Eds.: Redden R, Yadav SS, Maxted M, Dulloo E, Guarino L, Smith P. USA. Wiley-Blackwell. 2015. P. 88–107.
31. Berger JD. Ecogeography and evolutionary approaches to improving adaptation of autumn-sown chickpea (*Cicer arietinum* L.) to terminal drought. The search for reproductive chilling tolerance. Field Crops Res. 2007; 104(1-2): 112–122. DOI: 10.1016/j.for.2007.03.021.
32. Berger JD, Kumar S, Nayyar H, Street K, Sandhu JS, Henzell JM, Clarke HC. Temperature-stratified screening of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genetic resource collections reveals very limited reproductive chilling tolerance compared to its annual wild relatives. Field Crops Res. 2012; 126: 119–129. DOI: 10.1016/j.for.2011.09.020.
33. Knights EJ, Southwell RJ, Shwinghamer MW, Harden S. Resistance to *Phytophthora medicaginis* Hansen and Maxwell in wild *Cicer* species and its use in breeding root rot resistant chickpea (*Cicer arietinum* L.). Austr. J. Agric. Res. 2008; 59(4): 383–387. DOI: 10.107/AR07175.
34. Reen RA, Mumford MH, Thampson JP. Novel sources of resistance to root-lesion nematode (*Pratylenchus thornei*) in a new collection of wild *Cicer* species (*C. reticulatum* and *C. echinospermum*) to improve resistance in cultivated chickpea (*C. arietinum* L.). Phytopathology. 2019; 109(7): 1270–1279. DOI: 10.1094/Phyto-02-19-0047-R.
35. Kozlov K, Singh A, Bishop-von Wettberg E, Kahraman A, Aydogan A, Samsonova M. Non-linear regression models for time to flowering in wild chickpea combine genetic and climatic factors. BMC Plant Biol. 2019; 19(2): 1–9. DOI: 10.1186/s12870-019-1685-2.
36. Engejs JMM, Maggioni L. AEGIS: A regionally based approach to PGR conservation agrobiodiversity conservation securing the diversity of crop wild relatives and landraces. Ed. Masted N. et al. CABI. Wallingford. 2012. P. 321–326.
37. Weise S, Oppermann M, Maggioni L, van Hintum T, Knipffner H. EURISCO: The European search catalogue for plant genetic resources. Nucleic Acids Res. 2016; 1: 1–6. DOI: 10.1093/nar/gkw755.
38. Shin MG, Bulynthsev SV, Chang PL, Korbu LB, Carrasquila-Garcia N, Vishnyakova MA, Nuzhdin SV. Multi-trait analysis of domestication genes in *Cicer arietinum*. *Cicer reticulatum* hybrids with a multidimensional approach: Modeling wide crosses for crop improvement. Plant Sci. 2019; 285: 122–131. DOI: 10.1016/plansci.2019.04.018.
39. Von Wettberg EJB, Chang PL, Basdemir F, Carresquila-Garcia N, Korbu LB, Moenga SM, Cook DR. Ecology and genomics of an important crop wild relative as a prelude to agricultural innovation. Nature Communications. 2018; 9: 649. DOI: 10.1038/s41647-018-02867.
40. Rani A, Devi P, Jha UC, Sharma KD, Siddique KHM, Nayyar H. Developing climate-resistant chickpea involving physiological and molecular approaches with a focus on temperature and drought stresses. Front. Plant Sci. 2020; 10: 1759. DOI: 10.3389/pls.2019.01759.
41. Farahani S, Maleki M, Mehrabi R, Kanouni H, Scheben A, Batley J, Talebi R. Whole genome diversity, population structure, and linkage disequilibrium of chickpea (*Cicer arietinum* L.) genotypes using genome-wide DArTseq-based SNP markers. Genes. 2019; 10: 676. DOI: 10.3390/genes 10090676.
42. Vus NO. Breeding value of chickpea (*Cicer arietinum* L.) starting material by adaptability to biotic and abiotic factors in the Eastern Forest-Steppe of Ukraine. [dissertation]. Plant Production Institute nd. a. VYa Yuriev of NAAS. Kharkiv. 2018.

