

TECHNIQUES OF GROWING CHICKPEA UNDER THE CONDITIONS OF THE STEPPE CRIMEA

O.P. Ptashnik

FSBSI «SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE OF CRIMEA
(FSBSI «SRIA OF CRIMEA»)

Abstract: Long-term summarized results of experimental research concerned technological methods of chickpea cultivation under the conditions of steppe Crimea are considered in the article. These techniques include: seeding time, seeding methods, and seeding rate, as well as the efficiency of pre-sowing seed treatment with microbial preparations based on the effective strains of nodule bacteria and microorganisms.

Choice of the optimum seeding time is the main factor in the issue of leguminous crops cultivation, especially under the conditions of moisture deficiency. Depending on the seeding time, seeds can fall into the best or the worst conditions: soil moisture and air moisture, temperature regime. Seeding time greatly influences on the phase of plant development, which affects the biochemical processes that occur in plants and seeds. Therefore, studying of seeding time is essential to obtain the high-quality yield. It has been established that under the conditions of steppe Crimea the most productive seeding time is the early one (end of March). The delay with the seeding leads to the harvest shortage, i.e. reduction of yield was observed when sowing was done during the first decade of April and reached 14,4%, and when sowing was done during the second decade of April the reduction was up to 33,3%.

When studying the different seeding methods and seeding rate, it was established that seeding rate has a significant influence on the chickpea productivity nevertheless what seeding method is used. The optimum seeding rate for the broadcast sowing is 600-800 thousand pieces per hectare, for wide-row sowing with 45 and 60 cm spaces between rows the optimum seeding rate is 400-500 thousand pieces per hectare.

Our studies have shown the possibility to increase the chickpea productivity thanks to pre-sowing seed treatment with nitrogen-fixing strains of nodule bacteria (*Rhizobium*) and with other preparations based on microorganisms. Inoculation of chickpea seeds with selective strains increases seed productivity from 0,1 to 0,16 t/ha or by 10,4-14,6%. Combined application of microbial preparations ensures resistance to diseases and increases yield by 14,8-19,8%.

Keywords: chickpea, seeding time, seeding methods, seeding rate, biopreparations, strains of nodule bacteria, productivity.

УДК 635.657:575:632.9

ФОРМИРОВАНИЕ РАБОЧЕЙ КОЛЛЕКЦИИ НУТА ПО УСТОЙЧИВОСТИ К АСКОХИТОЗУ

Н.А. ВУС, Л.Н. КОБЫЗЕВА, О.Н. БЕЗУГЛАЯ

ИНСТИТУТ РАСТЕНИЕВОДСТВА ИМЕНИ В.Я. ЮРЬЕВА (УКРАИНА, ХАРЬКОВ)

По результатам исследований коллекции нута Национального центра генетических ресурсов растений Украины в 2005 и 2016 гг., когда были отмечены эпифитотии аскохитоза, в условиях провокационного фона, была сформирована рабочая коллекция нута на устойчивость к аскохитозу. В состав коллекции включены 68 образцов из 19 стран мира: по 34 образца морфотипов *kabuli* и *desi*. Коллекция имеет пять уровней проявления: очень низкая устойчивость (15 образцов: 6 – *kabuli* и 9 – *desi*), низкая (по 8 образцов обоих морфотипов), средняя (8 и 7 образцов соответственно), высокая (9 и 5 образцов) и очень высокая (4 и 5 образцов). Все образцы сформированной коллекции были дифференцированы в пределах каждого морфотипа по трем группам крупности семян: крупные, средние и мелкие, что оптимизирует дальнейшую селекционную работу. Анализ родословных

устойчивых образцов показал их относительно узкую генетическую основу и длительность использования устойчивых родительских компонентов. В состав коллекции вошли как часто используемые в мировой селекционной практике образцы (ILC 3279), так и местные образцы, которые позволяют расширить генетическую базу устойчивости новых сортов. Коллекция подана на регистрацию в НЦГРРУ. Сорта Степной 1 и Высокослый 30 зарегистрированы как доноры устойчивости к аскохитозу.

