

q/ha); short-stalked (up to 70 cm); with high thousand-kernel weight (50-57 g); with resistance to net blotch and powdery mildew (score 9-8); with protein content not more than 11.5%.

УДК 633.358.1:631.527(476)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОРТОВ ГОРОХА РАЗЛИЧНОГО МОРФОТИПА В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

П.А. Пашкевич, Ю.И. Пешко

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 25.09.2014 г.)

Аннотация. В статье приведены результаты изучения коллекции сортов усатого и листочкового морфотипов гороха по комплексу морфологических и хозяйственно ценных показателей. Обсуждены физиологические особенности усатых сортов гороха и их возможное влияние на элементы урожайности. Установлено, что сорта усатого морфотипа менее устойчивы к дефициту влаги и склонны к сильному полеганию, что сильно осложняет уборку посевов.

Введение. Горох служит источником растительного белка. Рост урожайности культуры способствует качественному улучшению кормовой базы за счет производства высокобелковых кормов, сбалансированных по аминокислотному составу. Высокий уровень урожайности зерна (50-60 ц/га) и экологическая пластичность обеспечивают широкое распространение гороха в большинстве стран, в т.ч. и в условиях Беларуси [5]. Так, в 2012 г. листочковые сорта в республике занимали 67188 га (87,9%), а усатые – 9227 га (12,1%), при этом большую часть (46,6%) в структуре посевов гороха занимал зерноукосный сорт Вегетативный желтый [8].

Необходимо отметить, что из-за полегания посевов листочкового морфотипа наибольшей проблемой при возделывании гороха являются потери урожая при механизированной уборке. В некоторой степени она может быть решена путем более широкого возделывания усатых сортов гороха, которые обладают большей устойчивостью к полеганию, чем листочковые.

Спонтанная мутация «усатый лист» впервые была выделена из сорта Свобода 10 на Грибовской овощной селекционной станции [9].

Мутант представлял собой растение с хорошо развитыми усами вместо листочков. Признак *af (afilia)* – рецессивный и наследуется моногенно. Разветвленные усики обуславливают достаточно сильное сцепление растений между собой, что в конечном итоге обеспечивает большую устойчивость посевов к полеганию. Кроме того, при отсутствии сорняков в таких стеблестоях улучшается фитосанитарное состояние, поскольку растения по всей длине лучше освещаются солнцем [4].

По данным А.В. Амелина, у усатых сортов усиливается фотосинтетическая деятельность прилистников и усиков, а также неспециализированных органов, таких как створки боба, стебель, черешок листа [1]. Однако у безлисточковых сортов гороха в сравнении с обычными сортами повышение их фотоактивности в среднем на 39% не только не компенсирует фотосинтетический потенциал редуцированных листочков (прилистников), но и резко снижает возможности продукционного процесса, особенно в неблагоприятных условиях среды. Причина этого – ограниченные внутренние резервы растений и существенная зависимость текущего фотосинтеза от экзогенных факторов [3].

Уменьшение площади листовой поверхности у сортов усатого морфотипа сопряжено с ослаблением роста корневой системы, что обусловлено трофическими взаимодействиями между этими органами. В период вегетативного роста усатые сорта уступали листочковым по массе и объему корней на 10-28%, по площади общей и деятельной поглощающей поверхности – на 13-35%, по общей протяженности корней – на 16-40% [1, 2]. В то же время корневая система безлисточковых сортов характеризуется высокой поглотительной способностью в отношении основных элементов питания. Так, у усатого сорта Орлус на 1 м² деятельной поверхности корня приходилось в 1,5 и 1,6 раза больше поглощенного азота и фосфора, чем у листочкового сорта Орловчанин. Это свидетельствует о более значительной функциональной нагрузке на корневую систему усатых сортов. В благоприятных условиях корневая система в полной мере обеспечивает надземные органы необходимыми для роста и формирования зерна элементами минерального питания, но в условиях засухи она не справляется с указанной функцией [7].

