

АГРОНОМИЯ

AGRONOMY

УДК 635.656:551.5(571.6)

DOI: 10.24412/1999-6837-2022-1-7-18

Зависимость продолжительности периода вегетации и урожайности гороха от гидротермических условий Среднего Приамурья**Татьяна Александровна Асеева¹, Оксана Леонидовна Шепель²,
Маргарита Павловна Хорняк³**^{1, 2, 3} Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства,
Хабаровский край, с. Восточное, Россия¹ aseeva59@mail.ru, ² sestr71@rambler.ru, ³ margaritaz9743@gmail.com

Аннотация. В работе представлены результаты экологического испытания сортообразцов гороха различного происхождения. Исследования проводились в 2015–2018 гг. на овощном поле Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства. Объектами исследований стали сортообразцы гороха различного эколого-географического происхождения: перспективные линии и сорта, созданные и предоставленные Федеральным научным центром зернобобовых и крупяных культур (линии Л-102-07, Л-104-13, Л-75-06, Л-20-03 с усатым типом листа, сорт Спартак, а также линии ЯГ-09-523, ЯГ-07-652, ЯГ-07-643, ЯГ-07-599, ЯГ-06-83, ЯГ-08-1269, Р-743-09 с ярусной гетерофилией) и Ульяновским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства (листочковый сорт Ульяновец, усатые сорта Указ и Юбиляр). В качестве стандарта служил Аксайский усатый 55. Все изучаемые сортообразцы характеризуются как среднеспелые, средняя продолжительность периода вегетации в экологическом испытании за время изучения составила от 74 до 77 суток. Диапазон изменчивости продолжительности вегетационного периода в зависимости от гидротермических условий у сортообразцов гороха был равен 12–20 дней. Наибольшее влияние погодные условия оказали на продолжительность периода «всходы – цветение». Выявлена положительная связь между продолжительностью всего вегетационного периода и длительностью периода от массового цветения до созревания (коэффициент корреляции достигал $0,63 \pm 0,05$). На продолжительность вегетационного периода гороха более сильное влияние оказал температурный режим. Установлено, что оптимальная продолжительность вегетационного периода должна составлять 70 дней с учётом сева в третьей декаде апреля. Средняя урожайность гороха в годы исследований составила 23,3 ц/га, максимальная урожайность сформировалась у стандартного сорта Аксайский усатый 55 (26,7 ц/га). Выявлена высокая зависимость урожайности гороха от гидротермических условий в период вегетации. Наиболее благоприятные условия для формирования повышенной урожайности сложились в 2018 г. (в среднем 28,9 ц/га при максимальном индексе условий окружающей среды равном плюс 5,52). Установлено, что именно температурный фактор в условиях Среднего Приамурья оказывает негативное воздействие на формирование урожая. В результате исследований выделены образцы Аксайский усатый 55, ЯГ-06-83, ЯГ-08-1269, имеющие в исследуемой группе самый короткий вегетационный период. Сортообразцы Р-743-09 и Юбиляр имели минимальную продолжительность периода от всходов до массового цветения и количество узлов до первого боба. Выделившиеся сортообразцы можно использовать при селекции раннеспелых сортов гороха для Среднего Приамурья.

Ключевые слова: горох, сорта, периоды вегетации, урожайность, коэффициент корреляции

Для цитирования: Асеева Т. А., Шепель О. Л., Хорняк М. П. Зависимость продолжительности периода вегетации и урожайности гороха от гидротермических условий Среднего Приамурья // Дальневосточный аграрный вестник. 2022. Вып. 1 (61). С. 7–18. doi: 10.24412/1999-6837-2022-1-7-18.

Dependence of growing season duration and pea yields on the hydrothermal conditions of the Middle Priamurye

Tatiana A. Aseeva¹, Oksana L. Shepel²,
Margarita P. Khorniyak³

^{1, 2, 3} Far Eastern Agricultural Research Institute, Khabarovskiy krai, Vostochnoe, Russia

