

**АКТУАЛЬНІ НАПРЯМИ ТА ДОСЯГНЕННЯ СВІТОВОЇ СЕЛЕКЦІЇ СОРТІВ НУТУ СТІЙКИХ ДО НЕСПРИЯТЛИВИХ БІО- ТА АБІОТИЧНИХ ЧИННИКІВ**

Кобизева Л. Н., Вус Н. О.

Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН Україна

У статі наведено огляд основних напрямів селекції нуту, таких, як посухостійкість, стійкість до хвороб, ранньостиглість, висока якість насіння та урожайність, комплекс цінних ознак, координувана селекція на підвищення бобово-ризобіального симбіозу. Представлено останні досягнення вчених-селекціонерів у створенні нових сортів, що вирішують провідні задачі поширення виробництва нуту в світі.

**Ключові слова:** нут, селекція, сорт, зразок, посухостійкість, ранньостиглість, крупнонасінність, аскохітоз

**Вступ.** Виробництво нуту в світі зростає з кожним роком, особливо в посушливих регіонах, де він є головним джерелом білка для населення. Основними чинниками, які стримують поширення нуту в Україні, є брак селекційних сортів, придатних до вирощування в умовах різних географічних зон країни, що поєднували б в собі високу якість насіння та стійкість до впливу біо- та абіотичних чинників. Провідні країни з вирощування нуту вже пройшли цей шлях, створили та продовжують створювати пластичні сорти, що дозволяє розширювати регіони їх вирощування.

**Аналіз літературних джерел, постановка проблеми.** Перші систематичні спроби селекції нуту розпочались близько 100 років тому в Індії після заснування Імператорського (зараз – Індійського) Сільськогосподарського дослідницького інституту в м. Пуза, Біхар (зараз – Нью-Делі) в 1905 році. За цей час було створено понад 350 сортів, які розповсюджені по всьому світу, половину з них - в Індії, яка є виробником двох третин нуту в світі і має найдовшу історію розвитку селекційних програм [1].

Консультативною групою міжнародних сільськогосподарських досліджень (CGIAR) було засновано два міжнародних інститути: Міжнародний інститут дослідження сільськогосподарських культур напівпосушливих тропіків (ICRISAT), заснований в 1972 році в м. Хайдарабаді, Індія та Міжнародний центр сільськогосподарських досліджень сухих зон (ICARDA), заснований в 1977 році в м. Алеппо, Сирія [2, 3, 4]. Ці установи ведуть активні селекційні програми національної сільськогосподарської дослідницької системи (NARS) по всьому світу через поставку зародкової плазми та впровадження селекційного матеріалу. Цей матеріал було залучено для створення понад 150 сортів у 40 країнах протягом останніх трьох десятиріч.

На ранніх етапах створення сортів нуту відбувалось шляхом добору з місцевих популяцій, які були інтродуковані з різних країн. У теперішній час головний методом створення нових сортів є гібридизація з використанням добре підбраного та вивченого вихідного матеріалу з подальшим доббором. Більшість селекційних програм обмежується внутрішньовидовою гібридизацією, що включає схрещування типів: *desi* × *desi*, *kabuli* × *kabuli* або *desi* × *kabuli* з реципроком. Схрещування між батьківськими формами типів *desi* і *kabuli* широко використовуються для впровадження генів стійкості або якості насіння. Зразки типу *desi* – джерела високої продуктивності рослин, а *kabuli* – крупності насіння. Міжвидова гібридизація підвищує генетичне різноманіття і вносить важливі гени дикорослих видів в геном культурних сортів. У селекційних програмах використовуються тільки два однорічних дикорослих види *Cicer reticulatum* і *C. echinospermum*, але це дуже важливий напрям селекції на стійкість до деяких біотичних та абіотичних чинників.

У селекції нуту для підвищення різноманіття також використовується мутагенез, що дозволяє створювати сорти з цінними ознаками: крупним насінням, високим вмістом білка, нетривалим вегетаційним періодом та іншими. В 1984 році в Інституті ядерних досліджень сільського господарства Бангладеш було створено сорт *Hyprosola* шляхом опромінення гама-променями сорту *Faridpur-1*, що підвищило вміст білка в насінні на 45 %, а урожайність насіння на 20 % [5]. Науковцями Ядерного інституту сільського господарства і біології Пакистану в 2010 р. створено мутант *CM 2008*, шляхом впливу розчину етілметансульфону (EMS) на місцевий зразок *Punjab-1*, що підвищило урожайність на 34 % і майже вдвічі крупність насіння [6]. Метод мутагенезу потребує подальших польових випробувань протягом декількох років, тому що мутанти можуть проявити свої характеристики тільки під впливом комплексу погодно-кліматичних умов. Це дозволяє вибрати найбільш перспективні за пристосованістю до біо- та абіотичних чинників. Д.М. Кличук спостерігав, що в умовах Молдови зразки з високою урожайністю можуть бути сприйнятливими до фузаріозу, а посухостійкі мутанти - до умов перезволоження [7].

Сучасні дослідження дозволили створити трансгенні сорти нуту, що демонструють високий рівень стійкості до шкідників, таких, як *Helicoverpa armigera*, абіотичних чинників, як то посуха та спека, наявність сірковмісних амінокислот: метіоніну і цистеїну, які в насінні бобових в дефіциті [8, 9, 10]. В спільному проєкті вчених Швейцарії, Австралії та Індії в геном нуту перенесено гени від ґрунтової бактерії *Bacillus thuringiensis* та грибів *Metarhizium anisopliae*, що значно підвищило стійкість нуту до *Helicoverpa armigera* [11]. За результатами досліджень М. Ganguly зі співавторами з'ясовано, що білки-промоутери концентрують максимум шкідливих для комах речовин в бобах, що значно знижує виживаємість личинок [8]. S. Acharjee і В.К. Sarma спрямовують свою роботу на створення «супер-нуту», що зможе поєднати низку важливих ознак за рахунок накопичення піраміди генів, тому що зазвичай сорти, модифіковані одним геном, мають низьку комерційну привабливість через те, що підвищення стійкості часто знижує урожайність. Але здійснення такого проєкту можливо тільки при спільній роботі наукових, індивідуальних, приватних та корпоративних установ [9, 10].

Маркер-допоміжна селекція (MAS) застосовується для поліпшення точності та ефективності традиційних методів селекції. MAS може бути використана для впровадження таких якостей, які складно отримати прямим добором (стійкість коренів до посухи, зниження вмісту антипоживних речовин в насінні, підвищення його якості), для пірамідування генів стійкості з різних джерел, коли стійкість має полігенний контроль (як стійкість до аскохітозу), також для комбінованої стійкості до декількох стресових факторів (наприклад стійкість до фузаріозу та шкідників). MAS також використовується для контролю за внесеними генами від трансгенних рослин у сорти або селекційні лінії [12, 13]. В ICRISAT за допомогою маркерів ведеться вивчення та картування основних зернобобових культур цього регіону (нут, каянус та арахіс), що за думкою R.K. Varshney зі співавторами значно прискорить селекційні програми з підвищення урожайності цих культур, які на цей час значно відстають від зернових [14]. Багаторічні дослідження геному нуту в ICRISAT дозволило науковцям створити базу даних мікросателітів нуту *Chickpea Microsatellite Database* (*CicArMiSatDB*) [15], яка містить інформацію про SSR-последовності та їх функції в геномі нуту [16, 17]. Одним із сучасних напрямів селекції нуту є створення нових сортів шляхом багатобатьківських схрещувань, так званих MAGIC-гібридів (*multi-parent advanced generation inter-cross*), які можуть бути двох-, чотирьох-, і восьми батьківських форм. Лінії MAGIC є цінним генетичним ресурсом для ознаки картування і виявлення генів. Крім того, вони можуть бути безпосередньо використані в якості вихідного матеріалу для розробки поліпшених сортів [18, 19].

З 2005 р. розпочато впровадження молекулярної селекції і в Росії, але переважно для зернових культур. Запровадження в селекцію молекулярних методів дає можливість розширити генетичну плазму, що можна досягти використанням ресурсів рослин [20].

За даними FAO завдяки впровадженню спрямованих селекційних програм загальна урожайність нуту збільшилась з 0,71 т/га в 1996 р. до 0,96 т/га в 2014 р. [21].

В Україні останніми роками досягнуто значних успіхів у селекції нуту на врожайність, причому більшість нових сортів поєднують високу урожайність з крупністю насіння. Завдання створення високопродуктивних сортів полягає в досягненні оптимального поєднання основних елементів структури урожаю, максимального послаблення факторів, які негативно впливають на їх формування, нівелювання різниці між біологічною та господарською продуктивністю.