43. Gaur PM, Thudi M, Samineni S, Varshney RR. Advances in chickpea genomics. Legumes in the Omic Era. ICRISAT, India. 2014. P. 73–94. DOI: 10.1007/978-1-4614-8370-04.
44. Bajaj D, Das S, Badoni S, Kumar V, Singh M, Bansal KC, Parida SK. Genome-wide high-throughput SNP discovery and genotyping for understanding natural (functional) allelic diversity and domestication patterns in wild chickpea. Scientific Rep. 2015; 5: 12468. DOI: 10.1038/srep12468.
45. Varshney RK, Thudi M, Roorkiwal M, He W, Upadhyaya HD, Yang W, Liu X. Resequencing of 429 chickpea accessions from 45 countries provides insights into genome diversity, domestication and agronomic traits. Nature Genetics. 2019; 51: 857–864. DOI: 10.1038/s41588-019-0401-3.
46. Parween S, Nawaz K, Roy R, Pole AK, Venkata Suresh P, Misra G, Chattopadhyay D. An advanced draft genome assembly of a desi type chickpea (*Cicer arietinum* L.). Scientific Reports. 2015; 5: 12806. DOI: 10.1038/step12806.
47. Gupta DS, Thavarajah D, Mc Gee RJ, Coyne CJ, Kumar S, Thavajah P. Genetic diversity among cultivated and wild lentils for iron, zinc, copper, calcium and magnesium concentrations. Austral. J. Crop Sci. 2016; 10(10): 1381–1387. DOI: 10.21475/ajcs.2016.10.10.
48. Kyrchenko VV, Kobzyeva LN, Petrenkova VP, Riabchun VK, Bezuglaya ON. Identification of signs of legumes (dry bean, chickpea, lentil). Kharkiv: Plant Production Institute nd. a. VYa Yuriev of NAAS, 2009. 118 p.
49. Kobzyeva LN, Bezuglaya ON, Sylenko SI. et al. Methodical recommendations for the study of genetic resources of legumes. Kharkiv: Plant Production Institute nd. a. VYa Yuriev of NAAS, 2016. 84 p.
50. Babayants OV, Babayants LT. Breeding basics and methodology for assessing the resistance of wheat to pathogens. Odessa: Plant Breeding and Genetics Institute – National Center of Seed and Cultivar Investigation, 2014. 401 p.
51. Gontarenko OV. Wheat fusarium wilt in the South of Ukraine and varietal resistance. [dissertation]. Kyiv, 1993.
52. Novikova NE, Lachanov AP, Antonova GA. Method of selection of highly productive pea forms. Patent of Russian Federation № 2031573. 1995.
53. Sichkar VI, Babayants OV, Pasichnik SM, Kryvenko AI, Bushulyan MA. Evaluation of the resistance to fusarium in chickpea collection and breeding materials. Zernobobovyie I krupianyie kultury. 2018; 1(25): 67–76.
54. Germantzeva NI. Biological features, breeding and seed production of chickpea in arid Volga region. [dissertation]. Penza, 2001.
55. Bushulyan OV, Sichkar VI. Genetic analysis of double-padded chickpea. Zbirnyk naukovykh praz. BGI – NC SGSR. 2003; 4(44): 20–23.
56. Upadhyaya HD, Furman BJ, Dwivedi SL, Udupa SM, Gowda CLL, Baum M, Singh S. Development of a composite collection for mining germplasm possessing allelic variation for beneficial traits in chickpea. Plant Gen. Res. 2006; 4(1): 13–19. DOI: 0.1079/pgr2005101.
57. Gaur PM, Pande S, Upadhyaya HD, Rao BV. Extra-large Kabuli chickpea with high resistance to Fusarium wilt. Intern. Chickpea and Pigeonpea Newsl. 2006; 13: 5–7.
58. Jadhav AA, Rayate SJ, Mhase LB, Thudi M, Chitikineni A, Harer PN, Kulmal PL. Marker-trait association study for protein content in chickpea (*Cicer arietinum* L.). J. Genetics. 2015; 94(2): 279–286. DOI: 10.1007/s12041-015-0529-6.
59. Jukanti A, Guar P, Gowda C, Chiblar R. Nutritional quality and health benefits of chickpea. Br. J. Nutr. 2012; 108: 11–26.
60. Halila I, Rubio J, Millan T, Gil J, Kharrat M, Marrakchi M. Resistance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) to Fusarium wilt race O. Plant Breed. 2010; 129(5): 563–566. DOI: 10.1111/j.1439-0523.2009.01703.x.
61. Soregaon CD, Ravikumar RL. Segregation of Fusarium wilt resistance in recombinant inbred lines of two diverse crosses of chickpea (*Cicer arietinum* L.). Karnataka J. Agric. Sci. 2012; 25(1): 127–128.