Ключевые слова: нут, *Cicer arietinum* L., аскохитоз, коллекция, образец, эталон.

Расширение посевных площадей под зернобобовыми культурами значительно улучшает плодородие почв. В Украине среди зернобобовых культур наиболее распространены горох и соя. Культура нута в нашей стране мало распространена, но в мире это третья по площади посевов бобовая культура. Благодаря своей засухоустойчивости нут имеет большой потенциал для расширения промышленных посевов. Одним из главных факторов, которые препятствуют распространению культуры нута в зоне восточной Лесостепи Украины, является аскохитоз. В неблагоприятные годы эта болезнь может привести к большим потерям урожая семян и снижению качества товарной продукции. Создание устойчивых сортов является признанным во всем мире наиболее эффективным, экономически обоснованным и совершенным с точки зрения охраны окружающей среды методом защиты растений. Успех и результативность в этом деле зависят, прежде всего, от выбора источников устойчивости и способов их использования. Уровень исследованности генетических ресурсов растений и их применение имеет большое значение для решения специализированных задач селекции. Основными направлениями по формированию коллекций зернобобовых культур является поиск и интродукция образцов с определенными признаками; изучение их по комплексу признаков; выделение источников и доноров, адаптированных к условиям Украины и создание на этой основе признаковых, генетических и других коллекций.

Основным источником устойчивости к аскохитозу (возбудитель – *Ascochyta rabiei* Pass. Lab.) являются образцы, проявляющие этот признак в агрессивных условиях, как на искусственном, так и на природном фонах, поэтому постоянно проводится поиск новых источников устойчивости и привлечение их в селекционный процесс. Селекцию на устойчивость к аскохитозу начали в Индии в начале 1930 годов, где были созданы первые устойчивые сорта. В Средиземноморском регионе устойчивые к аскохитозу сорта были созданы только в 1984 году [1].

В лаборатории генетических ресурсов зернобобовых и крупяных культур Института растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН в 2006 году было выделено десять источников толерантности к аскохитозу [2].

По утверждению M.V. Reddy большинство сортов нута восприимчивы или очень восприимчивы к этому патогену. Использование различных генов устойчивости при образовании пирамиды генов способствует наращиванию уровня сопротивления и повышения устойчивости коммерческих сортов нута. Современные технологии позволяют контролировать перенос генов и создавать устойчивые сорта нута с известными генами устойчивости [3, 4]. Но возбудитель патогена постоянно развивается и меняет свой расовый состав, поэтому исходный материал тоже нужно обновлять. Дикие виды и местные сорта являются ценными источниками для создания устойчивых к аскохитозу сортов, ведется постоянный скрининг существующих коллекций для поиска новых источников устойчивости к разным расам возбудителя. Благодаря целенаправленной работе постоянно регистрируются устойчивые к аскохитозу сорта: в Канаде – в Австралии – Almaz (2005), CDC Orion (2010), в США – New Hope (2017), в Азербайджане – Джамия (2015), в Украине – Адмирал и Аргумент (2015) и другие.

Методика и условия проведения исследований

Исследования проводились в полевых и лабораторных условиях по общепринятым методикам [5]. Полевые испытания были заложены на опытных полях Института, предшественник – озимая пшеница. Агротехника – общепринятая при выращивании нута в