Одним зі шляхів непрямого підвищення урожайності є зменшення втрат урожаю при збиранні. В Україні ведеться цілеспрямована селекція зі створення сортів нуту, придатних до механізованого збирання. Ці сорти також відрізняються скоростиглістю, але поступаються за продуктивністю. В. Ю. Скитський і Ю. І. Герасимова вважають актуальним для селекції нуту підвищення продуктивності за рахунок збільшення кількості бобів та підвищення крупності насіння [22]. Збільшення кількості бобів на рослині відбувається за рахунок парного розміщення бобів на плодovому вузлі. З 2002 р. селекція за цією ознакою проводилась в Луганському інституті агропромислового виробництва, з використанням донора парності бобів зразка GR62-404 (Індія). У результаті було створено та зареєстровано в Національному центрі генетичних ресурсів рослин України чотири зразки з парним розташуванням бобів на рослині: ЛУГ 1493/07, ЛУГ 1428/07, ЛУГ 1505/07, ЛУГ 1500/07. Здійснено також спробу закріпити високу масу 1000 насінин маркерною ознакою – подовжена (шаблевидна) форма бобу. Зареєстровано два зразки з середньою масою 1000 насінин 334,5 г - КП 3847 та КП 3991. В якості донора ознаки подовженого бобу використали зразок UD0500108 з Болгарії [23]. G. Vandemark зі співавторами в 2013 році в США зареєстровано новий високоврожайний сорт нуту з крупним насінням Nash (Reg. No. CV-310; PI 673003) [24]. С. L. L. Gowda підтверджує, що крупнонасінневі сорти дуже чутливі до чинників навколишнього середовища, тому виділення зразків з крупним насінням і відносно стабільних до біо- та абіотичних чинників є дуже важливим [25]. Окрім високої урожайності та крупнонасінності для підвищення конкурентоспроможності насіння нуту на світовому ринку важливим є харчові якості насіння, такі як вміст білка, вміст антипоживних речовин, коефіцієнт розварюваності. Основними споживачами нуту є Туреччина, Ізраїль, Італія, Іспанія, Ліван, Алжир, Єгипет. Ці країни потребують насіння типу *kabuli* з масою 1000 насінин понад 400 г. У зв'язку з цим селекційна програма Селекційно-генетичного інституту, який є провідною установою селекції нуту в Україні, орієнтована на створення крупнонасінневих сортів зі світлим насінням, а також високим коефіцієнтом розварюваності [26].

Важливим показником якості насіння є амінокислотний склад білка та наявність антипоживних речовин, таких як інгібітори трипсину (ІТ), лектини, липоксигеназа (ЛОГ). За даними О. О. Молодченковой зі співавторами в насінні нуту вміст ІТ нижче, ніж у насінні сої та гороху (в 21,1 та 2,5 разів відповідно). Активність ЛОГ в насінні нуту складає 0,4389 – 0,6702 ЕА, що значно вище, ніж в насінні гороху та сої. За активністю лектинів нут знаходиться на одному рівні з соєю, але перевищує цю ознаку в гороху. В насінні нуту рівень сумарних вуглеводів порівняно з іншими зернобобовими культурами є вищим. Вміст жиру в 3,5 разів менший, ніж у сої і в 5 разів більший, ніж у гороху. Вміст клітковини в 2 рази менший, ніж у сої і в 1,5 рази менший, ніж у гороху. Ці дані є важливим матеріалом для селекції на створення сортів харчового напряму використання [27]. За даними М. Muzquiz і J. Wood в насінні нуту вміст ІТ від 1,16 до 15,7 у зразків *desi* та від 1,39 до 12,1 у зразків *kabuli*; інгібіторів химотрипсину – 2,40–13,19 та 3,0–10,74 відповідно. Вміст танінів в насінні нуту нижчий, ніж у бобів (*Vicia faba*), каянусу (*Cajanus cajan*) та сочевиці (*Lens culinaris*) та складає приблизно 0,36–0,72 г/100 г і 0,12–0,51 г /100 г (в типах *desi* і *kabuli* відповідно). Зниження вмісту цих, та інших антипоживних речовин (лектинів, сапонінів, фітатів та інше) в селекційному процесі активно вирішується за рахунок генетичних модифікацій. Так, вміст сірковмісних амінокислот в насінні нуту було підвищено переносом гену, що кодує формування насінневого альбуміна соняшника (SSA) [28]. Насіння трансгенного нуту дає можливість знизити кількість синтетичного метіоніну, потрібного при нутовій дієті [29].

Нут вирощується в різних кліматичних зонах і має вегетаційний період від 60 до 240 діб в залежності від генотипу, погодних умов та зони вирощування. Однак близько двох третин світового виробництва нуту приходить на сорти з нетривалою вегетацією (90 – 120 діб) через погрозу посухи або вимерзання наприкінці сезону (стадія наливу насіння). Понад 70 % посівної площі нуту приходить на Південну і Південно-Східну Азію, де цю культуру вирощують у післядошовий період на залишковій волозі, тому нут часто зазнає термінальної посухи. Ранньостиглість - важливий механізм запобігання зниження урожайності від цього фактору. Вивчення серцевинної колекції нуту ICRISAT дозволило Н.Д. Upadhyaya та інші за допомогою кластерного аналізу виділити нові ранньостиглі селекційні лінії з підвищенням урожайності: ICC 16641, ICC 16644, ICC 11040, ICC 11180 та ICC 12424 [30]. Для Канади важливою є ранньостиглість, асоційована з раннім цвітінням і утворенням подвійних бобів для уникнення приморозків наприкінці вегетаційного періоду. В 2014 – 2016 роках пройшли випробування три нових сорти Саскатунського дослідного центру: CDC Orion, CDC Leader та CDC Palmer [31].

В умовах різких змін клімату дуже важливим стає пристосування сільськогосподарських культур до посухи та спеки [32]. Протягом останніх років в ICRISAT під керівництвом V. Devasirvatham ведеться велика робота з вивчення механізмів впливу підвищених температур на ріст і розвиток рослин нуту як в польових умовах, так і в захищеному ґрунті та виділяються джерела стійкості для подальшої селекційної роботи [33, 34, 35, 36]. Н. D. Upadhyaya виділено лінію ICC 14346, яка утримувала урожайність на рівні 80 % від оптимальних умов і використана в якості батьківської форми для селекції на жаростійкість [37].

В Україні в Селекційно-генетичному інституті (СГІ – НЦНС) створено дев'ять сортів, чотири з яких були внесені до Реєстру сортів України. В посушливі 2012–2014 роки сорти Тріумф, Одисей, Скарб та дві лінії – Лінія 19/12 і Лінія 25/12 - селекції СГІ-НЦНС показали високу та стабільну продуктивність, що характеризує їх високу посухостійкість [38]. Сорти нуту луганської селекції Смачний та Луганець в умовах Східного Казахстану в посушливі 2012–2013 рр. (55–65 мм опадів за вегетацію) перевищили урожай стандарту на 30–70 % [39].

Повноцінні дослідження є неможливими без перевірки в контрольованих умовах. Так, на жаростійкість випробування проводять в умовах теплиці [40]. Спільними зусиллями вчених різних установ ведеться велика робота з вивчення генетичних основ стійкості нуту до посухи для вирішення проблем селекції на посухостійкість [41, 42]. У результаті за допомогою сучасних методів селекції, створено нові посухостійкі сорти CDC Frontier, JG 11, Chefe, КАК 2 [43, 44]. Розвиток будь-якого напрямку селекції є неможливим без ретельного скринінгу існуючих колекцій і добору джерел подальшої селекції [45]. Міжнародна дослідницька програма з вивчення зернобобових культур CGIAR дозволила виділити жаростійкі зразки нуту: ICCV 93054, ICCV 91007, FLIP97-263C, S090694, S090812, S091352, S090315, FLIP93-146C, FLIP07-329C, S090243, S090341, FLIP07-310C [46].

Найбільш шкочинними хворобами нуту в умовах східного Лісостепу України є фузаріоз та аскохітоз.

Багаторічні дослідження М. М. Jiménez-Gascota інших, в яких вивчали рівень стійкості рослин нуту до фузаріозу (збудник *Fusarium* sp.) і її успадкування, показало полігенний характер контролю за цією ознакою і широкий расовий характер збудника [47]. Тому для створення стійких сортів важливим є добір джерел стійкості до окремих рас в умовах кожної географічної зони. D. G. Shinde зі співавторами виділили рекомбінантні інбредні лінії з високою стійкістю до фузаріозу в Індії [48]. М. А. Chaudhry та інші в 2007 році визначили джерела стійкості для провінції Пенджаб в Пакистані [49]. У Луганському інституті АПВ протягом багатьох років велась селекційна робота на стійкість до фузаріозу. Методом міжсорткової гібридизації з подальшим доббором на штучному інфекційному фоні А. М. Шевченком було створено шість сортів, які були внесені до Реєстру сортів рослин України. Особливо цінними за стійкістю до ураження патогенами та високими адаптивними якостями в екстремальних умовах виявились сорти Смачний, Добробут та Фагот [50].