62. Bushulyan OV, Sichkar VI. Directions and results of chickpea breeding. Visnyk agrarnoyi nauky. A special issue dedicated to the 100-th anniversary of BGI – NC SGSR. 2012: 73–76.
63. Sichkar VI. The state and prospects of the legume breeding at BGI – NC SGSR. Zbirnyk naukovykh praz BGI – NC SGSR. 2002; 3(43): 92–103.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ НУТА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЕКЦИИ

Сичкарь В.И.

Одесская государственная сельскохозяйственная опытная станция НААН, Украина

Обобщены результаты более чем 20-летнего изучения большого набора генофонда нута, происходящего из многих стран мира. Выделены источники и доноры скороспелости, засухоустойчивости, крупности семян, ряда хозяйственно ценных признаков, повышенного содержания белка, улучшенных технологических показателей семян, толерантности против фузариозных и аскохитозных заболеваний.

Цель и задачи исследования. В условиях засушливой Степи выявить среди большого объёма коллекционного материала источники и доноры ценных хозяйственных признаков, лучшие из них использовать в селекционной программе.

Материалы и методы. В течение 1995–2020 гг. в засушливых условиях Степной зоны Украины оценили около трех тысяч генотипов нута, полученных из Национального Центра генетических ресурсов Украины (г. Харьков) и Международного научно-исследовательского института растениеводства полусухих тропиков (ICRISAT, Патанчеру, Индия). Опыты проводили на опытных полях Селекционно-генетического института (г. Одесса) и Одесской государственной сельскохозяйственной опытной станции НААН Украины. В полевых условиях коллекционные образцы высевали по типу селекционного питомника двухметровыми рядками с шириной междурядий 45 см. Стандартный сорт размещали через 20 номеров. Содержание белка в семенах определяли методом Кьельдаля, жира – методом Рушковского. Устойчивость против фузариоза оценивали на ранних стадиях роста проростков в лабораторных условиях на искусственно созданном инфекционном фоне.

Обсуждение результатов. Полученные в полевых условиях данные свидетельствуют о том, что наиболее численную группу составляют генотипы с продолжительностью вегетационного периода 81–100 дней. Наименьшей группой являлись ультраскороспелые формы, созревающие менее, чем за 75 дней. Также в этой группе спелости выявили максимальное количество ранозацветающих образцов. Наши наблюдения не установили четкой зависимости продуктивности растений от продолжительности фаз «всходы – цветение» и «цветение – созревание», хотя группа высокопродуктивных образцов выделяется более растянутым периодом «цветение – созревание». Выделены образцы, у которых масса семян с растения на протяжении ряда лет превышает 10 г с растения, что соответствует урожайности около 3,0 т/га. Описаны генотипы, характеризующиеся повышенным количеством бобов и семян на растении, а также более существенным значением массы семян на растении. Выявлены четыре генотипа, формирующих по два боба в большинстве узлов. Генетический анализ показал, что данный признак определяется одним рецессивным геном. Идентифицирован ряд генотипов с массой 1000 семян, превышающей 600 г. Важное значение для селекции имеют коллекционные образцы нута, совмещающие высокий уровень семенной продуктивности с массой 1000 семян более 400 г. Рекомендованы для использования в гибридизации высокобелковые образцы для создания сортов с повышенным сбором белка с единицы площади. Установлена существенная генотипическая изменчивость абсорбирования воды семенами нута при различных температурных режимах. Более интенсивно этот процесс протекал у генотипов NES 1838 (Чили) и образца из Италии. В лабораторных условиях 27 образцов про-

явили высокий уровень толерантности против возбудителя фузариоза, одновременно обладая ценным комплексом хозяйственных признаков. Описанные в Индии засухоустойчивые генотипы оказались в наших условиях ультраскороспелыми и низкорослыми, хотя формировали крупные семена. Приведена краткая характеристика 12 сортов нута, полученных в период проведения этих исследований.

Выводы. В результате проведенных исследований выделены и охарактеризованы доноры и источники основных ценных хозяйственных признаков нута, выявлены образцы с комплексами ценных признаков и свойств.

Наличие генотипов из различных географических зон и генетических центров позволят более целенаправленно вести селекцию, особенно при создании устойчивых к болезням форм. Описанные нами образцы нута могут быть использованы в селекции другими научными учреждениями нашей страны и за рубежом.

Ключевые слова: нут, коллекционный образец, содержание белка, толерантность к болезням, продуктивность.

GENETIC RESOURCES OF CHICKPEA AND THE EFFICIENCY OF THEIR USE IN BREEDING

Sichkar V.I.

