

АБИОТИЧЕСКИЕ СТРЕСС-ФАКТОРЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА НАКОПЛЕНИЕ АССИМИЛЯТОВ РАСТЕНИЯМИ И УРОЖАЙНОСТЬ ОВОЩНОГО ГОРОХА

DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-51-59

УДК 653.656:581.1.045:631.559

Поступление/Received: 13.03.2019

Принято/Accepted: 10.06.2019

О. В. ПУТИНА, А. Г. БЕСЕДИН

Крымская опытно-селекционная станция ВИР филиал
Всероссийского института генетических ресурсов
растений имени Н. И. Вавилова (ВИР),
353384 Россия, Краснодарский край, г. Крымск,
ул. Вавилова, 12;
✉ kross67@mail.ru

ABIOTIC STRESSORS AND THEIR EFFECT ON THE
ACCUMULATION OF ASSIMILATES BY PLANTS AND
THE YIELD OF VEGETABLE PEA

O. V. PUTINA, A. G. BESEDIN

Krymsk Experiment Breeding Station, branch
of the N. I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic
Resources (VIR),
12 Vavilova Street, Krymsk,
Krasnodar Territory 353384, Russia;
✉ kross67@mail.ru

Актуальность. Абиотические стрессовые факторы, такие как продолжительные засушливые условия, переизбыток или недостаток в обеспеченности влагой, заморозки и т. д., стихийны, и их воздействие наносит существенный ущерб растениям. Это актуально и для культуры овощного гороха обычного и безлисточкового (усатого) морфотипов, которые наиболее широко используются в производственных посевах. **Объекты.** Исследовали 11 сортов с обычным типом листа (обычный морфотип) и 6 с усатым (безлисточковый морфотип). **Материалы и методы.** Опыты проводили на селекционных полях Крымской ОСС ВИР (Краснодарский край, 2015–2016 гг.). Площадь делянки – 10 м². Повторность опыта трехкратная. Содержание сухих веществ определяли методом высушивания надземных частей растений (осевые органы, листовой аппарат [лист, прилистники], цветки, лопатки, створки боба, зерно) до постоянной сухой массы при температуре 105°C. Сравнение показателей содержания сухих веществ проводили используя *t*-test. При оценке урожайности сортов овощного гороха применяли многофакторный дисперсионный анализ (Factorial ANOVA, LSD-test). **Результаты.** Растения овощного гороха подвержены негативному влиянию абиотических стрессовых факторов. При избыточном увлажнении в начальный период роста у растений отмечено снижение накопления сухих веществ. Подобный эффект оказывает продолжительное отсутствие осадков в межфазный период «растение с 2–3 листьями – техническая спелость». Влияние погодных условий выращивания на урожайность овощного гороха составило 13,3%, а взаимодействие факторов «генотип * среда» – 33,3%. **Заключение.** Между группами сортов с обычным типом листа и с усатым по содержанию сухих веществ в надземной биомассе растений и урожайности значимой разницы не выявлено. За два года исследований выделены сорта, превосходящие стандарты по урожайности: 'Прима' (и-155213, Россия) и 'Амбассадор' (к-9946, Германия) обычного морфотипа.

Ключевые слова: овощной горох, обычный и усатый тип листа, засушливые условия, накопление сухих веществ, урожайность.

Background. Abiotic stressors, such as prolonged dry conditions, oversupply or lack of moisture, frost, etc., are spontaneous, and their impact causes significant damage to plants. This is also true for the common and leafless morphotypes of vegetable pea, which are most widely used in large-scale crop production. **Objectives.** Eleven cultivars with leaves of the usual type (common morphotype) and 6 semi-leafless ones (leafless morphotype) were studied. **Materials and methods.** The experiments were performed on the breeding fields of Krymsk Experiment Breeding Station of VIR (Krasnodar Territory, 2015–2016). The plot area was 10 m². There were 3 replications. Dry matter content was measured by drying the aerial parts of plants (axial organs, foliar apparatus [leaf, stipules], flowers, unripe beans, pod valves, grain) to constant dry matter at 105°C. Dry matter contents were compared using the *t*-test. Multifactorial analysis of variance (MANOVA, LSD test) was used to assess the yield of vegetable pea cultivars. **Results.** Vegetable pea plants are subject to the negative effect of abiotic stressors. With excessive moisture in the initial period of growth, there was a decrease in the accumulation of dry matter in plants. A similar effect is exerted by long absence of precipitation during the growth period of vegetable pea plants from the phase of 2–3 leaves to technical ripeness. The effect of weather conditions during cultivation on the yield of vegetable peas was estimated at 13.3%; and the interaction of the genotype*environment factors, at 33.3%. **Conclusion.** No significant differences were observed between the groups of common leafy cultivars and semi-leafless ones in the content of dry matter in the aboveground biomass of plants and the yield. During the two years of research, the cultivars that exceeded the reference in yield were identified: 'Prima' (i-155213, Russia) and 'Ambassador' (k-9946, Germany), both belonging to the common morphotype.

Key words: vegetable peas, common and semi-leafless types, dry conditions, accumulation of dry matter, yield.

Введение

При возделывании основных культур (рожь, пшеница, кукуруза, рис) в сельскохозяйственных районах мира, все чаще наблюдаются неблагоприятные погодные явления, при которых проявляется тенденция к снижению их урожайности. Моделирование дальнейшего изменения климата показало увеличение числа природных аномалий (Akumaga et al., 2018; Schleussner et al., 2018). Одним из факторов, повышающих устойчивость растений к неблагоприятным условиям среды, является целенаправленная селекция на повышение адаптивной способности генотипов (O'Leary et al., 2018). В связи с этим все большую значимость приобретают исследования адаптивных реакций у растений и возможность их генетического наследования (Pathak et al., 2018; Dresselhaus, Hüchelhoven, 2018).

Овощной горох не относится к основным сельскохозяйственным культурам, и тем не менее он занимает важное место в питании человека. В семенах гороха с мозговой поверхностью присутствуют незаменимые аминокислоты: треанин (более 3% от абсолютно сухой массы), валин (4%), метионин (0,34–0,51%), изолейцин (3%), лейцин (6%), фенилаланин (4,70–5,16%), лизин (6,78–7,34%) (Yankovskaya et al., 2008). Крахмал овощных сортов гороха имеет низкую биодоступность в связи с высоким содержанием в нем амилозы (Guillon, Champ, 2002; Andreev et al., 2014). Благодаря этому свойству его используют в пищевой промышленности при разработке диетических продуктов (Shelepina, 2016; Kolesnik, 2017). Для питания человека овощной горох пригоден в свежем виде, а также после его переработки – консервирования, заморозки или сушки.