Устойчивость растений к дефициту влаги и перегреву обеспечивается комплексом анатомических и физиолого-биохимических механизмов. Водный режим растений является ведущим в формировании устойчивости растений к засухе. Видоизменение листочков в усики сопровождается целым рядом изменений в водном обмене листа. По морфологии усики приближены к осевым органам (стеблям, череш-

кам листа), значительную часть которых занимает насыщенная легко подвижной водой проводящая система. Это оказывает влияние на водный режим листа и растения в целом. Усики по сравнению с листочками имеют более высокий водный потенциал, пониженное содержание связанной воды, повышенный остаточный водный дефицит, пониженную водоудерживающую способность в репродуктивный период, меньшее количество устьиц и пониженную интенсивность транспирации. Высокая подвижность воды в усиках обуславливает более значительные водоотдачу в условиях обезвоживания и остаточный водный дефицит [7].

Растения гороха листочкового морфотипа благодаря большему количеству прочно связанной воды и меньшей ее активности способны более эффективно поддерживать гомеостатичность водного обмена и функциональную способность листьев. Это дает им преимущество перед растениями с усатым типом листа в условиях водного стресса. В ходе вынужденного увядания усики за шесть часов утрачивали в среднем на 9% больше воды, чем листочки [7].

От морфологического типа листа зависит интенсивность транспирации. Ее значение у усиков в среднем в 2,5 раза ниже, чем у обычных листочков, и коррелирует с меньшей в 1,9-3,5 раза плотностью устьиц на эпидерме усиков. По этому показателю они приравниваются к стеблям. С одной стороны, небольшое количество устьиц и пониженная интенсивность транспирации содействуют более экономному расходованию растениями воды при ее дефиците. С другой стороны, интенсивность транспирации положительно коррелирует со скоростью роста растений и накоплением биомассы. Активная транспирация также обеспечивает защиту растений от перегрева путем поддержания относительной стабильности температуры листа и может служить одним из показателей жаростойкости сорта [7].

Исследования показали наличие существенных различий в антиоксидантной системе усиков и листочков. По средним за три года данным в зависимости от сорта усики уступали листочкам по активности пероксидазы и каталазы в 1,1-1,6 раза, по содержанию аскорбиновой кислоты – в 1,1-2,1 раза, каротиноидов – в 1,3 раза [7]. В этой связи усилия должны быть направлены на поиск путей повышения экологической устойчивости усатых сортов. Возможность улучшения определяется наличием вариабельности у безлисточковых генотипов по ряду физиологических признаков, связанных с устойчивостью к неблагоприятным гидротермическим условиям. Имеет также значение увеличение листовой поверхности за счет укрупнения прилистников и прицветничков. Это будет содействовать лучшему формированию

корневой системы, более благоприятному водному режиму, более стабильной работе фотосинтетического аппарата в изменяющихся условиях внешней среды [7].

По мнению Новиковой Н.Е. [7], нельзя считать оправданным отсутствие должного внимания в селекционных программах к созданию листовковых сортов гороха, которые обладают эволюционно сформированным более высоким потенциалом экологической устойчивости и урожайности.

Целью наших исследований являлась сравнительная характеристика усатых и листовковых сортов по комплексу морфологических, морфофизиологических и хозяйственно-ценных показателей в почвенно-климатических условиях Беларуси.

Материалы и методика исследований. Исследования проводили в селекционном севообороте РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в 2011-2013 гг. Объектами исследований являлись 18 листовковых и 12 усатых сортов гороха отечественного и зарубежного происхождения. Все изучаемые сорта относятся к виду *Pisum sativum* L. (горох посевной): листовковые – к *var. sativum* Shor, *var. ophalodes* Koern, *var. glaucospermum* Alef., *var. ecaducum* Makash., усатые – к *var. micolayczikii* Kuptzov N., *var. cirroso-sativum* Pashk. [10]. При этом в листовковую группу в коллекции входили и районированные в Беларуси сорта (Червенский, Богатырь чешский, WSB 1.132.128, Белорусский неосыпающийся и Натальевский), а в группу усатых – Мультик, Алесь, Эйфель и Белус.

Коллекцию высевали в 3-кратной повторности. Учетная площадь делянки – 1 м². Расстояние между сортами – 40 см, междурядье – 20 см. Глубина заделки семян – 4-6 см. В качестве стандарта использовали сорт Миллениум.

Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая (рН_{KCl} – 6,0-7,0, содержание фосфора – 212-317 мг/кг, калия – 249-278 мг/кг почвы, гумус – 2,3-2,8%). Предшественник – овес. Обработка почвы, внесение удобрений, посев и уход за посевами гороха проводили согласно отраслевому регламенту.

Фенологические наблюдения с регистрацией дат наступления основных фаз развития проводили в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [6]. Хозяйственную спелость отмечали при созревании на большинстве растений 60-70% бобов, когда их створки приобретают вид пергаментной бумаги, а семена в них затвердевают (ВВСН-90) [10]. Длину стебля измеряли в фазу созревания бобов и семян (ВВСН-80). Линейную плотность

стебля (ЛПС) по 3 растениям каждого сорта определяли в фазу цветения (ВВСН-63) путем деления массы сухого стебля на его длину.

В начальный период хозяйственной спелости растений (ВВСН-89) проводили отбор снопов (по 30 растений каждого сорта) для анализа элементов структуры урожая. Уборку гороха осуществляли вручную, а убранные растения затем были обмолочены на комбайне Неге-125С. Статистический анализ результатов исследований проводили с использованием компьютерной программы Microsoft Office Excel.

Результаты исследований и их обсуждение. Метеорологические условия в 2011-2013 гг. отличались от среднемноголетних показателей как по температурному режиму, так и по количеству выпавших атмосферных осадков. Продолжительность периода вегетации гороха в течение трех лет была разной и колебалась у листочковых сортов от 59 до 82, у усатых сортов – от 69 до 82 суток. Большинство изучаемых сортов относятся к среднеспелым. Среди листочковых сортов раннеспелым является Мутантный ранний, позднеспелыми сортами – Кудесник и Червенский.

Линейная плотность стебля (ЛПС) отражает степень развития его механических и проводящих тканей, а также количество запасных веществ [1]. Данный показатель для листочковых и усатых сортов гороха представлен в таблице. В 2011 г. этот показатель нами не определялся.

Таблица – Линейная плотность и длина стебля листочковых и усатых сортов гороха

Тип листа	2011 г.		2012 г.		2013 г.		Среднее	
	Длина стебля, см	ЛПС, мг/см						
Обычный (парноперистый)	120	–	103	44,2	94	20,4	106	32,3
Усатый	105	–	71	34,0	65	13,9	81	24,0
± обычный к усатому	15	–	32	10,2	29	6,5	25	8,3

Исследования показали, что длина стебля у листочковых сортов была в среднем на 25 см больше, чем у сортов усатого морфотипа. По линейной плотности стебля листочковые сорта на 8,3 мг/см превосходили усатые формы.

В литературе указано [2, 7], что усатый лист уступает обычному по потенциалу фотосинтеза, в связи с чем горох с обычным листом формирует большее количество запасных веществ, поэтому такие растения, как правило, более высокие. Для поддержки большого количества листочков растение формирует более мощный стебель. В 2011 г. длина стебля как листочковых, так и усатых сортов была больше, чем в другие годы. Объясняется это благоприятными условиями для протекания ростовых процессов, в то время как менее благоприятные условия 2013 г., особенно во второй половине вегетации, повлияли на увеличение длины стебля и ЛПС сортов обоих морфотипов. Наибольшую ЛПС за период исследований среди листочковых сортов имели Натальевский и Адепт, которые существенно превосходили по этому показателю сорт-стандарт Миллениум, а в группе усатых не было сорта, выделяющегося по данному показателю.

Урожайность листочковых и усатых сортов в 2011-2013 гг. представлена на рисунке 1. Установлено, что сорта листочкового морфотипа существенно превосходят по урожайности в 2011-2012 гг. сорта усатого морфотипа. В 2013 г. существенных различий по данному показателю не выявлено. В годы исследований сорт-стандарт по урожайности превосходили листочковые сорта Флагман 2 и Кудесник. Отмечено, что лучшим по урожайности семян среди усатых сортов оказался сорт Мадонна немецкой селекции, а худшим – английский сорт Filby.



