

plant ontogeny by means of foliar application of fertilizers are discussed. Current data on the relationship between autotrophic and symbiotrophic nutrition, depending on the content of available nitrogen in the soil, the energy costs of assimilating molecular nitrogen and nitrates are considered. The features of donor-acceptor relations between organs in modern varieties that affect the dynamics of assimilation of nutrients in plant ontogeny are analyzed. The use of foliar top-dressing during the pods formation, when the symbiotic assimilation of nitrogen falls, makes it possible to optimally combine symbiotrophic and autotrophic nutrition with nitrogen, contributes to an increase in the yield of legumes, reduces the risks of significant yield losses under conditions that inhibit the formation of nodules.

Keywords: grain legumes, nitrogen nutrition, ontogeny, donor-acceptor relations, foliar top dressing with fertilizers, nutrition optimization, yield.

УДК 635.657:631.526

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К ФУЗАРИОЗУ КОЛЛЕКЦИОННОГО И СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НУТА

В.И. СИЧКАРЬ, О.В. БАБАЯНЦ*, доктора биологических наук

С.М. ПАСИЧНИК, научный сотрудник

А.И. КРИВЕНКО, кандидат сельскохозяйственных наук

М.А. БУШУЛЯН*, старший научный сотрудник

ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ
НААН, УКРАИНА

*СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ – НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
СЕМЕНОВЕДЕНИЯ И СОРТОИЗУЧЕНИЯ, ОДЕССА

E-mail: opitna@te.net.ua

В последние годы значение нута в аграрном секторе Украины резко возросло вследствие высоких цен на его товарные семена и благоприятное воздействие на плодородие почвы. Главными препятствиями для его выращивания в крупных объёмах является отсутствие мер борьбы с сорной растительностью и возбудителями болезней. В настоящей работе исследованы показатели всхожести семян и начальных этапов роста проростков, а также формирование семенной продуктивности рекомендованных для выращивания сортов и перспективных селекционных линий при использовании искусственно созданного фузариозного инфекционного фона. Лабораторные и полевые исследования выявили довольно сложные ростовые реакции на воздействие патогена. Заметное снижение всхожести семян и начальных этапов роста проростков и первичных корешков, а также семенной продуктивности, наблюдали только у перспективной селекционной линии Л 46/87. У некоторых генотипов имело место падение показателей всхожести и начального роста в начале проращивания, хотя в процессе дальнейшего онтогенеза растений они восстанавливались, и семенная продуктивность достигала уровня контрольного варианта.

Ключевые слова: нут, фузариозный фон, всхожесть семян, рост проростков, рост первичных корешков.

Зернобобовые культуры являются главным источником высококачественного белка, как для питания людей, так и кормления сельскохозяйственных животных и птицы. В зависимости от почвенно-климатических условий и биологических особенностей их размещение на земном шаре различно.

В последние десятилетия мы являемся свидетелями значительных изменений климатических условий на нашей планете. Из года в год имеет место повышение летних температур, длительные бездождевые периоды на протяжении вегетации, осадки в виде ливней и града. В связи с этим возникает необходимость подбора засухоустойчивых видов

растений, способных давать экономически обоснованные урожаи в таких условиях. В этом отношении большую ценность представляет нут *Cicer arietinum* L., семена которого характеризуются высоким содержанием качественного белка (до 28%), а растения способны переносить высокие температуры и длительные засушливые периоды.

Мировой опыт свидетельствует о том, что потребление нута в пищу профилактически действует на укрепление сердечнососудистой системы людей, снижает артериальное давление, устраняет аритмию сердца. Четко доказано положительное действие белка из семян нута на уменьшение таких заболеваний как инфаркт, анемия и особенно онкологических [1, 2].

Нут способен в симбиозе с клубеньковыми бактериями усваивать из воздуха 70-80 кг/га азота. Учитывая положительный комплекс биологических характеристик, нут получил большое распространение на нашей планете, особенно в засушливых зонах. В группе зернобобовых культур его посевы занимают третью строку, уступая только сое и фасоли. Особенно его площади посева расширились в 21 столетии, что по нашему мнению, связано с распространением данных о его ценных питательных свойствах. Наибольшие площади нут занимает в Индии (8,4 млн.га), Пакистане (1 млн.га), Иране (433 тыс.га), Австралии (677 тыс.га) .

Существенно возросли и средние урожаи культуры, особенно в 21 столетии. По этому показателю он превышает фасоль и вигну, которые характеризуются подобными питательными свойствами.

В Украине нут до недавнего времени в промышленных масштабах не культивировали, за исключением частных огородов и приусадебных участков. Но высокие цены на товарные семена, а также комплекс положительных агротехнических характеристик вызвали в последние годы настоящий «бум» в нашей стране. Многие хозяйственники начали его возделывать на сотнях гектаров. В большинстве случаев его урожай составляет 15-25 ц/га.