восточной части Лесостепи Украины. Размер учетной делянки – 1 м² без повторений, схема посева – 30 x10 см, посев в оптимальные сроки. Стандарты высевали через 20 номеров. Изученные образцы представлены двумя морфотипами: *kabuli* – семена светлоокрашенные (белые, желтые, кремовые, телесные); *desi* – семена темноокрашенные (зеленые, красные, рыжеватые, коричневые, черные и других цветов). С развитием селекции появилось много сортов, которые не отвечают определению типичных морфотипов: с мелкими светлоокрашенными семенами и крупными темноокрашенными семенами, поэтому в современной научной литературе появились понятия «мелкие *kabuli*» и «крупные *desi*», то есть эти морфотипы разделяют только по цвету, а не по размеру семян. Стандарт морфотипа *kabuli* – сорт Розанна (Украина), *desi* – Краснокутский 123 (Россия). Материалом для исследований послужили 653 образца из базовой коллекции нута Национального центра генетических ресурсов растений Украины (НЦГРРУ): 369 образцов типа *kabuli* и 284 – *desi*. Изучение поражения образцов нута аскохитозом было проведено в годы с максимальным уровнем проявления болезни на провокационном фоне, созданном за счет перенасыщения севооборота бобовыми культурами. Для развития аскохитоза благоприятные погодные условия это температура от 15 до 20°C, обильные дожди, когда растения остаются влажными дольше шести часов в сутки. Такие погодные условия сложились в июне – июле 2005 г. и совпали с фазой «плодообразование – созревание» и в мае 2016 г. в начале вегетации растений нута. Оценку поражения коллекционных образцов нута аскохитозом проводили согласно «Методическим рекомендациям по изучению генетических ресурсов зернобобовых культур» [5], морфологическое описание образцов, их классификация по хозяйственным и биологическим свойствам – по Классификатору рода *Cicer* L. [6].

Результаты и обсуждение

Исследование поражения нута аскохитозом в различные фазы развития, выделение источников устойчивости к этой болезни позволило сформировать рабочую коллекцию по устойчивости нута к аскохитозу. Особенностью рабочей коллекции является то, что она формируется для выполнения конкретных селекционных, научных и других программ и включает источники и доноры ценных признаков. В качестве составляющих рабочей коллекции могут быть использованы образцы признаковых, специальных, генетических и других коллекций. В коллекции представлен широкий спектр варьирования по этому признаку. Было выделено источников различного уровня устойчивости обоих морфотипов. Для удобства использования выделенных образцов в селекционном процессе, они сгруппированы как по окраске семенной оболочки: светлосемянные – *kabuli*, темноссемянные – *desi*, так и по крупности семян: мелкие (масса 1000 семян менее 150 г), средние (151 – 250 г), крупные (более 250 г). К каждому уровню проявления признака подобран (при наличии в базовой коллекции НЦГРРУ) по три образца обоих морфотипов трех групп крупности семян: крупные, средние, мелкие. Устойчивый сорт должен объединять в своем генотипе комплекс ценных свойств, поскольку вероятность выращивания его в больших масштабах очень мала, если он будет устойчивым, но не иметь других ценных хозяйственных признаков.

В результате проведенных исследований нами сформирована рабочая коллекция по признаку устойчивость растений нута к аскохитозу. Образцы нута, включенные в состав коллекции, охватывают широкий географический диапазон (19 стран мира) двух морфотипов: *kabuli* (34 образца) и *desi* (34 образца).

По степени проявления поражения аскохитозом образцы сгруппированы в пять классов:

1) Очень низкая устойчивость к аскохитозу – поражено более 75% растений. По этому признаку в коллекции представлены образцы типа *desi* трех групп крупности семян и образцы типа *kabuli* со средними и крупным семенами.

2) Низкая устойчивость к аскохитозу – поражено от 51 до 75% растений. По крупности семян: мелко- и среднесемянные образцы типа *desi* и мелкосемянные *kabuli*, крупноссемянные *desi*.

3). Средняя устойчивость к аскохитозу – поражено от 21 до 50% растений. В коллекции представлены образцы с мелкими семенами обоих морфотипов, средним – *kabuli* и крупным – *desi*, крупных *kabuli* и средних – *desi*.

4) Высокая устойчивость к аскохитозу – поражено от 1 до 20% растений. В состав коллекции включены четыре среднесемянных и пять крупносемянных образцов типа *kabuli*, два средних и три крупных образца типа *desi*. Мелкосемянных образцов обоих типов с высокой устойчивостью к аскохитозу не выделено среди изученных генотипов.

5) Очень высокая устойчивость к аскохитозу – растения не поражены. Эта группа самая важная для селекции на устойчивость к аскохитозу, но их количество ограничено. Среди изученного генофонда был выделен один образец мелкосемянного типа *desi*, по три образца с семенами средней крупности и по одному с крупными семенами обоих морфотипов.