Основним джерелом стійкості до аскохітозу (збудник – *Ascochyta rabiei*) є зразки, що проявляють цю ознаку в агресивних умовах як на штучному, так і на природному фоні. Тому в колекціях генетичних ресурсів постійно ведеться пошук нових джерел стійкості і залучення їх до селекційного процесу. Селекцію на стійкість до аскохітозу почали в Індії на початку 1930 років, де було створено перші стійкі сорти. Наступні три таких сорти було створено в Радянському Союзі в 1946. У Середземноморському регіоні стійкі до аскохітозу сорти було створено лише в 1984 році [51]. В лабораторії генетичних ресурсів зернобобових та круп'яних культур Інституту рослинництва ім. В. Я. Юр'єва в 2006 році було виділено 10 джерел толерантності до аскохітозу [52, 53]. За ствердженням М. V. Reddy більшість сортів нуту є сприйнятливими або дуже сприйнятливими до цього патогену. Джерела стійкості, які виділяють у польових або лабораторних умовах, є дуже цінним матеріалом для селекції [54, 55, 56]. М. Türkkan та F. S. Dolat вважають, що створення стійких сортів нуту стримує проста техніка скринінгу, відсутність стійких зародкових плазм і швидка еволюція нових рас *A. rabiei* [57]. Т. Coram виявлено, що вищим є рівень стійкості нуту одночасно до п'яти відомих рас *A. rabiei* з шести, стійкості до всіх рас одночасно поки не виявлено [58]. Широкий спектр расового складу збудника потребує вивчення стійкості до аскохітозу в кожному окремому регіоні з вивченням місцевих рас збудника, як в роботі J. R. Lamichhane для Італії [59]. Різні гени опору у комерційних сортів при утворенні піраміди генів можуть сприяти у нарощуванні рівня опору і підвищити рівень стійкості комерційних сортів. Особливо це важливо для типу *kabuli*, тому джерела стійкості світлонасінневого типу є дуже важливими для подальшої селекції. Такі зразки рееструють навіть за умов низької урожайності або дрібного насіння, як в США – зразки PHREC-*Ca*-Comp. #1 (Reg. No. GP-282, PI 659664 в 2007 році [60] і CA0469C025C в 2014 році [61]).

Спільна праця провідних світових установ-селекціонерів нуту – ICRISAT, CIAT, ICARDA та ПТА в межах проекту Grain Legumes дозволила в 2015 році виділити лінії, стійкі як до фузаріозу так і до аскохітозу. Так, шляхом маркер-допоміжного беккросування створено зразок C 214, в якому пірамідовано п'ять генів стійкості до фузаріозу та чотири до аскохітозу [46, 62]. У 2016 році зареєстровано три нових сорти нуту – DIMTU (DZ-2012 СК-031/ICCV-10107), HORA (DZ-2012 СК-001/FLIP 04-9C), DHERA (DZ-2012 СК-009/FLIP 0163), які характеризуються високою урожайністю, ранньостиглістю і стійкістю до двох основних хвороб [63].

Завдяки опушенню та виділенню органічних кислот листочками нуту мало уражується шкідниками. Але окремі шкідники, такі як бобовий пильщик *Helicoverpa* та акацієва вогнівка *Etiella zinckenella* за масового розмноження можуть призвести до 50 % зниження урожаю [64]. J. Romeisзі співавторами створено трансгенні сорти нуту з високою стійкістю до шкідників [65]. У Росії селекція нуту спрямована на підвищення стійкості до хвороб та шкідників, високу якість насіння (вміст білка, крупнонасінність), впроваджується використання в селекції диких видів як джерел стійкості до цілої низки біо- та абіотичних чинників [66, 67].

Формування симбіотичної бобово-ризобіальної системи і процес азотфіксації приблизно рівною мірою контролюються генами обох симбіонтів і значно залежить від умов вирощування рослин. Тому підвищити генетичний азотфіксувальний потенціал бобово-ризобіального симбіозу можливо шляхом координованої селекції *Mesorhizobium ciceri* і *Cicer arietinum* L. В Інституті сільського господарства Криму було виділено лінії нуту, які істотно перевищують батьківські генотипи за потенціалом симбіотичної азотфіксації [68, 69, 70, 71]. Проектом CGIAR з 50 генотипів нуту виділено чотири перспективних зразки для симбіозу з бульбочковими бактеріями: FLIP07-268C, FLIP07-217C, FLIP07-254C і FLIP07-44C). Лінії FLIP07-14C, FLIP07-268C, FLIP07-308C, FLIP07-322C, FLIP08-23C і ILC482 показали кращу продуктивність за різних умов навколишнього середовища [46].

У сучасності є важливим комплексний підхід до селекції, створення сортів не з одною, а з комплексом цінних господарських ознак: урожайність та крупнонасінність, ранньостиглість, стійкість до хвороб [72]. Втілення низки важливих ознак в одному генотипі є неможливим лише шляхом класичної гібридизації, для створення елітних генотипів засто-

совується накопичування піраміди генів шляхом введення генетичних маркерів і внесення їх в геном нуту. Однак ця робота неможлива без ретельного картування генів і вивчення їх властивостей [73]. В ICRISAT створено багато зразків, які поєднують декілька цінних ознак. Наприклад, крупнонасінність і стійкість до фузаріозу – лінії ICC 14194 і ICC 17109, ранньостиглість і крупнонасінність – ICC 14194 і ICC 14198 [74]. Важливим є поєднання посухостійкості, урожайності і крупнонасінності, як в сортах Волжанин волгоградської селекції [75], Камилла-1255, Луч, Икарда-1 – Казахстанського НДІ землеробства та рослинництва [76, 77].

**Висновки.** В селекції нуту широко впроваджуються сучасні методи для створення нових комерційно-цінних сортів, що сприяє поширенню цієї культури в сільськогосподарському виробництві. В Україні селекція нуту ведеться більше тридцяти років в Селекційно-генетичному інституті та Луганському інституті АПВ. Вітчизняні сорти добре зарекомендували себе не тільки на батьківщині, але і в інших країнах, як урожайні, крупнонасінні, стійкі до біо- та абіотичних чинників, з високими харчовими якостями.

Основними напрямками сучасної селекції нуту є підвищення урожайності і харчових якостей насіння, ранньостиглість, придатність до механізованого збирання, посухо- та жаростійкість, підвищення генетичного азотфіксувального потенціалу симбіотичної системи, стійкість до хвороб та шкідників, поєднання комплексу цінних господарських ознак в одному генотипі. Ці задачі вирішуються як методами класичної селекції – ретельний добір вихідного матеріалу, гібридизація з подальшим добором і екологічним вивченням, так і молекулярно-генетичними методами селекції – створення піраміди генів, маркер-допоміжна селекція, геномні модифікації.

#### Список використаних джерел

1. Gaur P. M., Gowda C. L. L., Knights E. J., Warkentin T., Açıkgöz N., Yadav S. S., Kumar J. Breeding achievements // Yadav S. S., Redden R. J., Chen W., Sharma B. Chickpea breeding and management. 2006. P. 391–417.
2. Consultative Group for International Agricultural Research (CGIAR). URL:<http://www.cgiar.org/about-us/research-centers/>.
3. The International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). URL:<http://www.icarda.org>.
4. International crops research institute for the semi-arid tropics. URL:<http://www.icrisat.org/>.
5. Schroeder H. E., Gibson A. H., Oram R. N., Shaikh A. Q. Seed protein characterization and nitrogen fixation rates in the chickpea mutant Hyprosola and its parent // Science of food and agricultural. 1988. Vol. 44, Is. 1. P. 31–41. DOI: 10.1002/jsfa.2740440105.
6. Shah T. M., Atta B. M., Alam S. S., ALI H., Haq M. A., Hassan M. High yielding *kabuli* mutant chickpea (*Cicer arietinum* L.) variety "CM 2008" // Pak. J. Bot. 2010. Vol. 42, Is. 5. P. 3533–3545.
7. Кличук Д. М. Выявление ценных признаков среди мутантов нута (*Cicer arietinum* L.) // Селекція та генетика бобових культур: сучасні аспекти та перспективи: Тези Міжнародної наукової конференції (23–26 червня 2014 р., Одеса). Одеса: Астропринт, 2014. С. 187–189.
8. Ganguly M., Molla K. A., Karmakar S., Datta K., Datta S. K. Development of pod borer-resistant transgenic chickpea using a pod-specific and a constitutive promoter-driven fused cry1Ab/Ac gene// Theor. Appl. Genet. 2014. Vol. 127, Is. 12. P. 2555–2565. DOI: 10.1007/s00122-014-2397-5.
9. Acharjee S., Sarmah B. K. Biotechnologically generating 'super chickpea' for food and nutritional security // Plant Sci. 2013. Vol. 207. P. 108–116. DOI: 10.1016/j.plantsci.2013.02.003.
10. Acharjee S., Sarmah B. K., Kumar P. A., Olsenc K., Mahonc R., Moard W. J., Mooree A., Higginse T. J. V. Transgenic chickpeas (*Cicer arietinum* L.) expressing a sequence-modified cry2Aa gene// Plant Science. 2010. Vol. 178, Is. 3. P. 333–339.
11. Lawo N. C., Mahon R. J., Milner R. J., Sarmah B. K., Higgins T. J. V., Romeis J. Effectiveness of *Bacillus thuringiensis*-transgenic chickpeas and the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* in controlling *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera):