Селекцию нута в Селекционно-генетическом институте мы начали в конце прошлого века. Ее основу составили более 1000 коллекционных сортообразцов, полученных из Международного научно-исследовательского института растениеводства полусушливых тропиков (ICRISAT, Индия), происходящих из 26 стран. В засушливых условиях были изучены продолжительность вегетационного периода, элементы семенной продуктивности, масса 1000 семян, пригодность к механизированному возделыванию, содержание белка в семенах. В лабораторных и полевых условиях на искусственном инфекционном фоне оценили толерантность лучших по продуктивности форм к фузариозу.

Новый исходный материал создавали путем межсортовой гибридизации. При подборе пар для скрещивания руководствовались эколого-географическим принципом. Наши и зарубежные исследования свидетельствуют о том, что одним из узких мест при внедрении нута в производство оказалась слабая устойчивость к фузариозному заболеванию, вызываемому различными видами гриба рода *Fusarium*. В отдельные годы в наших условиях, особенно когда имела место дождливая погода в период цветения, что способствовало интенсивному распространению болезни, посевы нута погибали полностью. Поэтому создание устойчивых к фузариозу сортов является одним из главных направлений селекции культуры.

Важно отметить, что патоген находится в почве и может поддерживать свою активность на протяжении многих лет даже при отсутствии растения-хозяина.

В большинстве стран, где культивируют эту культуру, экономические потери составляют 10-100% [3, 4]. Проведенные в Индии исследования показали, что патоген характеризуется большой изменчивостью и насчитывает значительное количество рас [5, 6]. Сейчас их описано 8, в зависимости от симптомов, которые проявляются на растениях они разделены на две группы [7]. Расы 1А, 2, 3, 4, 5 и 6 вызывают увядание растений, а расы 0 и 1 В/С только пожелтение листьев. Наследование устойчивости нута к большинству рас является моногенным [7], хотя количество сортов – дифференциаторов в различных исследованиях существенно варьирует [8]. По нашему мнению это несоответствие

происходит от неодинаковых методов создания инфекционных фонов и субъективной бальной оценки.

В Индии в Международном научно-исследовательском институте растениеводства полузасушливых тропиков (ICRISAT, Patancheru) оценили реакцию к *F.oxysporum* 13500 сортообразцов нута, происходящих из 40 стран мира, среди которых 160 оказались устойчивыми [9]. К сожалению, среди них только 10 принадлежали к типу кабули. В последующих исследованиях авторы выделили 12 крупносеменных коллекционных форм (масса 100 семян больше 50 г), которые выявили высокий уровень устойчивости к фузариозу. Два генотипа из Мексики, ICC 14194 и ICC17109, оказались полностью устойчивыми. Обе эти формы сейчас интенсивно используют в гибридизации.

В Индийском штате Мадхья-Прадеш, главном производителе нута, который возделывают здесь на площади более 3 млн. га, длительный период высевали чувствительные к *Fusarium oxysporum* сорта. В последние годы в этом штате выращивают сорта IG 315 и IG74, которые служат генетическими донорами устойчивости [10].

Путем молекулярного маркирования выявили ряд локусов (QTL), которые обуславливают значительную часть устойчивости к патогену [11-15].

Методами повторов простых последовательностей (SSR) изучили устойчивость к фузариозу и аскохитозу в двух беккроссных скрещиваниях чувствительной рекуррентной родительской формы с донорами устойчивости [13]. В результате исследования выявили ряд молекулярных маркеров устойчивости к обоим заболеваниям. В частности, были охарактеризованы локусы *fos 0*, *fos 1*, *fos 2*, *fos 3*, *fos 4*, *fos 5*, обеспечивающие устойчивость к расам 0, 1, 2, 3, 4, 5 соответственно. Сходным образом идентифицировали значительное число QTL локусов, контролирующих устойчивость к аскохитозу. Авторы утверждают, что использование выявленных маркеров позволяет выбирать устойчивые к указанным заболеваниям растения на ранних этапах селекции и таким путем ускорено создавать рекомбинантные линии. Использование специфических праймеров и полимеразной цепной реакции в Испании позволило идентифицировать патогенные расы *Fusarium oxysporum* f.sp.ciceris. Для каждой из них обозначены полиморфные маркеры, которые были клонированы и у них определены нуклеотидные последовательности [16].

Таким образом, современные иммунологические исследования направлены в большей степени на изучение молекулярно-генетических механизмов устойчивости, хотя окончательная оценка интенсивности заболевания осуществляется визуальным методом в лабораторных или полевых условиях, как правило, на инфекционном фоне.