Согласно «Положению о регистрации коллекций в НЦГРРУ» в сформированной и поданной на регистрацию коллекции должны быть представлены зарегистрированные в НЦГРРУ образцы. В рабочую коллекцию нута по устойчивости к аскохитозу включены пять образцов, зарегистрированных в НЦГРРУ:

1) Розанна, UD0500424, UKR – (Свидетельство № 30 от 21.02.2001 г.) По признакам: компактный тип куста, высокое прикрепление нижних бобов, высокое качество семян (семена светлого цвета, с высокой скоростью разваримости и вкусовыми качествами), комплексная устойчивость к аскохитозу и корневым гнилям.

2) Александрит, UD0500425, UKR – (Свидетельство № 31 от 21.02.2001 г.) По признакам: сочетание высокой урожайности, устойчивости к корневым гнилям и низкого содержания трипсина в семенах.

3) КП 3991, UD0501171, UKR – (Свидетельство № 251 от 23.03.2006 г.) По признакам: сочетание высокой урожайности, крупности семян, с повышенным содержанием белка, масла, пригодности к механизированной уборке с саблевидными бобами и светлым семенами.

4) Триумф, UD0501163, UKR – (Свидетельство № 551 от 20.05.2008 г.) По признаку положительной реакции на нитрагинизацию штаммом 065 *Mesorhizobium ciceri*, которая выражается в увеличении урожайности и крупности семян.

5) E 100, UD0500495, GRC – (Свидетельство № 552 от 20.05.2008 г.) По признаку нейтральной реакции на нитрагинизацию штаммом 065 *Mesorhizobium ciceri*, которая выражается в снижении урожайности и крупности семян.

Анализ мировой и отечественной литературы позволил нам установить родословные 16 образцов из сформированной рабочей коллекции, что составляет 23% от её общего объема. Изучение 12 образцов с устойчивостью выше средней, родословные которых мы установили, показало, что устойчивость к аскохитозу имеет достаточно узкую генетическую природу. Так у половины устойчивых образцов в родословной присутствует гибридная комбинация «Кубанский 163/Кубанский 199». Эта гибридная комбинация вошла в состав сорта Высокорослый 30, который часто использовался в создании устойчивых сортов: Розанна и Память (Украина), ILC 195 (Сирия), Giza 195 (Египет). Среди иностранных образцов выделяется ILC 3279, известный в мировой селекционной практике устойчивостью к аскохитозу, благодаря наличию доминантного гена *Rar 2*. Этот образец был создан путем отбора из сорта Степной 1 [7]. Он стал основой множества устойчивых сортов: Yialousa (Кипр), Ghab 2 (Сирия), Cheroui (Тунис), Sultano (Италия), Jubeiha 3 (Иордания), Dijla (Ирак) [8]. В течение многих лет образец ILC 3279 использовался в качестве устойчивой родительской формы при изучении характера наследования устойчивости нута к аскохитозу [9]. Сорта Высокорослый 30 и Степной 1 поданы на регистрацию как доноры устойчивости к аскохитозу.

Одним из родительских компонентов линии Sel 96 TH 11403 является образец ILC 482, который широко использовался в скрещиваниях, как донор устойчивости нута к аскохитозу. Образец ILC 482 был определен устойчивым к расе 1, 2 и 5 аскохитоза и восприимчивым к расе 3 и 4 [10]. В 2013 г. I. E. Benzohga и другие установили, что этот образец устойчив к

патотипу I и восприимчив к патотипам II и III [11]. Современные исследования методом ПЦР показали, что при наличии во всех образцах нута при инфицировании ДНК патогена, уровень его в образце ILC 482 был ниже, чем у восприимчивого образца [12].

Канадский сорт CDC Anna устойчив благодаря родительской форме ICC 7002 из ICARDA, выделенной по этому признаку еще в 1984 г. [13].

Все эти образцы уже долгие годы используются в качестве исходного материала для создания устойчивых к аскохитозу сортов: Высокорослый 30 и Степной 1 с 1960 г.; ILC 482 – с 1979 г., Flip 85-58 (родительская форма сорта Dylan (США)) – с 1988 г., что повышает вероятность снижения уровня устойчивости к аскохитозу за счет развития новых, более вирулентных штаммов патогена.