- noctuidae*) // Applied and environmental microbiology. 2008. Vol. 74, No. 14. P. 4381–4389. DOI:10.1128/AEM.00484-08.
12. Bhagyawant S. S., Srivastava N. Genetic fingerprinting of chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasm using ISSR markers and their relationships// African Journal of Biotechnology. 2008. Vol. 7, Is. 24. P. 4428–4431. DOI:10.5897/AJB08.973.
  13. Ahmad Z., Mumtaz A. S., Nisar M., Khan N. Diversity analysis of chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasm and its implications for conservation and crop breeding// Agricultural Sciences. 2012. Vol. 3, No. 5. P. 723–731. DOI.org/10.4236/as.2012.35087.
  14. Varshney R. K., Kudapa H., Roorkiwal M., Thudi M., Pandey M.K., Saxena R.K., Chamarthi S.K., Mohan S.M., Mallikarjuna N., Upadhyaya H., Gaur P.M., Krishnamurthy L., Saxena K.B., Nigam S.N., Pande S. Advances in genetics and molecular breeding of three legume crops of semi-arid tropics using next-generation sequencing and high-throughput genotyping technologies // J. Biosci. 2012. No. 37(5). P. 811–20.
  15. CicArMiSatDB: the chickpea microsatellite database. URL: <http://cicarmisatdb.icrisat.org>.
  16. Doddamani D., Katta M.A.V.S.K., Khan A. W., Agarwal G., Shah T. M., Varshney R. K. CicArMiSatDB: the chickpea microsatellite database/BMC Bioinformatics. 2014. URL:<http://www.biomedcentral.com/1471-2105/15/212>.
  17. Doddamani D., Khan A. W., Katta M. A. V. S. K., Agarwal G., Thudi M., Ruperao P., Edwards D., Varshney R. K. CicArVarDB: SNP and InDel database for advancing genetics research and breeding applications in chickpea // Database, 2015, 1–7. DOI: 10.1093/database/bav078.
  18. Gaur P. M., Jukanti A. K., Varshney R. K. Impact of genomic technologies on chickpea breeding strategies // Agronomy. 2012. Vol. 2. P. 199–221. DOI:10.3390/agronomy2030199.
  19. Gaur P. M., Thudi M., Samineni S., Varshney R. K. Advances in chickpea genomics // Legumes in the Omic Era. ICRISAT, 2014. P. 73–94. DOI: [http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-8370-0\\_4](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-8370-0_4).
  20. Чесноков Ю. В., Косолапов В. М. Генетические ресурсы растений и ускорение селекционного процесса. М.: ООО «Угрешская типография», 2016. 172 с.
  21. FAOSTAT, 2016. URL: <http://faostat3.fao.org/compare/E>.
  22. Скитський В. Ю., Герасимова Ю. І. Аналіз колекції нуту для використання в селекції на підвищення технологічності при вирощуванні // Генетичні ресурси рослин. 2010. № 8. С. 40–45.
  23. Скитський В. Ю., Шевченко А. М., Степанова Т. Є. Аналіз зразків колекції нуту за продуктивністю та придатністю до використання в селекції на сході України // Генетичні ресурси рослин. 2009. № 7. С. 134–140.
  24. Vandemark G., Guyb S. O., Chena W., McPheec K., Pfaffa J., Lauverb M., Muehlbauera F. J. Registration of ‘Nash’ Chickpea // Journal of Plant Registrations. 2015. Vol.9, No.3. P. 275–278. DOI:10.3198/jpr2014.07.0047crc.
  25. Gowda C. L. L., Upadhyaya H. D., Dronavalli N., Singh S. Identification of large-seeded high-yielding stable *kabuli* chickpea germplasm lines for use in crop improvement // Crop Science. 2010. Vol. 51, No. 1. P. 198–209. DOI:10.2135/cropsci2010.01.0078.
  26. Бушулян О. В., Пасічник С. М., Січкач В. І. Перспективний генофонд нуту з підвищеною крупністю насіння // Селекція та генетика бобових культур: сучасні аспекти та перспективи: тези Міжнародної наукової конференції (23–26 червня 2014 р., Одеса). Одеса: Астропринт, 2014. С. 106–108.
  27. Молодченкова О. О., Адамовская В. Г., Картузова Т. В., Безкровная Л. Я. Основные биохимические компоненты семян зернобобовых культур, определяющие их питательную ценность // Селекція та генетика бобових культур: сучасні аспекти та перспективи: тези Міжнародної наукової конференції (23–26 червня 2014 р., Одеса). Одеса: Астропринт, 2014. С. 148 – 150.

28. Chiaiese P., Ohkama-Ohtsu N., Molving L., Godfree R., Dove D., Hocart C., Fujiwara T., Higgins T. J. V., Tabe L. M. Sulphur and nitrogen nutrition influence the response of chickpea seeds to an added, transgenic sink for organic sulphur // *Journal of Experimental Botany*. 2004. No 55. P. 1889–1901.
29. Muzquiz M., Wood J. A. Antinutritional factors // Yadav S. S., Redden R. J., Chen W., Sharma B. Chickpea breeding and management. CABI, 2006. P. 143–166.
30. Upadhyaya H. D., Salimath P. M., Gowda C. L. L., Singh S. New early-maturing germplasm lines for utilization in chickpea improvement // *Euphytica*. 2007. Vol. 157, Is. 1-2. P. 195–208.
31. Saskatchewan pulse crops. Seed in hand variety guide. 2016. URL: [http://www.usask.ca/soilscrops/conference-proceedings/previous\\_years/Files/2006/2006docs/001.pdf](http://www.usask.ca/soilscrops/conference-proceedings/previous_years/Files/2006/2006docs/001.pdf)
32. Нецветаев В. П., Тютюнов С. И., Правдин И. В., Петренко А. В. Нут – перспективная бобовая культура в условиях изменения климата юго-запада ЦЧР РФ // *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2016. №2 (18). С. 137–143.
33. Devasirvatham V., Tan D. K. Y., Gaur P. M., Raju T. N., Trethowan R. M. High temperature tolerance in chickpea and its implications for plant improvement // *Crop and Pasture Science*. 2012. Vol. 63, No. 5. P. 419–428. DOI.ORG/10.1071/CP11218.
34. Devasirvatham V., Gaur P. M., Mallikarjuna N., Tokachichu R. N., Trethowan R. M., Tan D. K. Y. Effect of high temperature on the reproductive development of chickpea genotypes under controlled environments // *Functional Plant Biology*. 2012. Vol. 39, No. 12. P. 1009–1018. DOI.ORG/10.1071/FP12033.
35. Devasirvatham V., Gaur P. M., Mallikarjuna N., Tokachichu R. N., Trethowan R. M., Tan D. K. Y. Reproductive biology of chickpea response to heat stress in the field is associated with the performance in controlled environments // *Field Crops Research*. 2013. Vol. 142. P. 9–19.
36. Devasirvatham V., Gaur P. M., Trethowan R. M., Tan D. K. Y. Field response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to high temperature // *Field Crops Research*. 2015. Vol. 172. P. 59–71.
37. Upadhyaya H. D., Dronavalli N., Gowda C. L. L., Singh S. Identification and evaluation of chickpea germplasm for tolerance to heat stress // *Crop Science*. 2011. Vol. 51, No. 5. P. 2079–2094. DOI:10.2135/cropsci2011.01.0018.
38. Бушулян О. В. Створення та впровадження у виробництво посухостійких сортів нуту // *Збірник наукових праць СГІ-НЦНС*. 2015. Вип. 26 (66). С. 33–41.
39. Цыганков В. И., Булынецов С. В., Цыганкова М. Ю., Цыганков А. В. Изучение и оценка генофонда нута на продуктивность и адаптивность к условиям Западного Казахстана // *Генетичне та сортове різноманіття рослин для покращення якості життя людей. Тези міжнародної наукової конференції, присвяченої 25-річчю Національного генбанку рослин України*. 4–7 липня 2016 р. К.: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2016. С. 110–111.
40. Jumrani K., Bhatia V. S. Impact of elevated temperatures on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) // *Field Crops Research*. 2014. Vol. 164. P. 90–97.
41. Rehman A. U., Malhotra R. S., Betta K., Tar'an B., Bueckert R., Warkentin T. D. Mapping QTL associated with traits affecting grain yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal drought stress // *Crop Science*. 2010. Vol. 51, No. 2. P. 450–463. DOI:10.2135/cropsci2010.03.0129.
42. Kale S. M., Jaganathan D., Ruperao P., Chen C., Punna R., Kudapa H., Thudi M., Roorkiwal M., Katta M. A. V. S. K., Doddamani D., Garg V., Kishor P. B. K., Gaur P. M., Nguyen H. T., Batley J., Edwards D., Sutton T., Varshney R. K. Prioritization of candidate genes in “QTL-hotspot” region for drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.) // *Scientific Reports*. 2015. Vol. 5, P. 1–14. DOI:10.1038/srep15296.
43. Thudi M., Gaur P. M., Krishnamurthy L., Mir R. R., Kudapa H., Fikre A., Kimurto P., Tripathi S., Soren K. R., Mulwa R., Bharadwaj C., Datta S., Chaturvedi S. K., Varshney R. K. Genomics-assisted breeding for drought tolerance in chickpea // *Functional Plant Biology*. 2014. Vol. 41, Is. 11. P. 1178–1190. DOI.ORG/10.1071/FP13318.