Материалы и методика проведения исследований

В лабораторных условиях проводили исследования на 5 сортах (Адмирал, Память, Триумф, Одиссей, Буджак) и 4 –х селекционных линиях: (Л 46/87 – [(F₁ Розанна x Sel. 544) x (F₁ Александрит x Розанна) x Р 9757 (Мексика)]; Л 31/59 – [(Розанна x Мексика) x Танзания) x Антей) x Триумф]; Л 52/98 – [(Розанна x F 404) x Антей x (Розанна x F 404) x Антей]; Л 49/96 – [(Розанна x Sel. 544) x Н 597903) x (F₆ (Super major x 3306 (Луганск x Александрит))] в течение 2015-2016 гг. Материал для экспериментов был подобран таким образом, что семена 2015 г. характеризовались плохими посевными качествами, тогда как посевной материал 2016 г. имел нормальные энергию прорастания и всхожесть. В опыт были включены сорта нута разных морфотипов селекции Селекционно-генетического института – Национального центра семеноведения и сортоизучения.

Инокулюм для создания инфекционного фона нарабатывали в отделе фитопатологии и энтомологии Селекционно-генетического института путем размножения распространенных видов *Fusarium* на питательной среде. Для наработки инокулюма служили два штамма тех видов *Fusarium*, которые являются возбудителями корневых гнилей у нута: *Fusarium oxysporum* f. sp. ciceris, *F. sporotrichiella* v. *sporotrichioides* 2016.

Инокулюм нарабатывали на жидкой глюкозо-солодовой среде [17, 18]. В колбы Эрленмейера ёмкостью 1 л наливали по 0,6 л среды, автоклавировали 45 мин при 1 атм. После остывания до комнатной температуры в каждую колбу в стерильных условиях

вносили 4-5 капель молочной кислоты, смыв конидий и мицелия гриба. Колбы закупоривали ватно-марлевыми пробками, закрывали стерильными пергаментными колпаками и резиновыми затяжками. Колбы помещали на качалку, устанавливая режим качания 65-70 кач/мин. Через 10-12 дней инокулюм был готов к использованию.

Оценку всхожести и интенсивности ростовых процессов на ранних этапах развития проростков проводили проращиванием 20 семян каждого образца в четырех повторениях, инокулируя их в рулонах, используя методику Н.Е. Новиковой (Патент РФ № 2031573, 1999 г.).

Семена каждого сорта промывали проточной водой 10 минут, затем дезинфицировали 0,01%-ным раствором перманганата калия в течение 20 минут. Перед замачиванием семян в инокулюм *Fusarium spp.* штаммы смешивали в равных частях и разводили дистиллированной водой в соотношении 1:2. После промывания их поместили на сутки в разведенный дистиллированной водой инокулюм. Инфицированные семена раскладывали на увлажненные ленты фильтровальной бумаги по 20 штук, отступив от края 5 см. Затем их покрывали второй лентой на уровне поверхности семян. Ленты сворачивали в рулон и помещали в растильни в термостат при 22°C. Во время инкубации в растильни по мере необходимости подливали смесь штаммов фузариев в равных количествах и разведенных дистиллированной водой в соотношении 1:5. Оставшийся инокулюм хранили в холодильнике при 4-5⁰ С. Контролем являлись семена без инфекции, помещенные на смоченную водой фильтровальную бумагу. Подсчет проросших семян осуществляли на 3-и, 7-ые, 14-ые и 21-ые сутки. Их общий вид у линии Л 46/87 в эти периоды представлен на рис. 1-4.



Рис. 1. Состояние семян на 3-и сутки проращивания

В эти же сроки проводили измерение длины зародышевых корешков и эпикотиля.



Рис. 2. Состояние проростков нута на 7-ые сутки проращивания



Рис. 3. Состояние проростков нута на 10-ые сутки проращивания



Рис. 4. Общий вид опыта по проращиванию семян нута

В полевых условиях исследовали те же сорта и линии, используя выше описанный инокулюм. Инфицированные семена каждого сорта высевали 23-го марта 2017 г. в четырех повторениях, каждое из которых включало один рядок длиной 1,8 м. Контрольный вариант закладывали в двух повторениях. В течение вегетационного периода отмечали основные фенологические фазы. В лабораторных условиях проводили сноповый анализ, где определяли влияние инфекционного фона на хозяйственно ценные признаки сортов и селекционных линий нута. Определяли высоту растений и высоту прикрепления нижнего боба, количество боковых ветвей, бобов и семян на растении, массу бобов и семян на растении.

Результаты наследований

Проращивание семян сортов и селекционных линий на инфекционном фоне в лабораторных условиях выявило различный уровень устойчивости к фузариозу (табл. 1).

Следует отметить, что в контрольном варианте всхожесть некоторых изученных форм была невысокой, что свидетельствует о наличии существенных проблем в семеноводстве этой культуры. Проращивание семян на инфекционном фоне привело к снижению всхожести, особенно у сортов Буджак и Адмирал, а также селекционных линий Л 46/87 и Л 31/59. Исключение составил лишь сорт Одиссей, однако у него имело место низкое качество семян в контрольном варианте, что не позволяет судить о стимулирующем влиянии инфекционного фона на всхожесть семян нута.