¹ aseeva59@mail.ru, ² sestr71@rambler.ru, ³ margaritaz9743@gmail.com

Abstract. The paper presents the results of ecological testing of pea varieties of various origins. The studies were carried out in 2015–2018 on the vegetable field of the Far Eastern Agriculture Research Institute. The objects of the research were pea varieties of various ecological and geographical origin. Promising lines and varieties were created and provided by the Federal Scientific Center of Legumes and Groat Crops (lines L-102-07, L-104-13, L-75-06, L-20-03 with sarmentose leaf type, variety Spartak and lines YaG-09-523, YaG-07-652, YaG-07-643, YaG-07-599, YaG-06-83, YaG-08-1269, R-743-09 with longline heterophilia) and the Ulyanovsk Research Institute of Agriculture (leaf variety Ulyanovets, sarmentose varieties Ukaz and Yubilyar). The standard was the variety Aksaiskii usatyi 55. All studied varieties are characterized as mid-ripening, the growing season was 74–77 days with a variability range from 12 to 20 days. The weather conditions had the greatest influence on the duration of the germination-flowering period, while the temperature regime was more significant. A positive relationship was found between the duration of the entire growing season and the duration of the period from mass flowering to ripening (the correlation coefficient reached 0.63 ± 0.05). The maximum yield over the years of research was formed in the standard variety Aksajskij usatyj 55 (26.7 c/ha) with an average yield of 23.3 c/ha. A high dependence of pea yield on hydrothermal conditions during the growing season was revealed. It has been established that it is the temperature factor in the conditions of the Middle Priamurye that has a negative impact on the formation of the crop. As a result of the research, the samples Aksajskij usatyj 55, YaG-06-83, YaG-08-1269 were selected, which had the shortest growing season in the study group. The varieties P-743-09 and Yubilyar had the minimum duration of the period from germination to mass flowering and the number of nodes up to first pod. Selected variety samples can be used in breeding early-ripening pea varieties for the Middle Priamurye.

Keywords: peas, varieties, growing seasons, yield, correlation coefficient

For citation: Aseeva T. A., Shepel O. L., Khorniyak M. P. Zavisimost' prodolzhitel'nosti perioda vegetacii i urozhajnosti goroha ot gidrotermicheskikh uslovij Srednego Priamur'ya [Dependence of growing season duration and pea yields on the hydrothermal conditions of the Middle Priamurye]. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik*. – *Far Eastern Agrarian Herald*, 2022; 1 (61): 7–18. (in Russ.). doi: 10.24412/1999-6837-2022-1-7-18.

Введение. Проблема производства натурального и высококачественного растительного белка на сегодняшний день остаётся острой и нерешённой. Развитие современного животноводства в совокупности с постоянными инновациями в пищевой и перерабатывающей промышленности требуют постоянного увеличения объёмов его производства [1, 5]. Наряду с этим народно-хозяйственное значение возделывания зерновых бобовых культур обуславливается способностью к азотфиксации, что, в свою очередь, влечёт за собой уменьшение применения азотных удобрений, снижение себестоимости производства белка, сохранение естественного плодородия почвы за счёт корневых и пожнивных остатков, а также получение

растительной продукции, обладающей высокими пищевыми и кормовыми достоинствами [4].

Одна из основных ролей в выборе возделываемых зернобобовых культур отводится гороху [3, 11, 13]. В большинстве регионов он обеспечивает наибольший урожай зерна и сбор белка с гектара [14]. Высокая экологическая пластичность, сравнительная устойчивость к болезням и относительно невысокие требования к почвенно-климатическим условиям по сравнению с другими зернобобовыми культурами расширяет ареал его выращивания.

Однако для полной реализации генетического потенциала сорта необходимо детальное изучение формирования

урожайности в конкретных гидротермических условиях зоны возделывания, его реакции на возникновение стрессовых условий [10]. Для Среднего Приамурья актуальным является возможность получения стабильного урожая гороха с высоким качеством зерна в условиях длительного переувлажнения почвы.

Цель исследований заключалась в сравнительном анализе перспективных сортообразцов гороха различного происхождения. Были поставлены и решены следующие задачи: 1) определить степень влияния гидротермических факторов (температура, осадки) на продолжительность вегетационного периода и формирование урожайности; 2) отобрать сортообразцы, наиболее приспособленные к неблагоприятным условиям вегетации в Среднем Приамурье.

Условия, материалы и методы исследований. Исследования проводили в 2015–2018 гг. в селекционном севообороте Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства в Хабаровском районе Хабаровского края.

Объектами исследований явились сортообразцы гороха различного эколого-географического происхождения: перспективные линии и сорта, созданные и предоставленные Федеральным научным центром зернобобовых и крупяных культур (линии Л-102-07, Л-104-13, Л-75-06, Л-20-03 с усатым типом листа, сорт Спартак и линии ЯГ-09-523, ЯГ-07-652, ЯГ-07-643, ЯГ-07-599, ЯГ-06-83, ЯГ-08-1269, Р-743-09 с ярусной гетерофилией) и Ульяновским научно-исследовательским институтом сельского хозяйства (листочковый сорт Ульяновец, усатые сорта Указ и Юбиляр). Сорт Аксайский усатый 55 служил в качестве стандарта.