44. Daba K., Bejiga G., Anbessa Y., Gaur P. M., Kumar J., Rao B. V. Chefe (ICCV 92318) A new *kabuli* chickpea variety for Ethiopia // SAT eJournal | ejournal.icrisat.org. 2005. Vol. 1, Is. 1. P. 1–2. URL: <http://ejournal.icrisat.org/cropimprovement/v1i1/icpn12/v1i1chefe.pdf>.
45. Saxena N. P., Krishnamurthy L., Johansen C. Registration of a drought-resistant chickpea germplasm // Crop Science. 1993. Vol. 33, Is. 6. P. 1424.
46. Midmore D., Dunwell J., Wagstaff C., Smith S. Final report CGIAR research program on grain legumes. 2015. P. 219. URL: [http://grainlegumes.cgiar.org/wp-content/uploads/2016/08/GL\\_CCEE\\_Final-Report.pdf](http://grainlegumes.cgiar.org/wp-content/uploads/2016/08/GL_CCEE_Final-Report.pdf).
47. Jiménez-Gasco M. M., Navas-Cortés J. A., Jiménez-Díaz R. M. The *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris*/*Cicer arietinum* pathosystem: a case study of the evolution of plant-pathogenic fungi into races and pathotypes // Int Microbiol. 2004. Vol. 7, Is. 2. P. 95–104.
48. Shinde D. G., Babu P., Satish D., Ravikumar R. L. Fusarium wilt resistance in chickpea recombinant inbred lines // Karnataka J. Agric. Sci. 2010. Vol. 23, Is. 2. P. 324–326.
49. Chaudhry M. A., Pyas M. B., Muhammad F., Ghazanfar M. U. Sources of resistance in chickpea germplasm against fusarium wilt // Mycopath. 2007. Vol. 5, Is. 1. P. 17–21.
50. Шевченко А. М. Організаційно-методичні засади селекції нуту на стійкість до ураження фузаріозом // Селекція та генетика бобових культур: сучасні аспекти та перспективи: тези Міжнародної наукової конференції (23–26 червня 2014 р., Одеса). Одеса: Аст-ропринт, 2014. С. 89–91.
51. Singh G., Chen W., Rubiales D., Moore K., Sharma Y.R., Gan. Y. Diseases and their management // Yadav S.S., Redden R.J., Chen W., Sharma B. Chickpea breeding and management. CABI, 2006. P. 497–520.
52. Косенко Н. О., Безугла О. М. Джерела адаптивності нуту до умов східного Лісостепу України // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених “Теоретичні й практичні досягнення молодих вчених аграріїв”. Дніпропетровськ, 2006. С. 22–23.
53. Кобизева Л. Н., Косенко Н. О., Безугла О. М. Генетичні основи стійкості нуту (*Cicer arietinum* L.) до аскохітозу // Вісник Харківського Національного аграрного університету. Серія біологія. 2007. Вип. 3 (12). С. 42–48.
54. Reddy M. V., Singh K. B. Evaluation of a world collection of chickpea germplasm accessions for resistance to ascochyta blight // Plant Disease. 1984. Vol. 68, No. 10. P. 900–901.
55. Reddy M. V., Singh K. B. Registration of five chickpea germplasm lines resistant to ascochyta blight // Crop Science. 1992. Vol. 32, Is. 4. P. 1079–1080.
56. Chen W., Coyne C. J., Peever T. L., Muehlbauer F. J. Characterization of chickpea differentials for pathogenicity assay of ascochyta blight and identification of chickpea accessions resistant to *Didymella rabiei* // Plant Pathology. 2004. Vol. 53. P. 759–769. DOI: 10.1111/j.1365-3059.2004.01103.x.
57. Türkkän M., Dolar F. S. Determination of pathogenic variability of *Didymella rabiei*, the agent of ascochyta blight of chickpea in Turkey // Turk. J. Agric. 2009. Vol. 33. P. 585–591.
58. Coram T. Identification and characterisation of genes controlling the resistance response to ascochyta blight (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Labrousse) in chickpea (*Cicer arietinum* L.). A thesis presented in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy School of Applied Sciences Biotechnology and Environmental Biology RMIT University. 2006.
59. Lamichhane J. R., Saccardo F., Crinò P. Response of chickpea germplasms to new Italian isolates of *Ascochyta rabiei* // Tunisian Journal of Plant Protection. 2012. Vol. 7. P. 19–25.
60. Urrea C. A., Baltensperger D. D., Harvesona R. M., Frickela G. E., Koehler A.E. Registration of the chickpea germplasm PHREC-*Ca*-Comp. #1 with enhanced resistance to Ascochyta Blight // Journal of Plant Registrations. 2011. Vol. 5. P. 1103–108. DOI:10.3198/jpr2010.04.0208crg.

61. Vandemark G., Muehlbauera F. J., Mihovb M., Chena W., McPheec K., Chend C. Registration of CA0469C025C chickpea germplasm // Journal of plant registrations. 2014. Vol. 8, Is. 3. P. 303–307. DOI:10.3198/jpr2013.09.0057crg.
62. Chickpea – finding varieties resistant to both blight and wilt. URL: <http://grainlegumes.cgiar.org/chickpea-finding-varieties-resistant-to-both-blight-and-wilt/>.
63. High yielding and disease resistant chickpea varieties released in Ethiopia. <http://grainlegumes.cgiar.org/high-yielding-and-disease-resistant-chickpea-varieties-released-in-ethiopia/>.
64. Бушулян О. В., Січкач В. І. Нут. Генетика, селекція, насінництво, технологія вирощування. Одеса: СГІ-НЦНС, 2009. 246 с.
65. Romeis J., Sharma H.S., Sharma K.K., Das S., Sarmah B. K. The potential of transgenic chickpeas for pest control and possible effects on non-target arthropods // Crop Protection. 2004. Vol. 23, Is. 10. P. 923–938.
66. Булынцева С. В., Гриднев Г. А., Сергеев Е. А., Гуркина М. В., Некрасов А. Ю. Генофонд нута и приоритетные направления селекции // Селекция та генетика бобових культур: сучасні аспекти та перспективи: тези Міжнародної наукової конференції (23–26 червня 2014 р., Одеса). Одеса: Астропринт, 2014. С. 102–105.
67. Германцева Н. И., Селезнева Т. В., Демьянова Т. В. Селекция нута на крупность семян // Зернобобовые и крупяные культуры. 2016, №2 (18). С. 133–137.
68. Дідович С. В. Координована селекція *Mesorhizobium cicery* і *Cicer arietinum* L. на підвищення генетичного азотфіксувального потенціалу симбіотичної системи // Селекция та генетика бобових культур: сучасні аспекти та перспективи: тези Міжнародної наукової конференції (23–26 червня 2014 р., Одеса). Одеса: Астропринт, 2014. С. 241–243.
69. Лобков В. Т., Донская М. В., Васильчиков А. Г. Повышение эффективности симбиотических систем нута (*Cicer arietinum* L.) // Вестник Орловского государственного аграрного университета. 2011. Т. 30, №3. С. 39–42.
70. Попова Е. В., Нецветаев В. П., Правдин В. Г. Влияние предпосевной инокуляции семян бактериальными препаратами на продуктивность сортов нута (*Cicer arietinum* L.) // Научные ведомости БелГУ Серия. Естественные науки. 2014. № 23 (194), Вып. 29. С. 55–59.
71. Балашов В. В., Демченко М. М., Кудинов В. В. Влияние предпосевной инокуляции ризоторфином на развитие симбиотического аппарата и урожайность зерна нута // Известия Нижневолжского агро-университетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2013. Т. 1, №1-1. С. 20–23.
72. Baksh A., Wahid M. A., Bugti R. A., Zahid M.A., Ali S. Evaluation of chickpea germplasm for semi arid zones of Balochistan // International journal of agriculture & biology. 2003. Vol. 5, No. 2. P. 113–116. URL: <http://www.ijab.org>.
73. Millan T., Clarke H. J., Siddique K. H. M., Buhariwalla H. K., Gaur P. M., Kumar J., Gil J., Kahl G., Winter P. Chickpea molecular breeding: New tools and concepts // Euphytica. 2006. Vol. 147, Is. 1. P. 81–103.
74. Gaur P. M., Pande S., Upadhyaya H. D., Rao B. V. Extra-large *kabuli* chickpea with high resistance to Fusarium Wilt // SATeJournal | [ejournal.icrisat.org](http://ejournal.icrisat.org). 2006. Vol. 2, Is. 1. P. 1–2. URL: <http://ejournal.icrisat.org/cropimprovement/v2i1/v2i1extralargekabuli.pdf>.
75. Балашов А. В. Особенности селекции, семеноводства и технологии возделывания сортов нута, адаптированных к засушливым условиям Нижнего Поволжья/ Автореферат дис. ... док. с.-х. наук. Волгоград, 2011. 37 с.
76. Байтаракова К. Ж. Нут на богарных землях юго-востока Казахстана // Система создания кормовой базы животноводства на основе интенсификации растениеводства и использования природных кормовых угодий. Мат. Междунар. науч. конфер. // Алмалыбак: ТОО «Асыл кітап» (Баспа үйі), 2016. С. 30–33.
77. Кудайбергенов М. С., Байтаракова К. Ж. Селекция нута для богарных и не поливных земель Казахстана // Система создания кормовой базы животноводства на основе интенсификации растениеводства и использования природных кормовых угодий. Мат. Междунар. науч. конфер. // Алмалыбак: ТОО «Асыл кітап» (Баспа үйі), 2016. С. 90–91.