Таблица 1

Всхожесть семян нута на инфекционном фоне, 2015 г.

Сорт, селекционная линия	Всхожесть на					
	7-ые сутки		10-ые сутки		14-ые сутки	
	1	2	1	2	1	2
Адмирал	41,2± 4,3	65,0±0,4	36,2±3,6	60,0±0,6	31,2±5,4	57,5±3,5
Память	35,0± 7,1	45,0±4,1	35,0±7,1	40,0±3,8	23,7±4,9	32,5±3,5
Одиссей	27,5± 1,7	20,0±4,1	22,5±3,7	20,0±4,2	21,2±4,9	17,5±7,1
Буджак	20,0± 4,1	52,5±3,5	18,8±3,6	52,5± 3,5	15,0±2,4	47,5± 5,6
Л 46/87	30,0± 5,3	45,0± 4,1	22,5±5,0	42,5±5,6	17,5±5,5	37,5± 3,5
Л 31/59	50,0± 4,7	80,0± 7,1	38,8±5,0	72,5± 3,5	26,2±2,8	60,0± 8,3
Л 52/98	51,2± 6,4	65,0± 7,1	42,5±3,7	62,5± 3,5	31,2±3,6	57,5± 3,5
Л 49/96	52,5± 6,8	65,0± 6,8	50,0±4,5	65,0± 7,1	42,5±4,3	55,0± 7,1

Примечание: 1 – инфекционный фон; 2 – контроль

Как в опытном, так и в контрольном вариантах наблюдали падение всхожести в процессе проращивания после 7 суток. Это обусловлено тем, что часть появившихся зародышевых корешков в дальнейшем отпадает от семян, в результате чего существенно снижается этот показатель. Особенно такое явление наблюдали у сорта Адмирал и линий Л 46/87 и Л 31/59 на инфекционном фоне. Таким образом, как среди сортов, так и

перспективных линий не удалось выявить форм с высоким уровнем толерантности к возбудителю этого заболевания.

Кроме всхожести, в этом эксперименте изучали также первичные этапы роста проростков. Удлинение эпикотилия и первичных корешков представлено в таблицах 2 и 3, из которых следует, что изученные генотипы слабо различались длиной эпикотилия на 7-ые сутки проращивания. Размах изменчивости этого показателя в контрольном варианте составил 3,25-4,20 см, тогда как на 14^{ые} сутки он возрос до 10,10-15,95 см

Таблица 2

Длина эпикотилия у сортов и селекционных линий нута в процессе прорастания семян, 2015 год

Сорт, селекционная линия	Средняя длина эпикотилия, см					
	7-ые сутки		10-ые сутки		14-ые сутки	
	1	2	1	2	1	2
Адмирал	3,03±0,43	4,20±0,28	7,68±1,32	9,65±0,64	12,48±2,82	15,95±2,15
Память	3,78±0,33	3,75±0,52	8,00±0,44	7,85±0,64	15,43±3,09	14,85±1,48
Одиссей	2,88±0,55	3,65±0,35	7,90±1,38	8,15±1,11	10,58±1,45	11,45±0,78
Буджак	2,53±0,46	3,25±0,21	5,38±0,74	7,65±1,06	12,08±1,62	11,45±1,20
Л 46/87	2,65±0,41	3,45±1,21	5,03±0,74	6,65±0,07	7,80±0,93	12,85±0,49
Л 31/59	3,03±0,11	4,05±0,21	6,75±0,19	8,90±0,84	10,83±1,51	14,40±1,82
Л 52/98	3,48±0,19	4,10±0,28	8,70±1,29	9,65±1,32	13,13±1,56	15,75±2,16
Л 46/96	3,70±0,56	3,85±0,40	8,23±0,70	6,75±1,48	11,80±0,67	10,10±0,28

Примечание: 1 – инфекционный фон; 2 – контроль

Наиболее интенсивно увеличивалась длина эпикотилия у сортов Адмирал и Память, а также у линий Л 31/59 и Л 52/98.

Угнетение роста эпикотилия на протяжении всего периода проращивания в вариантах на инфекционном фоне наблюдали у сортов Адмирал и Одиссей, а также селекционных линий Л 46/87, Л 31/59 и Л 52/98. У сорта Буджак на протяжении 10-ти суток в опытном варианте имело место торможение роста эпикотилия, хотя к концу проращивания этот показатель имел примерно одинаковую длину в обоих вариантах.

Таблица 3

Длина первичного корешка у сортов и селекционных линий нута в процессе прорастания семян, 2015 г.