Рисунок 1 – Урожайность листочковых и усатых сортов гороха в 2011-2013 гг.

Морфологический анализ растений позволил установить существенное превосходство листочковых сортов (особенно в 2012 г.) по количеству бобов на растении, что связано с возможностью таких сортов формировать большую биомассу и большее количество продуктивных узлов (рисунок 2). Стабильно большее количество бобов по сравнению с сортом-стандартом сформировали растения таких районированных листочковых сортов, как Богатырь чешский и Натальевский, у которых коэффициент корреляции этого показателя с урожайностью (r) близок к единице. Не уступал листочковым и превзошел сорт-стандарт по этому показателю усатый сорт Алесь ($r=0,98$). В 2013 г. наблюдалось значительное снижение количества бобов на растении у всех изучаемых сортов, что связано с недостаточным количеством выпавших осадков за вторую, третью декаду июня и июль. Метеоусловия 2011 г. способствовали увеличению количества бобов на растении. Растения гороха в таких условиях сформировали максимальное количество бобов.

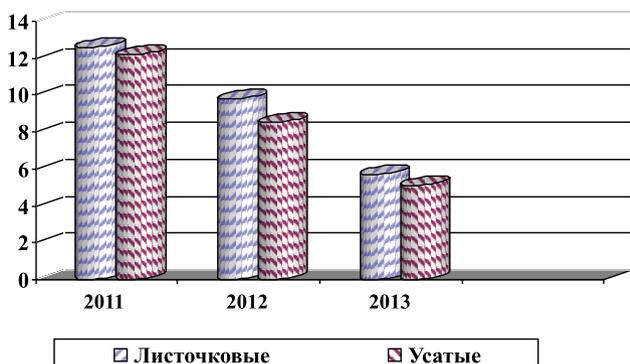


Рисунок 2 – Количество бобов на растении листочковых и усатых сортов гороха в 2011-2013 гг.

Установлено, что по количеству семян в бобе листочковые сорта в 2011 г. и 2012 г. превосходили усатые в среднем на 0,4-0,5 шт., в 2013 г. – уступили на 0,3 шт. (рисунок 3). Данный результат можно объяснить склонностью листочковых сортов к формированию длинного стебля с большим количеством продуктивных узлов и максимального количества бобов. В этом случае значительная часть ассимилятов расходовалась на рост стебля, что в неблагоприятных погодных условиях в июне-июле 2013 г. не позволило сформировать достаточное количество семян в бобе при большем количестве бобов, чем у растений усатого морфотипа.



Рисунок 3 – Количество семян в бобе листочковых и усатых сортов гороха в 2011-2013 гг.

Большее количество семян в бобе по сравнению с сортом-стандартом в течение трех лет формировали листочковые сорта Белорусский неосыпающийся, Орлан, Богатырь чешский и Червенский. Усатые сорта по этому признаку не выделялись.

Масса 1000 семян является наиболее значимым элементом структуры урожая при реализации сортом потенциала семенной продуктивности. Изучение указанного признака показало, что масса 1000 семян усатых сортов была выше, чем у листочковых в среднем на 7-10 г (рисунок 4).

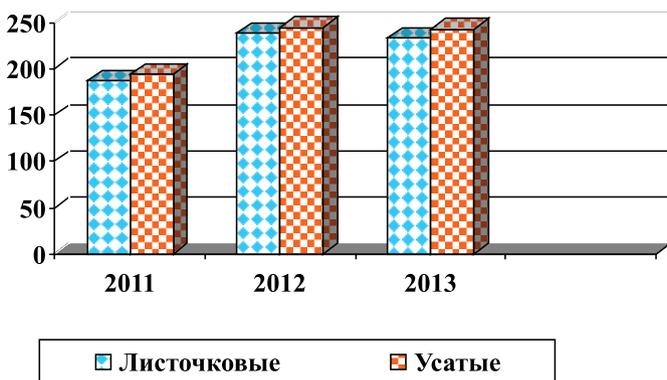


Рисунок 4 – Масса 1000 зерен листочковых и усатых сортов гороха в 2011-2013 гг.