## References

1. Gaur PM, Gowda CLL, Knights EJ, Warkentin T, Açikgez N, Yadav SS, Kumar J. Breeding achievements. In: Yadav SS, Redden RJ, Chen W, Sharma B. Chickpea breeding and management. 2006. P. 391–417.
2. Consultative Group for International Agricultural Research (CGIAR). [Internet]. <http://www.cgiar.org/about-us/research-centers/>.
3. The International Center for Agricultural Research in the Dry Areas (ICARDA). [Internet]. <http://www.icarda.org>.
4. International crops researchinstitute for the semi-arid tropics. [Internet]. <http://www.icrisat.org/>.
5. Schroeder HE, Gibson AH, Oram RN, Shaikh AQ. Seed protein characterization and nitrogen fixation rates in the chickpea mutant Hyprosola and its parent. *Science of food and agricultural*. 1988; 44(1): 31–41. DOI: 10.1002/jsfa.2740440105.
6. Shah TM, Atta BM, Alam SS, ALI H, Haq MA, Hassan M. High yielding *kabuli* mutant chickpea (*Cicer arietinum* L.) variety "CM 2008". *Pak. J. Bot.* 2010; 42(5): 3533–3545.
7. Klychuk DM. Detection of valuable traits in chickpea mutants (*Cicer arietinum* L.). In: Breeding and genetics of legumes: modern aspects and prospects. Proceed. of Internat. scient. conf. 2014 June 23–26, Odesa. Odesa: Astroprint, 2014. P. 187–189.
8. Ganguly M, Molla KA, Karmakar S, Datta K, Datta SK. Development of pod borer-resistant transgenic chickpea using a pod-specific and a constitutive promoter-driven fused cry1Ab/Ac gene. *Theor. Appl. Genet.* 2014; 127(12): 2555–2565. DOI: 10.1007/s00122-014-2397-5.
9. Acharjee S, Sarmah BK. Biotechnologically generating 'super chickpea' for food and nutritional security. *Plant Sci.* 2013; 207: 108–116. DOI: 10.1016/j.plantsci.2013.02.003.
10. Acharjee S, Sarmah BK, Kumarb PA, Olsenc K, Mahonc R, Moard WJ, Mooree A, Higginse TJV. Transgenic chickpeas (*Cicer arietinum* L.) expressing a sequence-modified cry2Aa gene. *Plant Science.* 2010; 178(3): 333–339.
11. Lawo NC, Mahon RJ, Milner RJ, Sarmah BK, Higgins TJV, Romeis J. Effectiveness of *Bacillus thuringiensis*-transgenic chickpeas and the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* in controlling *Helicoverpa armigera* (*Lepidoptera: Noctuidae*). *Appliedandenvironmentalmicrobiology.* 2008; 74(14): 4381–4389. DOI:10.1128/AEM.00484-08.
12. Bhagyawant SS, Srivastava N. Genetic fingerprinting of chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasm using ISSR markers and their relationships. *African Journal of Biotechnology.* 2008; 7(24): 4428–4431. DOI:10.5897/AJB08.973.
13. Ahmad Z, Mumtaz AS, Nisar M, Khan N. Diversity analysis of chickpea (*Cicer arietinum* L.) germplasm and its implications for conservation and crop breeding. *Agricultural Sciences.* 2012; 3(5): 723–731. DOI.org/10.4236/as.2012.35087.
14. Varshney RK, Kudapa H, Roorkiwal M, Thudi M, Pandey MK, Saxena RK, Chamarthi SK, Mohan SM, Mallikarjuna N, Upadhyaya H, Gaur PM, Krishnamurthy L, Saxena KB, Nigam SN, Pande S. Advances in genetics and molecular breeding of three legume crops of semi-arid tropics using next-generation sequencing and high-throughput genotyping technologies. *J. Biosci.* 2012; 37(5): 811–20.
15. CicArMiSatDB: the chickpea microsatellite database. [Internet]. <http://cicarmisatdb.icrisat.org>.
16. Doddamani D, Katta MAVSK, Khan AW, Agarwal G, Shah TM, Varshney RK. CicArMiSatDB: the chickpea microsatellite database/BMC Bioinformatics. 2014. [Internet]. <http://www.biomedcentral.com/1471-2105/15/212>.
17. Doddamani D, Khan AW, Katta MAVSK, Agarwal G, Thudi M, Ruperao P, Edwards D, Varshney RK. CicArVarDB: SNP and InDel database for advancing genetics research and breeding applications in chickpea. Database, 2015, 1–7. DOI: 10.1093/database/bav078.
18. Gaur PM, Jukanti AK, Varshney RK. Impact of genomic technologies on chickpea breeding strategies. *Agronomy.* 2012; 2: 199–221. DOI:10.3390/agronomy2030199.

19. Gaur PM, Thudi M, Samineni S, Varshney RK. Advances in chickpea genomics // Legumes in the Omic Era. ICRISAT, 2014. P. 73–94. DOI: [http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-8370-0\\_4](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-8370-0_4).
20. Chesnokov YuV, Kosolapov VM. Plant genetic resources and acceleration of the breeding process. Moscow: OOO «Ugreshskaya tipografia», 2016. 172 p.
21. FAOSTAT, 2016. [Internet]. <http://faostat3.fao.org/compare/E>.
22. Skytskyi VYu, Gerasymova YuI. Analysis of a chickpea collection to use it in breeding for increased technological effectiveness upon cultivation. Plant Genetic Resources. 2010; 8: 40–45.
23. Skytskyi VYu, Shevchenko AM, Stepanova TYe. Analysis of chickpea collection accessions for performance and suitability for breeding in the East of Ukraine. Plant Genetic Resources. 2009; 7: 134–140.
24. Vandemark G, Guyb SO, Chena W, McPheec K, Pfaffa J, LauverbM, Muehlbauera FJ. Registration of ‘Nash’ Chickpea. Journal of Plant Registrations. 2015; 9(3): 275–278. DOI:10.3198/jpr2014.07.0047crc.
25. Gowda CLL., UpadhyayaHD, DronavalliN, Singh S. Identification of large-seeded high-yielding stable *kabuli* chickpea germplasm lines for use in crop improvement. Crop Science. 2010; 51(1): 198–209. DOI:10.2135/cropsci2010.01.0078.
26. Bushulyan OV, Pasichnyk SM, Sichkar VI. Promising chickpea gene pool with increased seed size. In: Breeding and genetics of legumes: modern aspects and prospects. Proceed. of Internat. scient. conf. 2014 June 23–26, Odesa. Odesa: Astroprint, 2014. P. 106–108.
27. Molodchenkova OO, Adamovskaya VG, Kartuzova TV, Bezkrovnyaya LYa. Major biochemical ingredients of grain legume seeds determine their nutritional value. In: Breeding and genetics of legumes: modern aspects and prospects. Proceed. of Internat. scient. conf. 2014 June 23–26, Odesa. Odesa: Astroprint, 2014. P. 148–150.
28. Chiaiese P, Ohkama-Ohtsu N, MolvingL, Godfree R, Dove D, Hocart C, Fujiwara T, Higgins TJV, Tabe LM. Sulphur and nitrogen nutrition influence the response of chickpea seeds to an added, transgenic sink for organic sulphur. Journal of Experimental Botany. 2004; 55: 1889–1901.
29. Muzquiz M, Wood JA. Antinutritional factors. In: Yadav SS, Redden RJ, Chen W, Sharma B. Chickpea breeding and management. CABI, 2006. P. 143–166.
30. Upadhyaya HD, Salimath PM, Gowda CLL, Singh S. New early-maturing germplasm lines for utilization in chickpea improvement. Euphytica. 2007; 157(1-2): 195–208.
31. Saskatchewan pulse crops. Seeding and variety guide. 2016. [Internet]. [http://www.usask.ca/soilscrops/conferenceproceedings/previous\\_years/Files/2006/2006docs/001.pdf](http://www.usask.ca/soilscrops/conferenceproceedings/previous_years/Files/2006/2006docs/001.pdf).
32. Netsvetaiev VP, Tiutiunov SI, Pravdin IV, Petrenko AV. Chickpea – a promising legume under the changing climate in Southwestern Central Black Earth Region of RF. Zernobobovye i krupianye kultury. 2016; 2(18): 137–143.
33. Devasirvatham V, Tan DKY, Gaur PM, Raju TN, Trethowan RM. High temperature tolerance in chickpea and its implications for plant improvement. Crop and Pasture Science. 2012; 63(5): 419–428. DOI.ORG/10.1071/CP11218.
34. Devasirvatham V, Gaur PM, Mallikarjuna N, Tokachichu RN, Trethowan RM, Tan DKY. Effect of high temperature on the reproductive development of chickpea genotypes under controlled environments. Functional Plant Biology. 2012; 39(12): 1009–1018. DOI.ORG/10.1071/FP12033.
35. Devasirvatham V, Gaur PM, Mallikarjuna N, Tokachichu RN, Trethowan RM, Tan DKY. Reproductive biology of chickpea response to heat stress in the field is associated with the performance in controlled environments. Field Crops Research. 2013; 142: 9–19.
36. Devasirvatham V, Gaur PM, Trethowan RM, Tan DKY. Field response of chickpea (*Cicer arietinum* L.) to high temperature. Field Crops Research. 2015; 172: 59–71.