Вместе с повышенной диетической ценностью растения гороха овощного должны быть пригодны для механизированной технологии выращивания. В целях повышения технологичности сортов, придания устойчивости ценоза к полеганию в производстве все чаще используют сорта с усатым типом листа (безлисточковый морфотип). При этом остается дискуссионным вопрос об уровне продуктивности растений безлисточкового морфотипа в сравнении с обычным. Результаты многолетних исследований растений гороха разных морфотипов (Novikova et al., 2011; Agarkova et al., 2016) показали, что накопление большого числа рецессивных мутаций в одном генотипе вызывает снижение продуктивности и повышение его чувствительности к неблагоприятным факторам среды. Некоторыми авторами проводились исследования изогенных линий разных морфотипов. Изначально был установлен негативный плейотропный эффект рецессивной мутации гена *Afila* на продуктивность и ее элементы (Snoad et al., 1985); позже в исследованиях (Goldman, Critton, 1992; Kof et al., 2006; Oorzhak, 2010) показано, что разница между растениями обычного и безлисточкового морфотипов незначительна. Данные исследования проводились на интактных растениях в условиях защищенного грунта. Поэтому требует уточнения вопрос о разнице в реакции морфотипов на неблагоприятные абиотические факторы в условиях открытого грунта.

В Российской Федерации основным по выращиванию и переработке овощного гороха является Северо-Кавказский регион. Здесь же начиная с 30-х годов прошлого века занимаются его селекцией. Традиционно основным направлением работы было создание сортов овощного гороха с высоким уровнем урожайности зеленого горошка (Drozd, 1956; Besedin, 2015). Однако считается, что совре-

менные сорта способны реализовать биологический потенциал продуктивности при выращивании по интенсивным технологиям и в настоящее время для селекции более важно создавать генотипы, слабо реагирующие на изменение агроэкологических условий (Kilchevsky, 2005; Zhuchenko, 2012; Dragavtsev et al., 2016).

Наименее стабильными и предсказуемыми внешними стресс-факторами можно считать климатические показатели, которые в последнее годы сильно отклоняются от среднелетних данных. Низкие температуры на ранних стадиях развития гороха могут привести к гибели проростков (Kondakova et al., 2016). Гипертермия в период цветения и налива бобов вызывает снижение жизнеспособности пыльцы и завязываемости семян, абортацию цветков и бобов (Jeuffroy et al., 1990; Jiang et al., 2019). Большое количество осадков, приводящее к заболачиванию почвы, угнетает растения гороха, которые слабоустойчивы к недостатку кислорода и не имеют активной защиты к данному стресс-фактору (Ershova et al., 2009; 2011). Существенное торможение ростовых процессов, снижение содержания хлорофилла в листьях и миграцию корней в более глубокие горизонты почвы инициируют засушливые условия (Novikova, Lakhanov, 2002; Benjamin, Nielsen, 2006; Arshad et al., 2008; Omelyanyuk, Asanov, 2013; Osman, 2015). По разным данным, потери урожая гороха от воздействия абиотических стрессовых факторов могут достигать 42–87% (Belford et al., 1980; Amelin, Petrova, 2006; и др.). Согласно этому, необходим поиск генотипов, способных формировать стабильно высокий урожай при различных климатических условиях.

Эффективный отбор возможен при наличии широкой генетической базы исходного материала, различного по эколого-географическому происхождению, биохимическому составу, фено-, морфо- и физиологическим признакам, с высоким биоэнергетическим и адаптивным потенциалом (Zhuchenko, 2012; Vishnyakova, 2015). Ведение отбора перспективных родительских форм в меняющихся средах условий – актуальный и необходимый метод селекции, позволяющий в дальнейшем создавать рекомбинантные генотипы с высокой адаптивной способностью.

Таким образом, *цель наших исследований* заключалась в выявлении реакций растений овощного гороха обычного (традиционный тип листа) и безлисточкового (усатый тип листа) морфотипов на неблагоприятные условия среды и выделении ценных образцов для селекции.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в 2015–2016 гг. в Краснодарском крае (г. Крымск, Россия) на селекционном участке Крымской опытно-селекционной станции ВИР (КОСС ВИР) – филиале Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР). Почвы – слитые и деградированные черноземы глинистого механического состава.

Объектами выступали сорта и линии (табл. 3) овощного гороха с мозговой поверхностью семян: 11 обычного и 6 безлисточкового морфотипов из коллекции генетических ресурсов ВИР. Растения с усатым типом листа (безлисточковый морфотип) имели хорошо развитые прилистники, при этом листочки сложного листа модифицированы в усики (генотип *afafStSt*). Образцы для изучения высевали сеялкой СКС-6-10 27 марта в 2015 г. и 29 марта в 2016 г.; площадь делянки – 10 м².

Учетная площадь составила 0,25 м², повторность опыта трехкратная. За стандарты принимали районированные для данного региона сорта селекции Крымской опытно-селекционной станции (ОСС) ВИР: 'Альфа', 'Беркут', 'Адагумский', 'Исток'.

Содержание сухих веществ в надземной биомассе растений (г/м²) учитывали при прохождении фенофаз: растение с 2-3 листьями, цветение, техническая спелость. Растения срезали с учетной площади и в лабораторных условиях разделяли на части (осевые органы, листовой аппарат [лист, прилистники], цветки, лопатки, створки боба, зерно). Далее части растений измельчали и высушивали в сушильном шкафу до постоянной сухой массы, при температуре 105°C, после чего ее взвешивали. Общее содержание сухих веществ определяли путем суммирования массы ассимилятов частей растений.

За «лист» у обычного морфотипа принимали черешок с листочками и усиками, у безлисточкового – черешок с усиками. «Лопаткой» считали невыполненные бобы к моменту наступления фазы «техническая спелость».

Математическую обработку применяли используя программы Statistica 10 и Microsoft Office Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Наблюдая характер изменения содержания сухих веществ в растениях овощного гороха обычного и безлисточкового морфотипов, мы установили, что в условиях 2015 года до образования на растениях 2-3 листьев на листовой аппарат (ЛА) сортов традиционного морфотипа, в сравнении с безлисточковым, приходилось значительно больше ассимилятов (на 2,3 г/м², по результатам *t*-теста [independent samples] при *p* < 0,05). По остальным параметрам в изучаемые фазы развития («растение с 2-3 листьями», «цветение», «техническая спелость») и годы исследований (2015 и 2016) разницы между морфотипами не выявлено. Это дает основания полагать, что в растениях овощного гороха обычного и безлисточкового морфотипов накапливается сопоставимое количество ассимилятов при различных погодных условиях.

2015 год в период от посева до появления на растениях 2-3 листьев был с избыточным увлажнением, сумма осадков составила 77,6 мм., гидротермический коэффициент ($ГТК = \frac{\sum_{t > 10^{\circ}C} \text{осадков, мм} \times 10}{\sum_{t > 10^{\circ}C} t}$) находился на уровне 6,0 при оптимальном значении 1,2 (Vishnyakova et al., 2010). В 2016 году в аналогичный период сумма активных температур больше 10°C была выше на 78,5°C, а сумма осадков составила 35,2 мм; ГТК равнялся 1,7. Избыточное увлажнение в 2015 году вызвало снижение содержания сухих веществ в надземной части растений овощного гороха изучаемых морфотипов,

как общего, так и в отдельных органах (табл. 1).

Изменения коснулись и распределения сухих веществ между частями растений. В 2015 году на осевые органы приходился более высокий процент ассимилятов: для растений с обычным типом листа разница составила 15,4%, для растений с усатым типом листа – 22,9% (см. табл. 1). Между морфотипами также отмечены небольшие отличия. В оба года изучения у безлисточкового, в сравнении с обычным, на листовой аппарат приходился меньший процент ассимилятов. В 2015 году разница составила 10,2%, в 2016 – 3,2%.