Сорт, селекционная линия	Средняя длина зародышевого корешка, см					
	7-ые сутки		10-ые сутки		14-ые сутки	
	1	2	1	2	1	2
Адмирал	1,15±0,12	2,05±0,07	3,25±0,42	5,70±0,28	4,73±0,56	7,25±0,21
Память	2,00±0,27	1,95±0,22	3,75±0,54	3,30±0,41	6,40±0,57	5,75±0,48
Одиссей	1,25±0,24	1,10±0,14	2,75±0,49	2,35±0,21	3,75±0,46	5,30±0,62
Буджак	0,78±0,17	0,85±0,07	3,13±0,57	2,90±0,37	4,48±0,54	6,05±0,64
Л 46/87	1,25±0,10	2,30±0,28	2,35±0,48	4,30±0,28	5,28±0,36	6,00±0,42
Л 31/59	1,78±0,18	2,00±0,14	3,00±0,15	4,00±0,42	4,80±0,37	6,80±0,32
Л 52/98	2,35±0,29	2,60±0,28	3,85±0,18	4,40±0,14	6,08±0,57	7,35±0,63
Л 46/96	2,35±0,11	2,60±0,36	4,93±0,45	3,75±0,33	6,38±0,72	6,55±0,72

Примечание: 1 – инфекционный фон; 2 – контроль

По длине зародышевого корешка наблюдали большее варьирование по сравнению с эпикотилем. На 7-ые сутки в контрольном варианте его размах изменчивости составил 0,85-2,60 см. Максимальным его значением выделились сорта Адмирал и Память, а также все изученные в этом опыте селекционные линии. Следует отметить, что к концу эксперимента различия по длине первичного корешка у данных генотипов значительно нивелировались. На протяжении всего проращивания установлено торможение роста первичных корешков у сорта Адмирал и селекционных линий Л 46/87 и Л 31/59, а у сортов Одиссей и Буджак только в конце эксперимента.

Полученные экспериментальные данные свидетельствуют о том, что изученные генотипы различались интенсивностью начального роста эпикотили и первичного корешка на фузариозном инфекционном фоне. Наибольшее угнетение обоих этих показателей отмечено у сорта Адмирал и селекционных линий Л 46/87 и Л 31/59. Сорт Одиссей и линия Л 52/98 отставали по длине эпикотилиа на последних фазах проращивания.

Семена урожая 2016 года характеризовались хорошим качеством, за исключением сорта Память. Результаты прорастания и начального роста эпикотилиа и зародышевого корешка представлены на рис. 5-7. На протяжении всего проращивания у сорта Адмирал наблюдали стимулирующее действие фузариозного инокулюма на показатель всхожести. Если в контрольном варианте всхожесть составила на 7-ые, 10-ые и 14-ые сутки соответственно 80,0, 65,0 и 62,5%, то на фузариозном фоне она возросла до 86,2, 80,0 и 72,5%. Этот феномен, по-видимому, можно объяснить мутуалистическим влиянием определенных рас патогена на семена или продуктами их обмена в суспензионной среде.

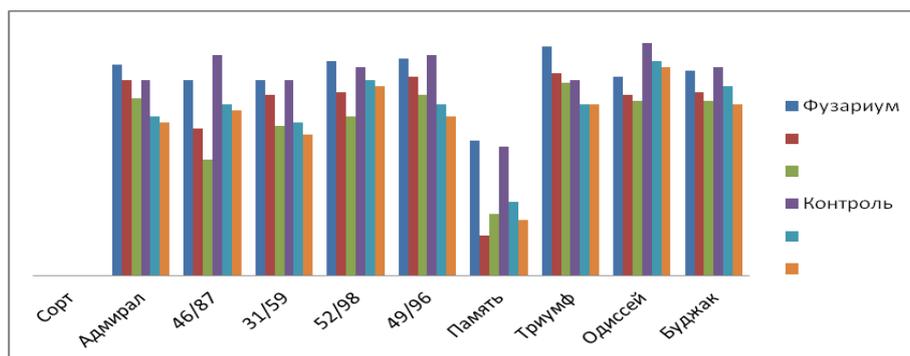


Рис. 5. Всхожесть семян сортов и селекционных линий пшеницы на фузариозном инфекционном фоне, 2016 г.

Подобное воздействие отмечено и в других сельскохозяйственных культур [17]. Сильное угнетение всхожести под влиянием инфекционного фона наблюдали у сорта Одиссей и селекционной линии Л 46/87. У линии Л 52/98 имело место снижение всхожести в течение двух последних сроков учета.