37. Upadhyaya HD, Dronavalli N, Gowda CLL, Singh S. Identification and evaluation of chickpea germplasm for tolerance to heat stress. *Crop Science*. 2011; 51(5): 2079–2094. DOI:10.2135/cropsci2011.01.0018.
38. Bushulyan OV. Development and implementation of drought tolerant chickpea cultivars in production. *Zbirnyk naukovykh prats SGI-NTsNS*. 2015; 26 (66): 33–41.
39. Tsygankov VI, Bulyntsev SV, Tsygankova MY, Tsygankov AV. Investigation and evaluation of the chickpea gene pool for productivity and adaptability to Western Kazakhstan. In: Genetic and varietal diversity of plants to improve people's life quality. Proceedings of the International scientific-practical conference dedicated to the 25th anniversary of the National Plant Gene Bank of Ukraine. 2016 June 4–7. Kyiv: TOV «Nilan-LTD», 2016. P. 110–111.
40. Jumrani K, Bhatia VS. Impact of elevated temperatures on growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Field Crops Research*. 2014; 164: 90–97.
41. Rehman AU, Malhotra RS, Betta K, Tar'an B, Bueckert R, Warkentin TD. Mapping QTL associated with traits affecting grain yield in chickpea (*Cicer arietinum* L.) under terminal drought stress. *Crop Science*. 2010; 51(2): 450–463. DOI:10.2135/cropsci2010.03.0129.
42. Kale SM, Jaganathan D, Ruperao P, Chen C, Punna R, Kudapa H, Thudi M, Roorkiwal M, Katta MAVSK, Doddamani D, Garg V, Kishor PBK, Gaur PM, Nguyen HJ, Edwards D, Sutton T, Varshney RK. Prioritization of candidate genes in “QTL-hotspot” region for drought tolerance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Scientific Reports*. 2015; 5: 1–14. DOI:10.1038/srep15296.
43. Thudi M, Gaur PM, Krishnamurthy L, Mir RR, Kudapa H, Fikre A, Kimurto P, Tripathi S, Soren KR, Mulwa R, Bharadwaj C, Datta S, Chaturvedi SK, Varshney RK. Genomics-assisted breeding for drought tolerance in chickpea. *Functional Plant Biology*. 2014; 41(11): 1178–1190. DOI:10.1071/FP13318.
44. Daba K, Bejiga G, Anbessa Y, Gaur PM, Kumar J, Rao BV. Chefe (ICCV 92318) A new *kabuli* chickpea variety for Ethiopia. *SAT eJournal | ejournal.icrisat.org*. 2005; 1(1): 1–2. [Internet]. <http://ejournal.icrisat.org/cropimprovement/v1i1/icpn12/v1i1chefe.pdf>.
45. Saxena NP, Krishnamurthy L, Johansen C. Registration of a drought-resistant chickpea germplasm. *Crop Science*. 1993; 33(6): 1424.
46. Midmore D, Dunwell J, Wagstaff C, Smith S. Final report CGIAR research program on grain legumes. 2015. P. 219. [Internet]. [http://grainlegumes.cgiar.org/wp-content/uploads/2016/08/GL\\_CCEE\\_Final-Report.pdf](http://grainlegumes.cgiar.org/wp-content/uploads/2016/08/GL_CCEE_Final-Report.pdf).
47. Jiménez-Gasco MM, Navas-Cortés JA, Jiménez-Díaz RM. The *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris/Cicer arietinum* pathosystem: a case study of the evolution of plant-pathogenic fungi into races and pathotypes. *Int Microbiol*. 2004; 7(2): 95–104.
48. Shinde DG, Babu P, Satish D, Ravikumar RL. Fusarium wilt resistance in chickpea recombinant inbred lines. *Karnataka J. Agric. Sci*. 2010; 23(2): 324–326.
49. Chaudhry MA, Ilyas MB, Muhammad F, Ghazanfar MU. Sources of resistance in chickpea germplasm against fusarium wilt. *Mycopath*. 2007; 5(1): 17–21.
50. Shevchenko AM. Organizational and methodological principles of chickpea breeding for resistance to *Fusarium blight*. In: Breeding and genetics of legumes: modern aspects and prospects. *Proceed. of Internat. scient. conf.* 2014 June 23–26, Odesa. Odesa: Astroprint, 2014. P. 89–91.
51. Singh G, Chen W, Rubiales D, Moore K, Sharma YR, Gan Y. Diseases and their management. In: Yadav SS, Redden RJ, Chen W, Sharma B. Chickpea breeding and management. CABI, 2006. P. 497–520.
52. Kosenko NO, Bezugla OM. Chickpea sources of adaptability to the Eastern Forest-Steppe of Ukraine. In: Proceedings of the International Scientific-Practical Conference of Young Scientists «Young Scientists-Agrarians' Theoretical and Practical Achievements». Dnipropetrovsk, 2006. P. 22–23.