Поэтому для создания принципиально новых устойчивых к аскохитозу сортов необходимо, кроме уже известных источников и доноров устойчивости, использовать новые источники, выделенные из базовой коллекции НЦГРПУ и представленные в рабочей коллекции, такие как местные образцы UD0500022 (Грузия) и UD0500196 (Азербайджан). Это позволит создать пирамиду генов и расширить генетическую базу стойкости к аскохитозу. Наличие в коллекции образцов разных уровней устойчивости в сочетании с маркерными признаками окраски и размера семян позволит подобрать различные варианты родительских пар для создания принципиально новых сортов.

Среди образцов коллекции, которые были изучены, не было выделено эталонов высокой устойчивости к аскохитозу с мелкими семенами обоих морфотипов, очень высокой устойчивости – мелкосемянных типа *kabuli*. Образцы нута, представленные в данной коллекции, охватывают преобладающий диапазон исследованных признаков, а также широкий географический диапазон исходного материала, которые мы рекомендуем использовать в селекционной практике на создание сортов с высокой степенью устойчивости к аскохитозу. В состав коллекции вошли как часто используемые в мировой селекционной практике образцы (ILC 3279), так и местные образцы, которые позволяют расширить генетическую базу устойчивости новых сортов. Коллекция подана на регистрацию в НЦГРПУ (Запрос № 379 от 16.02.2017 г.), сорта Степной 1 и Высокорослый 30 поданы на регистрацию как доноры устойчивости к аскохитозу.

Выводы

В результате изучения базовой коллекции нута НЦГРПУ в 2005 и 2016 г., когда были отмечены эпифитотии аскохитоза, в условиях провокационного фона была сформирована рабочая коллекция нута по устойчивости к аскохитозу. В состав коллекции включены 68 образцов из 19 стран мира: по 34 образца морфотипов *kabuli* и *desi*. Коллекция сформирована по признаку устойчивости к аскохитозу, который имеет пять уровней проявления: очень низкая устойчивость (15 образцов: 6 – *kabuli* и 9 – *desi*), низкая (по 8 образцов обоих морфотипов), средняя (8 и 7 образцов соответственно), высокая (9 и 5 образцов) и очень высокая (4 и 5 образцов). Анализ родословных устойчивых образцов показал их относительно узкую генетическую основу. В состав коллекции вошли как часто используемые в мировой селекционной практике образцы (ILC 3279), так и местные образцы, которые позволяют расширить генетическую базу устойчивости новых сортов. Коллекция подана на регистрацию в НЦГРПУ. Сорта Степной 1 и Высокорослый 30 зарегистрированы как доноры устойчивости к аскохитозу. Все образцы сформированной коллекции сгруппированы по крупности семян: крупные, средние и мелкие, что повышает оперативность дальнейшей селекционной работы.

Литература

1. 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. – CAB International: 2006. – pp. 497-520.
2. Косенко Н.О., Безугла О.М. Джерела адаптивності нуту до умов східного Лісостепу України. Теоретичні й практичні досягнення молодих вчених аграріїв: Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції молодих вчених. Дніпропетровськ, 2006. – С. 22 – 23.
3. 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. pp. 900-901.