Таким образом, в благоприятных погодных условиях на ранних этапах роста у растений овощного гороха более интенсивно формируется листовой аппарат, благодаря которому накапливается больше сухих веществ в надземной биомассе.

Межфазный период «растение с 2-3 листьями – цветение» в 2015 году проходил в условиях сильной засухи, осадков практически не выпадало, ГТК для большинства сортов находился в пределах от 0,2 до 0,6. В 2016 году данный период был менее засушливым, ГТК для большинства сортов составил 0,7–0,9. Осадки выпадали равномерно, за счет чего условия для роста и развития растений овощного гороха были более благоприятными, чем в 2015 году, что отразилось на накоплении ассимилятов. Общее содержание сухих веществ в растениях и их частях было ниже в засушливых условиях 2015 года. Статистически значимо (при *p* < 0,05) эта разница подтверждается у группы сортов с обычным типом листа (см. табл. 1). Группа безлисточкового морфотипа была меньше, а индивидуальная реакция сортов на стресс-факторы внутри нее очень отличалась, в связи с чем эта разница математически не подтвердилась, однако, по данным, представленным в таблице 1, она четко прослеживается.

Рассматривая процентное соотношение сухих веществ между надземными частями растений овощного гороха, отмечено, что в засушливых условиях 2015 года, сложившихся в межфазный период «растение с 2-3 листьями – цветение» в листовом аппарате их накапливалось меньше, если сравнить с 2016 годом. Небольшая разница в распределении ассимилятов между органами растений наблюдалась при сравнении морфотипов между собой. Так, в оба года изучения у безлисточкового, в сравнении с обычным, на листовой аппарат приходился более высокий процент ассимилятов (в 2015 году на 4%, в 2016 на 5%). При этом собственно на лист отводилась соразмерная часть сухих веществ (см. табл. 1). Разница отмечена в количестве ассимилятов, приходящихся на прилистники, которое выше у растений с усатым типом листа на 5% в 2015 году и на 4% – в 2016 году.

Таблица 1. Содержание сухих веществ в надземной биомассе растений овощного гороха обычного и безлисточкового морфотипов в разные фазы вегетации; г/м² (%) (Крымская ОСС ВИР; 2015, 2016 г.)

Table 1. The content of dry matter in the aboveground biomass of common pea plants and semi-leafless ones in different phases of ontogenesis; g/m² (%) (Krymsk Experiment Breeding Station of VIR; 2015, 2016)

ЧАСТЬ РАСТЕНИЯ	ТРАДИЦИОННЫЙ МОРФОТИП		БЕЗЛИСТОЧКОВЫЙ МОРФОТИП	
	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.
РАСТЕНИЕ С 2-3 ЛИСТЬЯМИ				
ОСЕВЫЕ ОРГАНЫ	3,6 (34,8)	2,6* (19,4)	3,7 (45,5)	2,7 (22,6)
ЛИСТОВОЙ АППАРАТ	6,7 (65,2)	10,6* (80,6)	4,4 (54,5)	9,4* (77,4)
ОБЩЕЕ	10,3 (100,0)	13,1* (100,0)	8,0 (100,0)	12,1 (100,0)

ЧАСТЬ РАСТЕНИЯ	ТРАДИЦИОННЫЙ МОРФОТИП		БЕЗЛИСТОЧКОВЫЙ МОРФОТИП	
	2015 г.	2016 г.	2015 г.	2016 г.
ЦВЕТЕНИЕ				
ОСЕВЫЕ ОРГАНЫ	88,5 (34,1)	119,3* (33,0)	80,9 (30,0)	112,4 (28,3)
ПРИЛИСТНИКИ	62,8 (24,2)	86,5* (23,9)	78,9 (29,2)	110,5 (27,8)
ЛИСТ	99,1 (38,2)	146,0* (40,4)	100,3 (37,2)	162,8 (41,0)
ЦВЕТКИ	9,3 (3,6)	9,7 (2,7)	9,6 (3,6)	11,6 (2,9)
ОБЩЕЕ	259,6 (100,0)	361,5* (100,0)	269,6 (100,0)	397,2 (100,0)
ТЕХНИЧЕСКАЯ СПЕЛОСТЬ				
ОСЕВЫЕ ОРГАНЫ	96,5 (16,9)	156,9* (19,5)	74,5 (14,7)	123,0* (16,4)
ПРИЛИСТНИКИ	62,2 (10,9)	79,4* (9,9)	65,3 (12,9)	86,2* (11,5)
ЛИСТЬЯ	103,9 (18,2)	156,4* (19,5)	85,1 (16,8)	134,6* (18,0)
ЛОПАТКИ	14,8 (2,6)	50,3* (6,3)	9,1 (1,8)	38,6* (5,1)
СТВОРКИ БОБА	112,3 (19,7)	139,8 (17,4)	91,7 (18,1)	129,3* (17,3)
ЗЕРНО	181,6 (31,8)	220,3 (27,4)	182,2 (35,9)	237,5 (31,7)
ОБЩЕЕ	571,2 (100,0)	803,0* (100,0)	507,8 (100,0)	749,2* (100,0)

*отмечены показатели, значимо отличающиеся по годам (по результатам *t*-тестов; Grouping: год (Spreadsheet1), Group 1: 2015; Group 2: 2016, при $p < 0,05$)

*parameters significantly differing by years (according to the results of *t*-tests; Grouping: year (Spreadsheet1), Group 1: 2015; Group 2: 2016, at $p < 0.05$)

Следовательно, при засушливых условиях в период активного вегетативного роста у растений овощного гороха накапливается меньше ассимилятов в листовом аппарате и надземной биомассе, чем при более благоприятном сочетании факторов среды. В период цветения на листовую аппарат безлисточкового морфотипа, в сравнении с обычным, приходится более высокий процент ассимилятов за счет большей их концентрации в прилистниках.

В 2015 году за весь период «цветение – техническая спелость» осадки, превышающие 5 мм, зафиксированы один раз (31 мая) и составили 45 мм. Следует отметить, что осадки более 20 мм слабо усваиваются растениями и не приносят положительного эффекта, однако они учитываются при расчете ГТК, показатели которого составили 2,1–2,4, что соответствует избыточному увлажнению. По факту, условия были засушливыми. Данный период в 2016 году проходил в условиях избыточного увлажнения, осадки выпадали часто и составили 65,9–122,7 мм. Таким образом, погодные условия периода вегетации гороха «цветение – техническая спелость» как в 2015, так и в 2016 году не являлись оптимальными.

При недостаточной влагообеспеченности в 2015 году в растениях гороха изучаемых морфотипов накоплено значимо меньше ассимилятов и в надземной биомассе и в вегетативных органах (см. табл. 1; осевые органы, лист, прилистники). Избыточное увлажнение в 2016 году привело к увеличению закладки продуктивных узлов, о чем свидетельствует рост сухой массы, приходящейся на лопатки, в 3,4 раза для растений обычного морфотипа и в 4,3 раза – для безлисточкового, в сравнении с показателями за 2015 год.