Более крупносемянным усатым сортом по сравнению со стандартом в среднем за период исследований оказался сорт Орк, наиболее мелкосемянным – Мультик. В целом метеоусловия 2011 г. способствовали уменьшению массы 1000 семян, что можно объяснить избытком влаги в июле. Растения гороха в таких условиях формировали значительно больше бобов, что сказалось на наливе уже завязавшихся.

Выводы

1. Сорты листочкового морфотипа формируют более длинный стебель высокой линейной плотности с большим количеством продуктивных узлов и бобов по сравнению с усатым морфотипом и отличаются большей семенной продуктивностью.

2. Растения усатого гороха при любых метеоусловиях формируют несколько более крупные семена, а в условиях недостатка влаги – бобы с большим количеством семян.

3. Высокими показателями линейной плотности стебля по сравнению с сортом-стандартом характеризуются Натальевский и Адепт, урожайности – Флагман 2, Мадонна и Кудесник, количества бобов – Богатырь чешский, Натальевский и Алесь, числа семян в бобе – Белорусский неосыпающийся, Орлан, Богатырь чешский и Червенский, массы 1000 семян – Орк.

Литература

1. *Амелин, А.В.* Морфофизиологические основы повышения эффективности селекции гороха: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 03.00.12 / А.В. Амелин; ОГАУ. – М., 2001. – 46 с.
2. *Амелин, А.В.* Морфофизиологические особенности высокопродуктивных сортов гороха / А.В. Амелин [и др.] // Физиология и биохимия культурных растений. – 1987. – №2, Т. 19. – С. 133.
3. *Амелин, А.В.* Физиологические основы селекции гороха / А.В. Амелин // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – №1. – С. 51.
4. *Калюжна, Е.А.* Новий генетичний матеріал в селекції штаббово-детермінантних форм гороху посівного на Уладово-люлинецькій дослідно-селекційній станції / Е.А. Калюжна [та інш.] // Корми і кормовиробництво: наук. зб. / Відповід. ред. В.Ф. Петриченко. – Вінниця, 2010. – Вип. 66. – С. 48-50.
5. *Ковалева, И.В.* Оценка исходного материала гороха зернофуражного использования / И.В. Ковалева // Земляробства і ахова раслін. – 2008. – №2. – С. 28.
6. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (зерновые, зернобобовые, кукуруза и кормовые куль-

- туры) / Государственная Комиссия по сортоиспытанию с.-х. культур при Министерстве сельского хозяйства СССР. – Москва: Колос, 1971. – Вып. 2. – С. 79-105.
7. *Новикова, Н.Е.* Проблемы засухоустойчивости растений в аспекте селекции гороха / Н.Е. Новикова // Вестник Орел ГАУ. – 2012. – №1. – С. 55-57.
 8. Результаты испытания сортов озимых, яровых зерновых, зернобобовых и крупяных культур на хозяйственную полезность в Республике Беларусь за 2010-2012 годы: сб. / Государственная инспекция по испытанию и охране сортов растений. – Минск, 2012. – С. 159-166.
 9. *Соловьева, В.К.* Новые сорта луцильного гороха / В.К. Соловьева // Агробиология. – 1958. – №5. – С. 124-126.
 10. Унифицированный классификатор гороха *Pisum L.* / Ф.И. Привалов [и др.] / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск, 2013. – 47 с.

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF PEA VARIETIES OF DIFFERENT

MORPHOTYPES UNDER THE CONDITIONS OF BELARUS

P.A. Pashkevich, Y.I. Peshko

The results of the study of the collection of leafless and leafy pea varieties by the complex of morphological and agronomic characters are presented in the article. Physiological peculiarities of the leafless pea varieties and their possible influence on yield elements are discussed. It is established that the leafless morphotype is less resistant to moisture deficit and can lodge what complicates the harvesting of the crops very much.

УДК 631.524.84:635.656

ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИИ ОВОЩНОГО ГОРОХА

М.И. Мардилович, кандидат биологических наук
Минская ОСХОС НАН Беларуси

(Поступила 30.09.2014 г.)

Аннотация. В статье представлены результаты изучения коллекционного материала гороха, включающего 83 сортообразца, выделены наиболее ценные из них по семенной продуктивности, определены доно-