Odessa State Agricultural Experimental Station of NAAS, Ukraine

The results of more than 20 years of studying a large set of chickpea accessions from many countries of the world are summarized. The sources and donors of early maturity, drought resistance, seed size, a number of economically valuable traits, increased protein content, improved technological indicators of seeds, tolerance to fusarium and ascochita diseases have been identified.

The purpose and objectives of the study. In the conditions of the arid Steppe, identify sources and donors of economically valuable traits among the large volume of collection material, the best of which can be used in the breeding program.

Materials and methods. During 1995–2020. in the arid conditions of the steppe zone of Ukraine, about 3 thousand chickpea genotypes were evaluated, which were obtained from the National Center for Genetic Resources of Ukraine (Kharkiv) and the International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT, Patancheru, India). The experiments were carried out on the experimental fields of the Breeding and Genetic Institute (Odesa) and the Odesa State Agricultural Experimental Station of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. In the field the collection forms were sown like a breeding nursery in two-meter rows with a row spacing of 45 cm. The standard variety was placed in 20 numbers. The protein content in seeds was determined by the Kjeldahl method, fat – by the Ruskowski method.

Fusarium resistance was assessed at the early stages of seedling growth in laboratory conditions under artificially created infectious background.

Results and discussion. The data obtained in the field indicate that the largest group of genotypes characterized by growing season of 81–100 days. The smallest group consisted of ultra-early maturing forms that matured in less than 75 days. Although in this group of ripeness, the maximum number of early flowering samples was revealed. Our observations did not establish a clear dependence of plant productivity on the duration of the "seedling – flowering" and "flowering – ripening" phases, although the group of highly productive forms is distinguished by a more extended "flowering – ripening" period. Samples were identified in which the weight of seeds per plant for a number of years exceeds 10 g per plant, which corresponds to a yield of about 3 t/ha. The genotypes characterized by an increased number of beans and seeds per plant, a more significant value of the weight of seeds per plant are described. 4 genotypes have been identified, in which two beans are formed in most of the nodes. Genetic analysis

showed that this trait is determined by one recessive gene. A number of genotypes have been identified, the weight of 1000 seeds of which exceeded 600 g. Collection forms of chickpea are important for breeding, combining a high level of seed productivity with a weight of 1000 seeds over 400 g. High-protein samples are recommended for use in hybridization to create varieties with increased protein amount per unit area. Significant genotypic variability of water absorption by chickpea seeds was established at different temperature conditions. This process was more intensive in the genotypes NEC 1838 (Chile) and the sample from Italy. In laboratory conditions 27 forms revealed a high level of tolerance against the fusarium, while possessing a valuable complex of economically valuable traits. The drought-resistant genotypes described in India turned out to be ultra-early maturing and undersized under our conditions, although they formed large seeds. A brief description of 12 varieties of chickpea obtained during the period of these studies is given.

Conclusions. As a result of the research carried out, donors and sources of the main economically valuable traits of chickpea have been identified and characterized, and those have been identified that have especially valuable complexes.

The presence of genotypes from different geographic zones and genetic centers will allow more targeted breeding, especially in the creation of disease-resistant forms. The forms of chickpea described by us can be used in breeding by other scientific institutions in our country and abroad.

Key words: chickpea, collection samples, protein content, disease tolerance, productivity.

UDC 631.527:631.1:633

DOI: 10.30835/2413-7510.2020.222356

A METHOD OF SELECTING INITIAL BREEDING MATERIAL OF TRITICALE BASED ON THE GRANULOMETRIC COMPOSITION OF GRAIN STARCH

Starychenko V., Levchenko O.
NSC Institute of Agriculture, Ukraine

To create triticale varieties for different purposes, it is important to improve methods of evaluation and selection of breeding material based on of appropriate quality parameters. In order to increase the effectiveness of starch quality-oriented selection of triticale breeding material, a method based on characterization of accessions in terms of starch granulometric structure. To accomplish this, we used light microscopy and a USB camera with subsequent processing of the obtained images in the ImageJ program. This method can be used to analyze a large batch of accessions; the analysis requires a small number of kernels, which is especial at the initial stages of breeding.

Key words: breeding, cereal, starch granule size, accession identification, light microscopy

Introduction. Triticale was only used as a forage crop for a long time. However, at present it is widely used in food and technical industries. Triticale varieties for different purposes must meet certain requirements, including the grain starch quality, in particular the size of starch granules. For example, varieties with large granules are more suitable for starch production, and the contrary, varieties with small starch granules are good for bioethanol production. To increase the breeding effectiveness and to create triticale varieties with a given set of characteristics, it is necessary to develop and improve methods for evaluating and selecting starting material for char-