При фактической засухе, сложившейся на протяжении периода «цветение – техническая спелость» в 2015 году, деление сухих веществ между органами растений гороха несколько отличалось от их распределения в более благоприятных условиях 2016 года. В 2015 году на продуктивные органы (створки боба и зерно) при-

ходил более высокий процент ассимилятов (на 7% для обычного морфотипа и на 5% для безлисточкового). Тогда как в осевых органах и лопатках содержался меньший процент пластических веществ, чем в 2016 году.

Анализ распределения ассимилятов между надземными частями растений изучаемых морфотипов показал, что у безлисточкового, в сравнении с обычным, в оба года изучения более высокий процент пластических веществ приходился на зерно, а низкий – на осевые органы. Процент сухих веществ, приходящийся на листовую аппарат изучаемых морфотипов, ежегодно был одинаковым, разница наблюдалась в характере их деления между частями ЛА. В прилистниках растений с усатым типом листа содержался более высокий процент сухих веществ (43% от сухой массы ЛА в 2015 году и 39% – в 2016), чем в прилистниках представителей обычного морфотипа (37 и 34% соответственно).

Избыточное увлажнение в период «цветение – техническая спелость» стимулирует продолжение роста растений овощного гороха, закладку новых продуктивных узлов и образование бобов в ущерб их созреванию. В результате активных ростовых процессов в растениях накапливается больше пластических веществ, чем при засушливых условиях среды.

Полученные результаты по содержанию сухих веществ в надземной биомассе подтверждают, что растения овощного гороха восприимчивы к воздействию абиотических стресс-факторов внешней среды; при этом сорта разных морфотипов имеют схожую реакцию на их изменение. Однако нами отмечено, что у растений безлисточкового морфотипа показатели изменились в большей степени. Так, общее содержание сухих веществ у растений обычного морфотипа увеличилось в фазу «растение с 2–3 листьями» в 2016 году по сравнению с 2015 на 26,9%, в фазу «цветение» – на 39,2% и в фазу «техническая спелость» – на 40,6%, тогда как у безлисточкового эти показатели были равны 50,4%, 47,3 и 47,5 соответственно.

Стрессовые условия, сложившиеся на протяжении всего

вегетационного периода растений овощного гороха в 2015 году, могли повлиять не только на физиологические процессы накопления и распределения ассимилятов между надземными частями растений, но и на урожай «зеленого горошка». Применяемые различные методы математического анализа позволили установить, что степень воздействия средовых факторов на продуктивность растений овощного гороха составляет 12,7%, тогда как взаимодействие факторов «генотип» и «среда» – 39,2% (Abrosimova, Fadeeva, 2015). Другие исследования показали влияние

среды от 69 до 71% на массу бобов с растения, количество бобов на растении, массу семян с растения (Kuzmina et al., 2016). По результатам наших исследований подтверждена значимость влияния сортов (Фактор А), погодных условий года (Фактор Б) и их взаимодействия на урожайность овощного гороха (табл. 2, при $p < 0,05$). Наибольшая доля в общей изменчивости урожайности «зеленого горошка» отмечена при взаимодействии факторов «генотип» и «среда» (33,3%); влияние каждого отдельного фактора было ниже: 25,5 и 13,3% соответственно.

Таблица 2. Результаты многофакторного дисперсионного анализа (MANOVA) по выявлению доли влияния факторов на урожайность овощного гороха в фазу технической спелости (Крымская ОСС ВИР; 2015, 2016 г.)

Table 2. The results of multifactorial analysis of variance (MANOVA) to identify the share of the factor-induced effect on the yield of vegetable peas in the technical ripeness phase (Krymsk Experiment Breeding Station of VIR; 2015, 2016)

Источник вариации	SS	Df	MS	F	p
Генотип (Фактор А)	1,65	16	0,10	3,91	$3,79 \times 10^{-5}$
Среда (Фактор Б)	0,86	1	0,86	32,71	$0,03 \times 10^{-5}$
Взаимодействие «генотип*среда»	2,15	16	0,13	5,10	$0,09 \times 10^{-5}$

SS – сумма квадратов, Df – число степеней свободы, MS – среднее квадратичное отклонение, F – значение критерия Фишера, p – уровень значимости

SS – sum of squares; Df – number of degrees of freedom; MS – standard deviation; F – F-test value; p – level of significance

Оценка групп сортов обычного морфотипа и безлисточкового по урожайности «зеленого горошка» в оба года изучения показала отсутствие между ними значимой разницы (рис. 1, результаты *t*-теста (independent samples) при $p = 0,05$). Поэтому дальнейший анализ мы проводили, сравнивая сорта с обычным и усатым типом листа со стандартами, относящимися к обычному морфотипу.

Графическое отображение урожайности овощно-

го гороха (рис. 2) наглядно демонстрирует, что в засушливых условиях 2015 года показатели практически всех сортов были ниже по сравнению с данными за 2016 год. Значимая разница урожайности «зеленого горошка» выявлена у сортов: ранней группы созревания 'Асана' (+0,6 кг/м², по результатам Factorial ANOVA, LSD test, при $p < 0,05$), 'Прима' (+1,0), 'Стайл' (ус. л., +0,4); средне-ранней – 'Бинго' (ус. л., +0,3) и среднепоздней – 'Парус' (ус. л., +0,4).

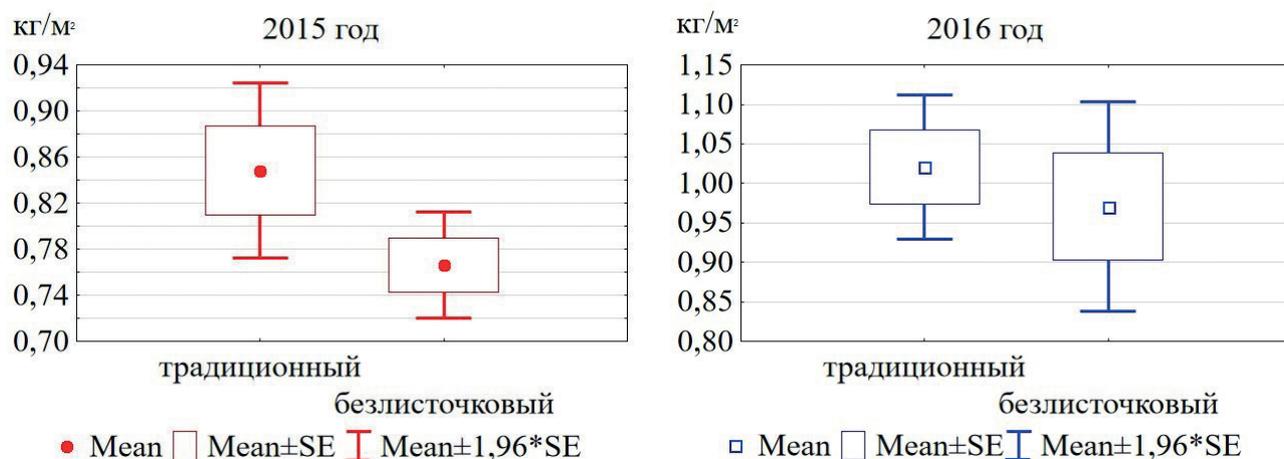


Рис. 1. Урожайность сортов овощного гороха обычного и безлисточкового морфотипов в 2015, 2016 г. (Крымская ОСС ВИР)

Примечание: Mean – среднее, SE – стандартная ошибка среднего).