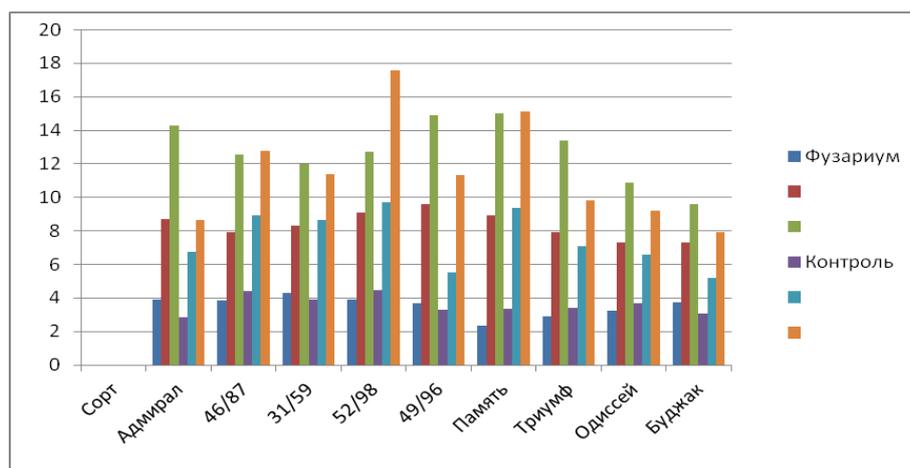


Рис. 6. Длина эпикотилиа сортов и селекционных линий пшеницы на фузариозном инфекционном фоне, 2016 г.

У сорта Адмирал установили положительное действие фузариозного фона на длину эпикотилиа и первичного корешка, тогда как отрицательный эффект на эти показатели отмечен у сорта Память на 7-ые и 10-ые сутки, а также у линий Л 52/98 и Л 46/87 на протяжении всего эксперимента.

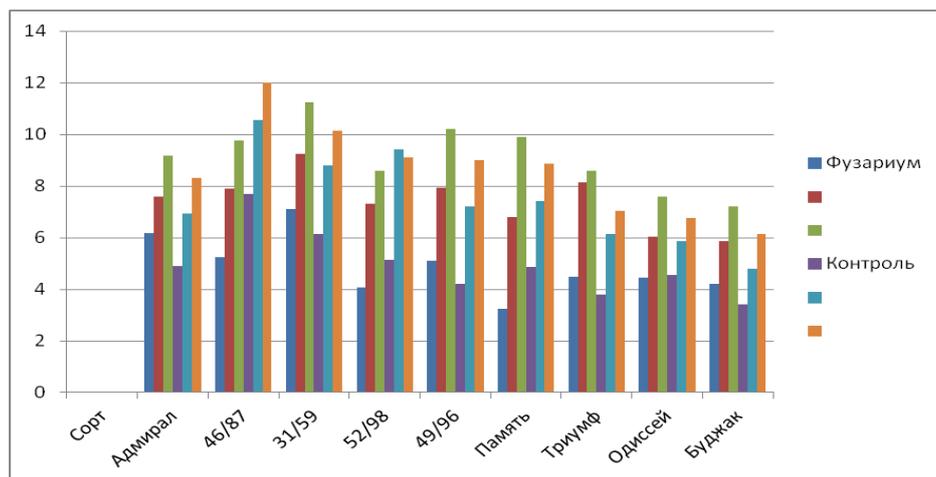


Рис. 7. Длина первичного корешка сортов и селекционных линий нута на фузариозном инфекционном фоне, 2016 г.

Условия 2017 года в зоне проведения опытов были крайне засушливыми, хотя растения нута сформировали нормальный урожай. По высоте растений, высоте прикрепления нижнего боба, ветвистости существенных различий между опытным и контрольным вариантами не выявили. Высота растений была на уровне 45-52 см в зависимости от генотипа, высота прикрепления нижнего боба составила 22-27 см, ветвистость варьировала в пределах 1,8-2,8. Наиболее важные показатели семенной продуктивности полевого опыта приведены в табл. 4.

У большинства исследованных сортов и селекционных линий не выявили достоверного влияния инфекционного фона на количество бобов и семян на растении, а также массу семян с растения. Наибольшее угнетение этих показателей в опытном варианте наблюдали у селекционной линии Л 46/87, хотя в контроле она была наиболее продуктивной. Некоторое снижение изученных показателей наблюдали у сортов Триумф и Буджак.

Таблица 4

Влияние инфекционного фона на хозяйственно ценные признаки сортов и селекционных линий нута, 2017 г.

Сорт, селекционная линия	инфекционный фон			контроль		
	1	2	3	1	2	3
Адмирал	32,3±5,4	35,2±5,7	11,8±2,1	34,7±5,2	34,8±5,2	12,4±1,0
Память	37,0±5,2	40,8±6,3	13,3±2,4	39,5±5,6	44,5±6,5	12,8±2,0
Триумф	34,7±6,5	35,2±3,1	13,5±2,9	43,9±8,5	44,1±6,0	16,5±4,1
Одиссей	42,5±4,3	43,3±7,9	13,2±3,1	32,8±4,4	33,0±5,7	12,6±2,9
Буджак	36,9±6,9	37,2±6,9	14,2±3,0	44,4±5,3	44,8±7,4	17,1±5,7
Л 46/87	32,3±4,6	35,8±4,3	12,8±3,0	46,8±7,6	50,1±6,7	19,3±4,3
Л 31/59	25,6±4,0	28,7±4,1	9,5±1,4	22,1±4,6	26,0±5,3	8,7±1,7
Л 52/98	24,9±5,2	24,9±5,8	9,4±2,3	36,0±6,6	36,1±4,8	9,8±1,7
Л 46/96	30,6±5,2	32,6±5,8	12,9±2,3	36,0±6,6	38,3±5,4	15,3±3,0