53. Kobyzeva LN, Kosenko NO, Bezugla OM. Genetic basics of chickpea resistance (*Cicer arietinum* L.) to ascochyta leaf blight. *Visnyk Kharkivskogo natsionalnogo agrarnogo universytetu. Biology.* 2007; 3 (12): 42–48.
54. Reddy MV, Singh KB. Evaluation of a world collection of chickpea germplasm accessions for resistance to ascochyta blight. *Plant Disease.* 1984; 68(10): 900–901.
55. Reddy MV, Singh KB. Registration of five chickpea germplasm lines resistant to ascochyta blight. *Crop Science.* 1992; 32(4): 1079–1080.
56. Chen W, Coyne CJ, Peever TL, Muehlbauer FJ. Characterization of chickpea differentials for pathogenicity assay of ascochyta blight and identification of chickpea accessions resistant to *Didymella rabiei*. *Plant Pathology.* 2004; 53: 759–769. DOI: 10.1111/j.1365-3059.2004.01103.x.
57. Türkkän M, Dolar FS. Determination of pathogenic variability of *Didymella rabiei*, the agent of ascochyta blight of chickpea in Turkey. *Turk. J. Agric.* 2009; 33: 585–591.
58. Coram T. Identification and characterisation of genes controlling the resistance response to ascochyta blight (*Ascochyta rabiei* (Pass.) Labrousse) in chickpea (*Cicer arietinum* L.). A thesis presented in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy School of Applied Sciences Biotechnology and Environmental Biology RMIT University. 2006.
59. Lamichhane JR, Saccardo F, Crinò P. Response of chickpea germplasms to new Italian isolates of *Ascochyta rabiei*. *Tunisian Journal of Plant Protection.* 2012; 7: 19–25.
60. Urrea CA, Baltenspergerb DD, Harvesona RM, Frickela GE, Koehlera AE. Registration of the chickpea germplasm PHREC-Ca-Comp. #1 with enhanced resistance to Ascochyta Blight. *Journal of Plant Registrations.* 2011; 5:1103–1108. DOI:10.3198/jpr2010.04.0208crg.
61. Vandemark G, Muehlbauera FJ, Mihovb M, Chena W, McPheec K, Chend C. Registration of CA0469C025C chickpea germplasm. *Journal of plant registrations.* 2014; 8(3):303–307. DOI:10.3198/jpr2013.09.0057crg.
62. Chickpea – finding varieties resistant to both blight and wilt. [Internet]. <http://grainlegumes.cgiar.org/chickpea-finding-varieties-resistant-to-both-blight-and-wilt/>.
63. High yielding and disease resistant chickpea varieties released in Ethiopia. <http://grainlegumes.cgiar.org/high-yielding-and-disease-resistant-chickpea-varieties-released-in-ethiopia/>.
64. Bushulyan OV, Sichkar VI. Chickpea. Genetics, breeding, seed production, cultivation technology. Odesa, 2009. 246 p.
65. Romeis J, Sharma HS, Sharma KK, Das S, Sarmah BK. The potential of transgenic chickpeas for pest control and possible effects on non-target arthropods. *Crop Protection.* 2004; 23(10): 923–938.
66. Bulyntseva SV, Gridnev GA, Sergeiev EA, Gurkina MV, Nekrasov AYu. Chickpea genepool and breeding priority trends. In: *Breeding and genetics of legumes: modern aspects and prospects.* Proceed. of Internat. scient. conf. 2014 June 23–26, Odesa. Odesa: Astroprint, 2014. P. 102–105.
67. Germantseva NI, Seleznieva TV, Demyanova TV. Chickpea breeding for large seeds. *Zernobobovye I krupianye kultyury.* 2016; 2(18): 133–137.
68. Didovych SV. Coordinated breeding of *Mesorhizobium cicery* and *Cicer arietinum* L. for increased genetic nitrogen-fixing potential of symbiotic system. In: *Breeding and genetics of legumes: modern aspects and prospects.* Proceed. of Internat. scient. conf. 2014 June 23–26, Odesa. Odesa: Astroprint, 2014. P. 241–243.
69. Lobkov VT, Donskaya MV, Vasilchikov AG. Increasing the effectiveness of chickpea symbiotic systems (*Cicer arietinum* L.). *Vestnik Orlovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.* 2011; 30(3): 39–42.
70. Popova EV, Netsvenaiev VP, Pravdin VG. Effect of pre-sowing seed inoculation with bacterial agents on performance of chickpea (*Cicer arietinum* L.) cultivars. *Scientific Bulletin of Belgorod State University. Series. Natural Sciences.* 2014; 23-194(29): 55–59.

71. Balashov VV, Demchenko MM, Kudinov VV. Effect of pre-sowing inoculation with rizotorphin on the development of symbiotic apparatus and chickpea grain yield. Newsletters of Nizhnevolzhsk Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education. 2013; 1(1-1): 20–23.
72. Baksh A, Wahid MA, Bugti RA, Zahid MA, Ali S. Evaluation of chickpea germplasm for semi arid zones of Balochistan. Internationaljournalofagriculture&biology. 2003; 5(2): 113–116. [Internet]. /http://www.ijab.org.
73. Millan T, Clarke HJ, Siddique KHM, Buhariwalla HK, Gaur PM, Kumar J, Gil J, Kahl G, Winter P. Chickpea molecular breeding: New tools and concepts. Euphytica. 2006; 147(1): 81–103.
74. Gaur PM, Pande S, Upadhyaya HD, Rao BV. Extra-large *kabuli* chickpea with high resistance to Fusarium Wilt. SATeJournal | ejournal.icrisat.org. 2006; 2(1): 1–2. [Internet]. http://ejournal.icrisat.org/cropimprovement/v2i1/v2i1extralargekabuli.pdf.
75. Balashov AV. Peculiarities of breeding, seed production and cultivation technology of chickpea cultivars adapted to the arid conditions of the Lower Volga region. [autoabstract of dissertation]. Volgograd, 2011. 37 p.
76. Baytarakova KZh. Chickpea on rainfed soils of Southeast of Kazakhstan. In: System of creation of livestock forage depot via intensification of crop production and use of natural fodder lands. Proceed. of Internat. scient. conf. Almalymbak: TOO «Asyl-kitap», 2016. P. 30–33.
77. Kudaybergenov MS, Baytarakova KZh. Chickpea breeding for rainfed and irrigated lands of Kazakhstan. In: System of creation of livestock forage depot via intensification of crop production and use of natural fodder lands. Proceed. of Internat. scient. conf. Almalymbak: TOO «Asyl-kitap», 2016. P. 90–91.

**АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ДОСТИЖЕНИЯ МИРОВОЙ СЕЛЕКЦИИ СОРТОВ НУТА К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ БИО- И АБИОТИЧЕСКИМ ФАКТОРАМ**

Кобызева Л. Н., Вус Н. А.

Институт растениеводства им. В. Я. Юрьева НААН, Украина

**Цель и задачи исследования.** Обобщить и систематизировать достижения мировой селекции нута для определения перспектив расширения производства культуры.

**Обсуждение результатов.** В статье приведен обзор основных направлений селекции нута, таких, как засухоустойчивость, устойчивость к болезням, раннеспелость, высокое качество семян, высокая урожайность, комплекс ценных признаков, координированная селекция на повышение бобово-ризобиального симбиоза. Приведены последние достижения ученых-селекционеров в создании новых сортов, внедрение которых решает ведущие задачи расширения производства нута в мире и в Украине в частности.

**Выводы.** В селекции нута наблюдается широкое внедрение современных методов создания новых коммерчески-ценных сортов, что способствует распространению этой культуры в сельскохозяйственном производстве. В Украине селекция этой культуры является новым направлением, но уже имеются положительные результаты. Сорты нута отечественной селекции хорошо себя зарекомендовали не только в Украине, но и в России, Казахстане.

*Ключевые слова:* нут, селекция, сорт, образец, засухоустойчивость, раннеспелость, крупносемянность, аскохитоз

**TOPICAL TRENDS AND ACHIEVEMENTS OF THE WORLD BREEDING OF CHICKPEA CULTIVARS FOR RESISTANCE TO UNFAVORABLE BIO-AND ABIOTIC FACTORS**

Kobyzeva L. N., Vus N. O.

**The aim and tasks of the study.** To summarize and organize achievements of the world chickpea breeding to evaluate prospects of the crop production expansion.

**Results and discussion.** The article reviews major trends in chickpea breeding, such as drought tolerance, resistance to diseases, earliness, high grain quality, high yield capacity, a set of valuable traits, coordinated breeding to improve the Rhizobium-legume symbiosis. Breeders' recent achievements in creation of new cultivars, implementation of which solves major tasks of chickpea production expansion in the world and especially in Ukraine, are described.

**Conclusions.** Wide implementation of modern methods of development of novel commercially valuable cultivars is observed in chickpea breeding, which contribute to the spread of this crop in agricultural production. In Ukraine, the breeding of this crop is a new trend; however, there are positive results. Domestic chickpea cultivars showed good results not only in Ukraine but also in Russia and Kazakhstan.

*Key words: chickpea, breeding, cultivar, accession, drought tolerance, earliness, seed size, ascochyta leaf blight*

УДК 635.656:631.527

### ***АДАПТИВНИЙ ПОТЕНЦІАЛ РІЗНИХ ЗА МОРФОТИПОМ СОРТІВ ГОРОХУ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ***

---

Коблай С.В.

Селекційно-генетичний інститут – Національний центр насіннізнавства та сортовивчення, Україна

У статті наведено результати 11-ти річного вивчення генотипового ефекту та екологічної пластичності за рівнем урожайності сучасних сортів гороху в екологічному сорто-випробуванні. Визначено рід сортів різних за морфотипом з високим показником урожайності за період 2006–2016 рр. з різним рівнем вологозабезпеченості.

*Ключові слова: горох, сорт, урожайність, вологозабезпеченість, екологічна пластичність, генотиповий ефект*

**Вступ.** Усе цінне, що ми отримуємо від культурних рослин є результатом складних взаємовідносин генотипу та умов навколишнього середовища [1]. Якщо генотип рослин є субстанцією відносно постійною, то умови навколишнього середовища істотно змінюються протягом росту і розвитку рослин. Вони викликані ярко вираженою сезонністю нашого клімату, поточними змінами гідротермічного режиму протягом сезону, а також кліматичними (довгостроковими) змінами.

Погода істотно впливає на цінні господарські ознаки та властивості культурних рослин, серед яких продуктивність, кормова цінність, стійкість до хвороб та шкідників і, насамперед, економічна рентабельність вирощування тієї чи іншої культури [2]. Деякі дослідники стверджують, що ефект екологічної складової у варіюванні продуктивності культурних рослин досягає 80–85 %. Перш за все це пов'язано з тим, що сучасне виробництво кормів ґрунтується на вирощуванні культур у нерегульованих умовах середовища, флуктуація яких спонукає до особливо сильного коливання їх основних цінних господарських