Fig. 1. Yield of vegetable pea cultivars of common leafy and semi-leafless morphotypes in 2015 and 2016 (Krymsk Experiment Breeding Station of VIR)

Note: SE – standard error

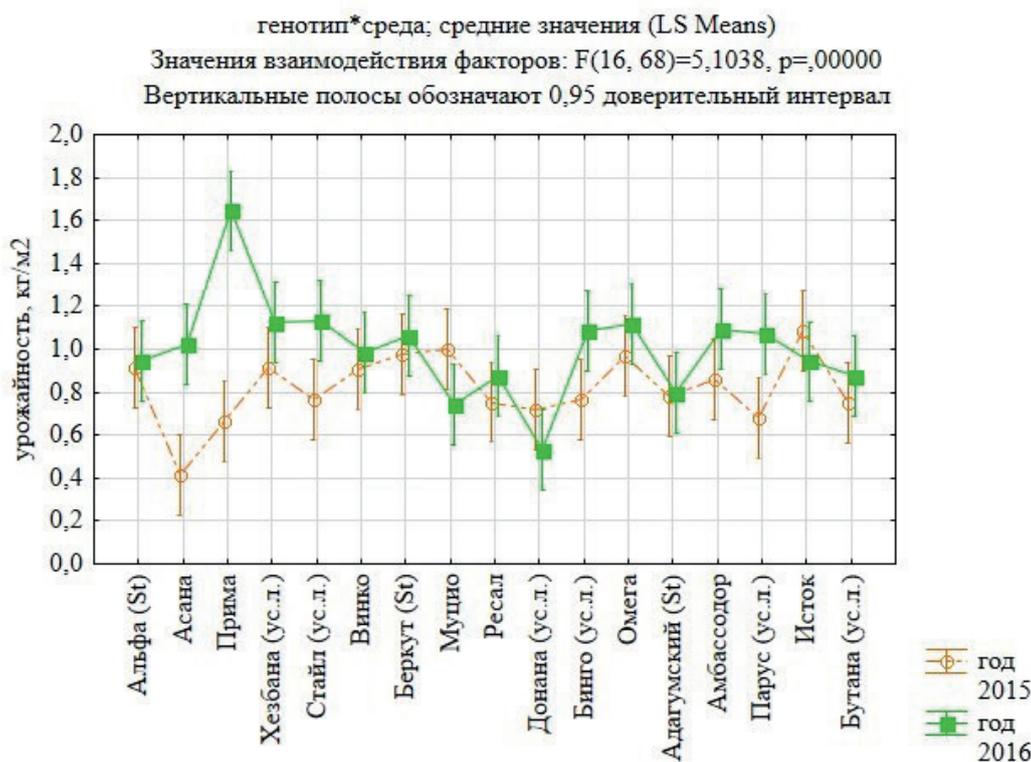


Рис. 2. Взаимодействие факторов «генотип» и «среда» по урожайности овощного гороха в фазу технической спелости, 2015, 2016 г. (Крымская ОСС ВИР)

Fig. 2. Interaction of the 'genotype' and 'environment' factors in the context of the yield of vegetable peas in the technical ripeness phase; 2015, 2016 (Krymsk Experiment Breeding Station of VIR)

Как отмечалось ранее, в 2015 году большая часть вегетационного периода овощного гороха всех групп спелости проходила в условиях сильной засухи, поэтому большинство сортов по уровню урожайности не отличались от стандартов. Значимая разница наблюдалась у сортов 'Асана' (табл. 3; $-0,5 \text{ кг/м}^2$ к стандарту 'Альфа', LCD test, при $p < 0,05$) и 'Бутана' (ус. л. $-0,3 \text{ кг/м}^2$ к стандарту 'Исток'). 2016 год был более благоприятным для роста и развития растений, однако в период налива бобов у растений сортов от среднеранней группы до средне-

поздней выпало большое количество осадков, это вызвало заболачивание почвы и рост грибковых заболеваний, от которых наиболее сильно пострадал сорт 'Донана' безлисточкового морфотипа. Значимо отличались от стандартов по уровню урожайности следующие сорта: в группе раннего срока созревания - 'Прима' ($+0,7 \text{ кг/м}^2$ к стандарту 'Альфа'); среднераннего - 'Муцио' ($-0,3$ к стандарту 'Беркут') и 'Донана' (ус. л., $-0,53$), среднеспелого - 'Амбассадор' ($+0,3 \text{ кг/м}^2$ к стандарту 'Адагумский') и 'Парус' (ус. л. $+0,3$).

Таблица 3. Урожайность сортов овощного гороха обычного и безлисточкового морфотипов (Краснодарский край, 2015, 2016 г.)

Table 3. The yield of vegetable pea cultivars of common leafy and semi-leafless morphotypes (Krasnodar Territory; 2015, 2016)

№	Название сорта	ГС	№ каталога ВИР	Страна происхождения	Урожайность, кг/м ²		
					2015 г.	2016 г.	x_{cp}
1	Альфа (St)	1	к-7071	Россия	0,92	0,94	0,93
2	Асана	1	к-9944	Нидерланды	0,42*	1,02	0,72*
3	Прима	1	и-155213	Россия	0,66	1,65*	1,15*
4	Хезбана (ус. л.)	1	к-9812	Нидерланды	0,91	1,13	1,02
5	Стайл (ус. л.)	1	к-9814	США	0,77	1,13	0,95
6	Винко	1	к-9813	Нидерланды	0,91	0,98	0,95
7	Беркут (St)	2	к-8856	Россия	0,98	1,07	1,02
8	Муцио	2	к-9815	Нидерланды	1,00	0,74*	0,87
9	Ресал	2	к-9818	Нидерланды	0,75	0,88	0,82*
10	Донана (ус. л.)	2	к-9945	Нидерланды	0,72	0,53*	0,62*

№	Название сорта	ГС	№ каталога ВИР	Страна происхождения	Урожайность, кг/м ²		
					2015 г.	2016 г.	x _{ср}
11	Бинго (ус. л.)	2	к-9820	Нидерланды	0,77	1,09	0,93
12	Омега	2	к-9819	Турция	0,97	1,12	1,04
13	Адагумский (St)	3	к-7216	Россия	0,78	0,80	0,79
14	Амбассадор	3	к-9946	Германия	0,86	1,09*	0,98*
15	Парус (ус. л.)	3	к-9350	Россия	0,68	1,07*	0,88
16	Исток (St)	4	к-9353	Россия	1,09	0,94	1,01
17	Бутана (ус. л.)	4	к-9947	Нидерланды	0,75*	0,87	0,81*
	ср. знач.				0,82	1,00**	0,91

Примечание: St – стандарт; (ус. л.) – безлисточковый морфотип

ГС (группа спелости): 1 – ранняя, 2 – среднеранняя, 3 – среднеспелая, 4 – среднепоздняя;

* – значения значительно отличающиеся от стандарта; ** – значимые отличия по годам, по результатам двухфакторного дисперсионного анализа с использованием критерия наименьшей существенной значимости (Factorial ANOVA, LSD test), при $p < 0,05$

Note: St – reference; (ус.л.) – semi-leafless morphotype

ГС (group of ripeness): 1 – early, 2 – mid-early, 3 – medium, 4 – mid-late;

* – values significantly differing from the reference; ** – significant differences by years according to the results of a two-factor analysis of variance using the least significance criterion (Multifactorial ANOVA, LSD test), at $p < 0.05$

Согласно анализу двухлетних данных (см. табл. 3), по урожайности «зеленого горошка» значимо превзошли стандарты сорта 'Прима' (и-155213, Россия) и 'Амбассадор' (к-9946, Германия). Показатели сортов 'Асана' (к-9944, Нидерланды), 'Ресал' (к-9818, Нидерланды), 'Донана' (ус. л., к-9945, Нидерланды), 'Бутана' (ус. л., к-9947, Нидерланды) значимо уступали значениям сортов-стандартов селекции Крымской ОСС ВИР.