4. Reddy M.V., Singh K.B. Registration of five chickpea germplasm lines resistant to ascochyta blight. Crop Science. 1992. Vol. 32, Is. 4. pp. 1079-1080.
5. Кобизева Л.Н., Безугла О.М., Силенко С.И., Колотилов В.В., Сокол Т.В., Докукіна К.І., Василенко А.О., Безуглий І.М., Вус Н.О. Методичні рекомендації з вивчення генетичних ресурсів зернобобових культур. Харків, – 2016. – 84 с.
6. Широкий уніфікований класифікатор роду *Cicer* L.; підгот. О.М. Безугла, Л.Н. Кобизева, В.К. Рябчун [та ін.]. – Харків, – 2012. – 47 с.
7. Singh K.B., Reddy M.V. Genetics of resistance to *Ascochyta blight* in four chickpea lines // Crop science. – 1989. – Vol. 29. – pp. 657 – 659.
8. Singh K.B., Malhotra R.S., Saxena M.C. Registration of ILC 3279 chickpea // Crop science. – 1992. – Vol. 32. – pp. 1078 – 1079.
9. Iruela, M., Rubio, J., Barro, F., Cubero, J., Millan, T., Gil, J. Detection of two quantitative trait loci for resistance to ascochyta blight in an intra-specific cross of chickpea (*Cicer arietinum* L.): development of SCAR markers associated with resistance. // Theor Appl Genet. – 2006. – Vol. 112. – pp. 278-287.
10. Singh, K.B., Reddy M.V., Patterns of resistance and susceptibility to races of *Ascochyta rabiei* among germplasm accessions and breeding lines of chickpea // Plant Disease. - 1990. – Vol. 74. – pp. 127-129.
11. Benzohra I. E., Bendahmane B.S., Labdi M., Benkada M.Y. Sources of Resistance in Chickpea Germplasm to Three Pathotypes of *Ascochyta rabiei* (Pass.) Labr. In Algeria // World Applied Sciences Journal. – 2013. – Vol. 21, Is. 6. – pp. 873-878/ DOI: 10.5829/idosi.wasj.2013.21.6.2874
12. Ozer G. H. B., Palacıoglu A. A. G. Determination of *Ascochyta blight* disease in chickpea using real-time PCR// J. Plant. Dis. Prot. – 2016. – Vol. 123. – pp.109–117./ DOI 10.1007/s41348-016-0017-0
13. Saxena M. C., Singh K.B. *Ascochyta blight* and winter sowing of chickpeas. – 1984. – 288 p.

FORMATION OF A WORK CHICKPEA COLLECTION BY ASCOCHYTA BLIGHT TOLERANCE

N.A. Vus, L.N. Kobyzeva, O.N. Bezugla

PLANT PRODUCTION INSTITUTE ND. A. V.YA. YURYEV NAAS OF UKRAINE

Abstract: According to the results of the research of the chickpea collection of the National Center of Plant Genetic Resources of Ukraine in 2005 and 2016, when the epiphytoty of *Ascochyta blight* were noted. The working collection of chickpea for resistance to *Ascochyta blight* was formed under provocative field conditions. This collection includes 68 accessions of *desi* and *kabuli* chickpea from 19 countries: for 34 samples of each type. The collection is formed on the 1 – 9 disease rating scale. 1 – very low resistance (15 samples: 6-*kabuli* and 9-*desi*), 3 – low (8 samples of both morphotypes), 5 – medium (8 and 7 samples, respectively), 7 – high (9 and 5 samples) and 9 – very high (4 and 5 samples). All samples from the formed collection were differentiated within each morphotype in three groups of seed size: large, medium and small. There was analyzed of pedigrees of resistant accessions and was proved their relatively narrow genetic basis and duration of use of stable parental components. The collection included as often used in the world breeding practice samples (ILC 3279) as local accessions. It will allow to expand the genetic base of resistance of new varieties. The collection is submitted for registration to the NCPGR of Ukraine. Varieties *Stepnoj 1* and *Vysokorosly 30* are registered as donors of resistance to *Ascochyta blight*.

Keywords: chickpea, *Cicer arietinum* L., collection, *Ascochyta blight*, accession, standard.

УДК 631.527:633.11

АЛГОРИТМЫ СЕЛЕКЦИОННЫХ ПРОГРАММ НА АДАПТИВНОСТЬ

А.И. ПРЯНИШНИКОВ, член-корреспондент РАН

И.В. САВЧЕНКО*, академик РАН

ФГБНУ «НИИСХ ЮГО-ВОСТОКА»

*ФГБНУ «ВНИИ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ»

На основе многолетних исследований по зимостойкости сортов озимой пшеницы предложена модель поведения растений во время их зимовки. Главным принципом функционирования модели становится кинетическое равновесие двух динамично