Примечание: 1 – количество бобов на растении
 2 – количество семян на растении
 3 – масса семян с растения, г

Интересные результаты обнаружены у сорта Одиссей, где имело место увеличение количества бобов и семян на растении на инфекционном фоне, но сформировавшиеся семена оказались мелкими, о чем свидетельствует масса семян с растения. У линии Л 52/98 отмечено уменьшение количества бобов и семян на растении в опытном варианте, но к концу вегетации семена стали крупнее и по массе с растения сравнялись с контролем. У линии Л

49/96 на инфекционном фоне установлено угнетение всех указанных в таблице 4 показателей.

Заключение

Исследование характера прорастания семян, начального роста проростков и первичных корней, а также формирование показателей семенной продуктивности у значительного набора генотипов нута на фузариозном инфекционном фоне выявило довольно сложную реакцию как различных сортообразцов, так и проявления изученных признаков. Заметное снижение всхожести, а также начальных этапов роста проростков и первичных корешков на протяжении 2015-2016 гг., падение семенной продуктивности растений под действием инфекционного фона наблюдали только у селекционной линии Л 46/87. Угнетение показателя всхожести и начальных этапов роста у некоторых генотипов в процессе дальнейшего онтогенеза растений нивелировалось и их семенная продуктивность восстанавливалась до уровня контрольного варианта.

В связи с тем, что отдельные генотипы различаются площадью листовой поверхности, уровнем чистой ассимиляции, относительной скоростью роста, восстановительные процессы у них проходят с неодинаковой скоростью и в связи с этим они обладают разной восстановительной способностью. Многие полученные на начальных фазах роста повреждения способны нивелироваться в процессе онтогенеза и, в конечном итоге не влияют на семенную продуктивность.

Литература

1. Jukanti A.K., Gaur P.M., Gowda C.L.L., Chibbar R.N. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *Br.J. Nutr.* – 2012. – N 108. – P. 11-26.
2. Gangola M.P., Baga M., Gaur P.M., Chibbar R.N. Chickpea – nutritional quality and role in alleviation of global malnourishment. *Legume perspectives.* – 2014. – N 3. – P. 33-35.
4. Halila I., Rubio J., Millan T., Gil J., Kharrat M., Marrakchi M. Resistance in chickpea (*Cicer arietinum*) to Fusarium wilt race O/Plant Breed. – 2010. – v.129, N 5. – P. 563-566.
5. 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, N 1. – P. 127-128.
6. Dubey S.C., Priyanka K., Singh V., Singh B. Race profiling and molecular diversity analysis of Fusarium oxysporum f. sp. ciceris causing wilt in chickpea // *J. Phytopathol.* – 2012. – v.160, N 10. – P. 576-587.
7. Sharma M. Race scenario of Fusarium oxysporum f. sp. ciceris, wilt pathogen of chickpea (*Cicer arietinum* L.) // 12th European Fusarium seminar, palais de la bourse, Bordeaux, France, 12-16 May 2013.
8. Chaudhary A.K., Kumar S., Patil B.S. et al. Narrowing yield gaps through genetic improvement for Fusarium wilt resistance in three pulse crops of the semi-arid tropics // *SABRAO J. Breed. Gen.* – 2013. – v. 45, N 3. – P. 341-371.
9. Sharma K.D., Chen W., Muchlbauer F.J. Genetics of chickpea resistance to five races of Fusarium wilt and a concise set of race differentials for Fusarium oxysporum f. sp. Ciceris // *Plant Dis.* – 2005. – v. 89, N 4. – P. 385-390.
10. Gaur P.M., Pande S., Upadhyaya H.D., Rao B.V. Extra-large Kabuli chickpea with high resistance to Fusarium wilt // *International chickpea and pigeonpea Newsletter.* India, ICRISAT, Patancheru. – 2006. – N 13. – P. 5-7.
11. Yadava H.S., Tikle A.N., Sudhanshu J. et al. Genetic enhancement for abiotic stress resistance in chickpea: Achievements and perspectives in Madhya Pradesh, India // 6th Internat. Food Legume Res. Conf. and 7th Internat. Conf. on legume Genetics and genomics. – Saskatoon, Saskatchewan, Canada, July 7-11, 2014. – P. 161-162.
12. Brinda S., Ravikumar R.L. Inheritance of wilt resistance in chickpea – a molecular marker analysis // *Curr. Sci.* – 2005. – v. 88, N 5. – P. 701-702.
13. Gowda S.J.M., Radhika P., Kadoo N.Y., Mhase L.B., Gupta V.S. Molecular mapping of wilt resistance genes in chickpea // *Mol. Breed.* – 2009. V. 24, N 2. – P. 177-183.
14. Sabbavarapu M.M., Sharma M., Chamarthi S. K. et al. Molecular mapping of QTLs for resistance to Fusarium wilt (race1) and Ascochyta blight in chickpea (*Cicer arietinum* L.) // *Euphytica.* – 2013. – v. 193, N 1. – P. 121- 133.
15. Sharma M., Sabbavarapu M.M., Thudi M., Ghosh R., Pande S., Varshney R.K. Development of DArT markers and assessment of diversity in Fusarium oxysporum f. sp. ciceris, wilt pathogen of chickpea (*Cicer arietinum* L.) // *BMC Genomics.* – 2014. – v. 15 (454). – P. 1-14.
16. Varshney R.K., Mohan S.M., Gaur P.M. et al. Marker – assisted backcrossing to introgression resistance to Fusarium wilt race 1 and ascochyta blight in C214, an elite cultivar of chickpea // *Plant Genome.* – 2014. – N 7, N 1 – P. 1-11.
17. Jimenez - Gasco M.M., Jimenez – Diaz R.M. Development of a specific polymerase chain reaction-based assay for the identification of Fusarium oxysporum f. sp. ciceris and its pathogenic races 0, 1A, 5, and 6 // *Phytopathology.* – 2003. – v. 93, N 2. – P. 200-209.
18. Бабаянц О.В., Бабаянц Л.Т. Основы селекции и методология оценок устойчивости пшеницы к возбудителям болезней // Селекционно-генетический институт – Национальный центр семеноведения и сортоизучения НААН, Одесса, 2014. – 401 с.