Закключение

Избыточное увлажнение на начальных этапах роста растений овощного гороха вызывало угнетение формирования листового аппарата и снижение содержания сухих веществ. Засушливый период при активном вегетативном росте и закладке генеративных органов привел к уменьшению накопления пластических веществ в листовом аппарате и надземной биомассе в сравнении с показателями при благоприятном сочетании погодных факторов. Избыточное увлажнение в период цветения и налива бобов спровоцировало активацию ростовых процессов, закладку новых репродуктивных органов и задержку налива бобов.

Реакция на неблагоприятные погодные условия у растений овощного гороха обычного и безлисточкового морфотипов носила общий характер. В неблагоприятных условиях 2015 года растениями изучаемых морфотипов в фазы «растение с 2–3 листьями», «цветение», «техническая спелость» было накоплено значительно меньше ассимилятов, и уровень их урожайности был значительно ниже. Между группами сортов обычного морфотипа и безлисточкового в оба года изучения по содержанию

сухих веществ и уровню урожайности значимой разницы не выявлено.

На начальном этапе роста у растений овощного гороха безлисточкового морфотипа, в сравнении с обычным, при недостаточно сформированном листовом аппарате более развиты осевые органы, способные к фотосинтезу. В фазу цветения листового аппарата безлисточкового морфотипа разрастается и по доле сухих веществ, приходится на него, превышает данный показатель у обычных растений. Распределение ассимилятов в фазу технической спелости свидетельствует о том, что в растениях с усатым типом листа больше сухих веществ направляется в зерно, тогда как в осевые органы – меньше. Процент сухих веществ, приходится на листовую аппарат у изучаемых морфотипов, становится сопоставимым. Также нами отмечено, что у безлисточкового морфотипа в структуре листового аппарата на прилистники расходуется более высокий процент ассимилятов. Таким образом, указанные изменения позволяют растениям безлисточкового морфотипа продуцировать сопоставимое с обычным количество сухих веществ и формировать урожай на его уровне.

По результатам двухлетних данных выявлены два сорта: 'Прима' (и-155213, Россия) и 'Амбассадор' (к-9946, Германия), значимо превышающие стандарты по урожайности «зеленого горошка».

Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану ВИР по теме 0662-2019-0002 «Научное обеспечение эффективного использования мирового генофонда зернобобовых культур и их диких родичей коллекции ВИР».

References/Литература

- Abrosimova T.N., Fadeeva A.N. Adaptive capacity and breeding value of vegetable varieties from the pea collection (Adaptivnaya sposobnost i selektsionnaya tsennost kollektсии ovoshchnykh sortov gorokha). *Vegetable Crops of Russia*. 2015;1(26):27-30. [in Russian] (Абросимова Т.Н., Фадеева А.Н. Адаптивная способность и селекционная ценность коллекции овощных сортов гороха. *Овощи России*. 2015;1(26):27-30).
- Agarkova S.N., Novikova N.E., Belyaeva R.V., Golovina E.V.,

- Belyaeva Zh.A., Tsukanova Z.R., Mitkina N.I. Features of the formation of productivity and adaptive reactions in leguminous crop varieties with recessive alleles of genes (Osobennosti formirovaniya produktivnosti i adaptivnykh reaktsiy u sortov zernobobovykh kultur s resessivnymi alleleymi genov). *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*. 2016;177(2):22-39. [in Russian] (Агаркова С.Н., Новикова Н.Е., Беляева Р.В., Головина Е.В., Беляева Ж.А., Цуканова З.Р., Митькина Н.И. Особенности формирования продуктивности и адаптивных реакций у сортов зернобобовых культур с рецессивными аллелями генов.

- Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции.* 2016;177(2):22-39. DOI: 10.30901/2227-8834-2016-2-22-39
- Akumaga U., Tarhule A., Piani C., Traore B., Yusuf A.A. Utilizing process-based modeling to assess the impact of climate change on crop yields and adaptation options in the Niger river basin, West Africa. *Agronomy*. 2018;8(2):11. DOI:10.3390/agronomy8020011
- Amelin A.V., Petrova S.N. Features of climate change on the territory of Orel Province over the past 100 years and their impact on the development of crop production in the region (Osobennosti izmeneniy klimata na territorii Orlovskoy oblasti za posledniye 100 let i ikh vliyaniye na razvitiye rasteniyevodstva v regione). *Vestnik OrelGAU = Bulletin of Orel State Agrarian University*. 2006;2/3:75-78. [in Russian] (Амелин А.В., Петрова С.Н. Особенности изменений климата на территории Орловской области за последние 100 лет и их влияние на развитие растениеводства в регионе. *Вестник ОрелГАУ*. 2006;2/3:75-78).
- Andreev N.R., Lukin N.D., Bykova S.T. The use of starch products to improve the quality of bakery products (Primeneniye krakhsyaloproduktov dlya uluchsheniya kachestva khlebobulochnykh izdeliy). In: *Proceedings of the International Conference 'Bakery Production' – 2014*. Moscow, 2014. p.45-52. [in Russian] (Андреев Н.Р., Лукин Н.Д., Быкова С.Т. Применение крахмалопродуктов для улучшения качества хлебобuloчных изделий. В сб.: *Материалы докладов Международной конференции "Хлебопекарное производство – 2014"*. Москва, 2014. С.45-52).
- Arshad M., Shaharouna B., Mahmood T. Inoculation with *Pseudomonas* spp. containing ACC-deaminase partially eliminates the effects of drought stress on growth, yield, and ripening of pea (*Pisum sativum* L.). *Pedosphere*. 2008;18(5):611-620. DOI: 10.1016/S1002-0160(08)60055-7
- Belford R.K., Cannell R.Q., Thomsson R.J., Dennis C.W. Effects of waterlogging at different stages of development on the growth and yield of peas (*Pisum sativum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1980;31(9):857-869. DOI: 10.1002/jsfa.2740310902
- Benjamin J.G., Nielsen D.C. Water deficit effects on root distribution of soybean, field pea and chickpea. *Field Crops Research*. 2006;97(2):248-253. DOI: 10.1016/j.fcr.2005.10.005
- Besedin A.G. The main trends and results of garden pea breeding in Kuban (Osnovnye napravleniya i rezultaty selektsii gorokha ovoshchnogo na Kubani). *Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii = Fruit Growing and Viticulture in the South of Russia*. 2015;36(6). Available from: <http://journal.kubansad.ru/pdf/15/06/11.pdf> [in Russian] (Беседин А.Г. Основные направления и результаты селекции гороха овощного на Кубани. *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2015;36(06). Доступно по: <http://journal.kubansad.ru/pdf/15/06/11.pdf>
- Dragavtsev V.A., Dragavtseva I.A., Efimova I.L., Morenets A.S., Savin I.Yu. Management of the 'genotype–environment' interaction is the most important lever for increasing yields of cultivated plants (Upravleniye vzaimodeystviyem "genotip – sreda" – vazhneyshiy ryuchag povysheniya urozhayev selskokhozyaystvennykh rasteniy). *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2016;2(59):105-121. [in Russian] (Драгавцев В.А., Драгавцева И.А., Ефимова И.Л., Моренец А.С., Савин И.Ю. Управление взаимодействием «генотип – среда» – важнейший рычаг повышения урожая сельскохозяйственных растений. *Труды Кубанского государственного университета*. 2016;2(59):105-121).
- Dresselhaus T., Hückelhoven R. Biotic and abiotic stress responses in crop plants. *Agronomy*. 2018;8(11):267. DOI: 10.3390/agronomy8110267
- Drozd A.M. Vegetable peas (Ovoshchnoy gorokh). *Trudy ploodoovoshchnoy OSS = Proceedings of Fruit and Vegetable Experimental Breeding Station*. Krasnodar; 1956;1:30-40. [in Russian] (Дрозд А.М. Овощной горох. *Труды плодовоовощ. ОСС*. Краснодар; 1956;1:30-40).
- Ershova A.N., Barkalova O.N. Isolation, chromatographic purification and properties of β -glucosidase of pea plants subjected to hypoxia and CO₂-environment (Vydeleniye, khromatograficheskaya ochildka i svoystva β -glyukozydazy rasteniy gorokha, podvergnutykh vozdeystviyu gipoksii i CO₂-sredy). *Sorption and chromatographic processes* 2009;9(5):714-721. [in Russian] (Ершова А.Н., Баркалова О.Н. Выделение, хроматографическая очистка и свойства β -глюкозидазы растений гороха, подвергнутых воздействию гипоксии и CO₂-среды. *Сорбционные и хроматографические процессы*. 2009;9(5):714-721).
- Ershova A. N., Popova N. V., Berdnikova O. S. Production of reactive oxygen species and antioxidant enzymes of pea and soybean plants under hypoxia and high CO₂ concentration in medium (Produksiya aktivnykh form kisloroda i antioksidantnye fermenty rasteniy gorokha i soi pri gipoksii i vysokom sodержanii CO₂ v srede). *Russian Journal of Plant Physiology*. 2011;58(6):834-843. [in Russian] (Ершова А.Н., Попова Н.В., Бердникова О.С. Продукция активных форм кислорода и антиоксидантные ферменты растений гороха и сои при гипоксии и высоком содержании CO₂ в среде. *Физиология растений*. 2011;58(6):834-843).
- Goldman I.L., Gritton E.T. Seasonal variation in leaf component allocation in normal, afile, and afile-tendrilled acacia pea foliage near-isolines. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 1992;117(6):1017-1020.
- Guillon F., Champ M.M.J. Carbohydrate fractions of legumes: uses in human nutrition and potential for health. *British Journal of Nutrition*. 2002;88(5): 293–306. DOI: 10.1079/BJN2002720
- Jeuffroy M.H., Duthion C., Meynard J.M., Pigeaire A. Effect of a short period of high day temperatures during flowering on the seed number per pod of pea (*Pisum sativum* L.). *Agronomy*. 1990;10(2):139-145.
- Jiang Y., Lahlali R., Karunakaran C., Warkentin T.D., Davis A.R., Bueckert R.A. Pollen, ovules, and pollination in pea: Success, failure, and resilience in heat. *Plant, cell & environment*. 2019;42(1):354-372. DOI: 10.1111/pce.13427
- Kilchevsky A.V. Genetic and ecological bases of plant breeding (Genetiko-ekologicheskiye osnovy selektsii rasteniy). *Vestnik VOGiS*, 2005;9(4):518-526. [in Russian] (Кильчевский А.В. Генетико-экологические основы селекции растений. *Вестник ВОГиС*. 2005;9(4):518-526).
- Kof E.M., Vinogradova I.A., Oorzhak A.S., Kalibernaya Z.V. Growth rates of shoot and root in intact plants of leafy pea mutants (Skorosti rosta pobega i kornya u intaktnykh rasteniy listovyykh mutantov gorokha). *Russian Journal of Plant Physiology*. 2006;53(1):128-138. [in Russian] (Ков Э.М., Виноградова И.А., Ооржак А.С., Калиберная З.В. Скорости роста побега и корня у интактных растений листовых мутантов гороха. *Физиология растений*. 2006;53(1):128-138).
- Kolesnik L.S. Dietary boiled sausages with the functional component – resistant starch (Dieticheskiye varenye kolbasnye izdeliya s funktsionalnym komponentom – rezistentnym krakhsyalom). *Biologiya v selskom khozyaystve = Biology in Agriculture*. 2017;2(15):26-32. [in Russian] (Колесник Л.С. Диетические вареные колбасные изделия с функциональным компонентом – резистентным крахмалом. *Биология в сельском хозяйстве*. 2017;2(15):26-32).
- Kondakova M.A., Ukolova I.V., Borovskii G.B., Voynikov V.K. Hypothermia effect on the content of oxidative phosphorylation supercomplexes and complexes in mitochondria from pea seedlings of *Pisum sativum* L. (Vliyaniye gipertermii na sodержaniye superkompleksov i kompleksov sistemy oksilitel'nogo fosforilirovaniya v mitokhondriyakh prorostruk gorokha *Pisum sativum* L.) *Vestnik IrGSHA = Bulletin of Irkutsk State Agricultural Academy*. 2016;77:71-78. [in Russian] (Кондакова М.А., Уколова И.В., Боровский Г.Б., Войников В.К. Влияние гипертермии на содержание суперкомплексов и комплексов системы окислительного фосфорилирования в митохондриях проростков гороха *Pisum sativum* L. *Вестник ИрГСХА*. 2016;77:71-78).
- Kuzmina S.P., Kazhdub N.G., Bondarenko E.V. Studying vegetable pea accessions for environmental plasticity at Omsk State Agrarian University (Izucheniye obraztsov ovoshchnogo gorokha po ekologicheskoy plastichnosti v Omskom GAU). *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2016;4(67):67-73. [in Russian] (Кузьмина С.П., Казыдуб Н.Г., Бондаренко Е.В. Изучение образцов овощного гороха по экологической пластичности в Омском ГАУ. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2016;4(67):67-73).
- Novikova N.E., Lakhonov A.P. On the yield stability of pea varieties with the tendrillar type of leaves (O stabilnosti urozhaynosti sortov gorokha s usatym tipom lista). *Agrarian Russia*. 2002;1:43-45. [in Russian] (Новикова Н.Е., Лакханов А.П. О стабильности урожайности сортов гороха с усатым типом листа. *Аграрная Россия*. 2002;1:43-45).