19. Гонтаренко О.В. Фузариоз колосу пшениці на півдні України та сортостійкість. Дис. канд. біол. наук., 06.01.11. – «Захист рослин від шкідників та хвороб» – Київ, 1993. – 219 с.

EVALUATION OF THE RESISTANCE TO FUSARIUM IN CHICKPEA COLLECTION AND BREEDING MATERIALS.

V.I. Sichkar, O.V. Babayantz*, S.M. Pasichnik, A.I. Kryvenko, M.A. Bushulyan*

ODESSA STATE AGRICULTURAL RESEARCH STATION

*THE INSTITUTE OF PLANT BREEDING AND GENETICS – NATIONAL CENTER OF SEED AND CULTIVAR INVESTIGATION, UKRAINE

E-mail: opitna@te.net.ua

Abstract: *The value of the chickpea in the agrarian sector of Ukraine increases sharply in recent year, because of high prices on his seed and favorable affecting fertility of the soils. The main obstacles for his growing in large volumes are the weeds and causative agents of diseases. The indexes of seeds germination and initial stages of length of sprouts and forming of the seminal productivity of recommended for growing the varieties and perspective breeding lines at the use artificially created fusarium infectious background were investigated in the real work. Laboratory and field researches revealed complicated growth reactions on influence of pathogen. Noticeable decline of seed germination and initial stages of length of sprouts, and primary counterfoils, and the seminal productivity was looked only at the perspective breeding line of L 46/87. At some genotypes took place falling of indexes of germination and initial length at the beginning of sprouting, although in a process of further ontogenesis they were restored and their seminal productivity was the same as control.*

Keywords: chickpeas, fusarium, seed germination, length of sprout, growth of primary counterfoils.

УДК 664.681.6

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ МУКИ ИЗ ЗЕРНА НУТА В ТЕХНОЛОГИИ МУЧНЫХ КОНДИТЕРСКИХ ИЗДЕЛИЙ

И.Л. КАЗАНЦЕВА, доктор технических наук

Т.Б. КУЛЕВАТОВА,* кандидат биологических наук

Л.Н. ЗЛОБИНА*, кандидат сельскохозяйственных наук

ФБУ «САРАТОВСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ СУДЕБНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ МИНИСТЕРСТВА ЮСТИЦИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

*ФГБНУ «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ЮГО-ВОСТОКА»

Получены реологические кривые теста из пшеничной муки и композитной смеси (пшеница, нут), а также водно-мучных суспензий на приборах Миксолаб и вискограф. Выявлено влияние дозировки цельносмолотого нута сорта Краснокутский 28 (0, 5, 10, 15, 20, 50%) на физико-химические показатели изучаемых систем. Установлено, что с увеличением количества нутовой муки с 5 до 50% уменьшается время образования теста и увеличивается скорость его разжижения. Водопоглотительная способность композитной смеси с изменением массовой доли нутовой муки от 5 до 20% увеличивается с 54,5 до 58,8%, что связано с гидрофильностью высокомолекулярных соединений (белков, клетчатки) и способствует увеличению срока хранения готовых изделий. Скорость разжижения теста увеличивается с ростом количества нутовой муки в смеси, что связано со снижением количества клейковинных белков. Значение крутящего момента силы C_5 , характеризующего