- Novikova N.E., Zotikov V.I., Fenin D.M. Mechanisms of antioxidant protection in the adaptation of pea genotypes (*Pisum sativum* L.) to unfavorable abiotic environmental factors (Mekhanizmy antioksidantnoy zashchity pri adaptatsii genotipov gorokha (*Pisum sativum* L.) k neblagopriyatnym abioticheskim faktoram sredy). *Vestnik Orel-GAU Bulletin of Orel State Agrarian University*. 2011;2:5-8. [in Russian] (Новикова Н.Е., Зотиков В.И., Фенин Д.М. Механизмы антиоксидантной защиты при адаптации генотипов гороха (*Pisum sativum* L.) к неблагоприятным абиотическим факторам среды. *Вестник ОрелГАУ*. 2011;2:5-8).
- O'Leary G., Aggarwal P., Calderini D., Connor D., Craufurd P., Eigenbrode S. et al. Challenges and responses to ongoing and projected climate change for dryland cereal production systems throughout the world. *Agronomy*. 2018;8(4):34. DOI: 10.3390/agronomy8040034
- Omelyanyuk L.V., Asanov A.M. Productivity of leguminous crop accessions developed at Siberian Research Institute of Agriculture under varying weather conditions during the growing season (Produktivnost obrabzov zernobobovykh kultur, sozdannykh v GNI SibNIISKh, v zavisimosti ot pogodnykh usloviy vegetatsii). *Achievements of Science and Technology of AIC*. 2013;5:17-20. [in Russian] (Омельянюк Л.В., Асанов А.М. Продуктивность образцов зернобобовых культур, созданных в ГНУ СибНИИСКХ, в зависимости от погодных условий вегетации. *Достижения науки и техники АПК*. 2013;5:С. 17-20).
- Oorzhak A.S. Study of the growth and productivity of leafy pea mutants of *Pisum sativum* L. (Izucheniye rosta i produktivnosti listovykh mutantov gorokha *Pisum sativum* L.). *Trudy Tomskogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of Tomsk State University*. 2010;274:284-287. [in Russian] (Ооржак А.С. Изучение роста и продуктивности листовых мутантов гороха *Pisum sativum* L. *Труды Томского государственного университета*. 2010;274:284-287).
- Osman H.S. Enhancing antioxidant-yield relationship of pea plant under drought at different growth stages by exogenously applied glycine betaine and proline. *Annals of Agricultural Sciences*. 2015;60(2):389-402. DOI: 10.1016/j.aos.2015.10.004
- Pathak T., Maskey M., Dahlberg J., Kearns F., Bali K., Zaccaria D. Climate change trends and impacts on California agriculture: A detailed review. *Agronomy*. 2018;8(3):25. DOI: 10.3390/agronomy8030025
- Schleussner C.-F., Deryng D., Müller C., Elliott J., Saeed I F, Folberth C., Liu W., Wang X., Pugh A M T, Thiery W., Seneviratne I. S., Rogelj J. Crop productivity changes in 1.5°C and 2°C worlds under climate sensitivity uncertainty. *Environmental Research Letters*. 2018;13(6):064007. DOI: 10.1088/1748-9326/aab63b
- Shelepina N.V. The use of high amylose pea starch in the production of functional foods (Ispolzovaniye vysokoamiloznogo gorokhovogo krakhmala v proizvodstve funktsionalnykh pishchevykh produktov). *Voprosy pitaniya = Problems of nutrition*. 2016;85(Suppl2):221. [in Russian] (Шелепина Н.В. Использование высокоамилозного горохового крахмала в производстве функциональных пищевых продуктов. *Вопросы питания*. 2016;85(Suppl2):221).
- Snoad B., Frusciante L., Monti L. M. The effects of three genes which modify leaves and stipules in the pea plant. *Theoretical and Applied Genetics*. 1985;70(3):322-329.
- Vishnyakova M.A. The ways of effective use of plant genetic resources in creation of competitive domestic varieties of grain legumes (Puti effektivnoy ispolzovaniya geneticheskikh resursov raseniy v sozdanii konkurentosposobnykh otechestvennykh sortov zernobobovykh kultur). *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo universiteta = Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2015;3(54):111-117. [in Russian] (Вишнякова М.А. Пути эффективного использования генетических ресурсов растений в создании конкурентоспособных отечественных сортов зернобобовых культур. *Труды Кубанского государственного аграрного университета*. 2015;3(54):111-117).
- Vishnyakova M.A., Bulyntsev S.V., Buravtseva T.V., Burlyayeva M.O., Seferova I.V. et al. Collection of the world's genetic resources of grain legumes at VIR: replenishment, preservation and study. Methodological guidelines (Kollektsiya mirovykh geneticheskikh resursov zernovykh bobovykh kultur VIR: popolneniye, sokhraneniye i izucheniye. Metodicheskiye ukazaniya). St. Petersburg: VIR; 2010. [in Russian] (Вишнякова М.А., Булынтцев С.В., Буравцева Т.В., Бурляева М.О., Сеферова И.В. и др. Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых культур ВИР: пополнение, сохранение и изучение. Методические указания. СПб.: ВИР; 2010).
- Yankovskaya G.P., Dosina E.S., Chaikovskiy A.I. Productivity and biochemical structure of vegetable pea hybrids (Urozhaynost i biokhimicheskiy sostav gibridov gorokha ovoshchnogo). *Ovoshchevodstvo = Vegetable Growing*. 2008;13:82-90. [in Russian] (Янковская Г.П., Досина Е.С., Чайковский А.И. Урожайность и биохимический состав гибридов гороха овощного. *Овощеводство*. 2008;13:82-90).
- Zhuchenko A.A. Present and future of the adaptive plant breeding and seed production system based on identification and systematization of plant genetic resources (Nastoyashcheye i budushcheye adaptivnoy sistemy selektsii i semenovodstva rasteniy na osnove identifikatsii i sistematzatsii ikh geneticheskikh resursov). *Agricultural Biology*. 2012;5:3-19. [in Russian] (Жученко А.А. Настоящее и будущее адаптивной системы селекции и семеноводства растений на основе идентификации и систематизации их генетических ресурсов. *Сельскохозяйственная биология*. 2012;5:3-19).

Прозрачность финансовой деятельности/The transparency of financial activities

Авторы не имеют финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах.

Для цитирования/How to cite this article

Путина О.В., Беседин А.Г. Абиотические стресс-факторы и их влияние на накопление ассимилятов растениями и урожайность овощного гороха. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции* 2019;180(2):51-59. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-51-59

Putina O.V., Besedin A.G. Abiotic stressors and their effect on the accumulation of assimilates by plants and the yield of vegetable pea. *Proceedings on applied botany, genetics and breeding* 2019;180(2):51-59. DOI: 10.30901/2227-8834-2019-2-51-59

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы/The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Дополнительная информация/Additional information

Полные данные этой статьи доступны/Extended data is available for this paper at <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2019-2-51-59>

Мнение журнала нейтрально к изложенным материалам, авторам и их месту работы/The journal's opinion is neutral to the presented materials, the author, and his or her employer

Все авторы одобрили рукопись/All authors approved the manuscript

Конфликт интересов отсутствует/No conflict of interest