Почва опытного участка лугово-бурая оподзоленная, быстро переувлажняется из-за тяжёлого механического состава и низкой водопроницаемости во время обильного выпадения атмосферных осадков. Содержание гумуса в пахотном слое составляет 3,60–3,82 % (по Тюрину в модификации ЦИНАО); кислотность солевой вытяжки – 4,9–5,6 ед. рН; гидролитическая кислотность – 1,1–2,4 мг-экв./100 г почвы; P_2O_5 – 9,9–15,5 и K_2O – 12,4–30,4 мг/100 г абсолютно сухой почвы (по Кирсанову в модификации ЦИНАО).

Предшественником в 2015–2016 гг. был чистый пар, в 2017–2018 гг. – яровая пшеница. Использовалась общепринятая для Дальневосточного региона обработка почвы.

Посев гороха в экологическом питомнике производился сеялкой СЗФК-7 в четырёхкратной повторности, норма высева семян – 1,2 млн. всхожих семян на один гектар, площадь делянки – 4 м², учётная площадь – один квадратный метр, размещение вариантов рендомизированное.

Фенологические наблюдения, учёт урожая семян, оценку устойчивости к полеганию проводили по методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [7, 8]. Для проведения структурного анализа отбирались двадцать пять растений, уборку осуществляли вручную по мере созревания. В лабораторных условиях определяли следующие показатели: длину стебля, количество междоузлий до первого боба, число продуктивных узлов и число бобов на растении, число бобов на продуктивный узел, число семян в бобе, массу семян с растения, массу одной тысячи семян. Расчёт показателей экологической пластичности проводили по S. A. Eberhart, W. A. Russell в изложении В. З. Пакудина и Л. М. Лопатиной [9].

Результаты исследований обработаны методами дисперсионного и корреляционного анализа, представленными в работе Б. А. Доспехова [2] с использованием пакета прикладных программ *Microsoft Excel* и *Statistica 6.0*.

Агрометеорологические условия вегетационного периода имели значительные различия по тепло- и влагообеспеченности. Оптимальные условия сложились в 2017–2018 гг., 2015 г. был самым холодным и влажным, а 2016 г. отличался избыточной влажностью (табл. 1).

Раннее наступление весны отмечено в 2017–2018 гг. Весна 2015 г. была затяжная, а в 2016 г. – характерной для региона.

Срок посева определялся погодными условиями в ранневесенний период. Самый ранний посев проведён 22 апреля в 2017 г., самый поздний – 18 мая 2015 г. В 2016 и в 2018 гг. – 11 и 3 мая соответственно.

Таблица 1 – Гидротермические показатели в период вегетации гороха [6]

Показатель	Годы	Посев – всходы	Полные всходы – массовое цветение	Массовое цветение – созревание	Полные всходы – созревание
Сумма активных температур, °С	2015	153,7	734,6	716,4	1451,0
	2016	218,0	652,4	733,0	1385,4
	2017	187,9	744,4	739,4	1483,8
	2018	166,2	661,1	532,5	1193,6
	среднее многолетнее	273,3	674,8	663,4	1338,2
Сумма осадков, мм	2015	19,2	125,8	226,0	351,8
	2016	40,4	96,0	155,0	251,0
	2017	27,2	91,4	138,2	229,6
	2018	18,8	114,4	102,0	216,4
	среднее многолетнее	56,0	100,0	132,0	232,0
Гидротермический коэффициент	2015	0,5	1,7	3,2	2,4
	2016	0,5	1,5	2,1	1,8
	2017	0,7	0,9	1,9	1,4
	2018	1,0	1,7	1,9	1,8
	среднее	0,7	1,8	2,3	2,0

Средняя температура вегетации была близка к среднемноголетним значениям (+18,9 °С). Самый холодный температурный режим периода «посев – всходы» наблюдался в 2018 г., когда разница со среднемноголетними данными составила 1,9 °С. Температурный режим периода «массовое цветение – созревание» был близок к оптимальному во все годы исследований.

В 2015 г. отмечалось избыточное увлажнение, когда сумма выпавших осадков составила 226,0 мм при норме 132,0 мм. Наиболее засушливыми условиями на начальных этапах развития гороха характеризовался 2017 г. Влагообеспеченность в критический период для формирования устойчивого урожая во все годы исследований была высокой. Наименьшая сумма осадков за период вегетации выпала в 2018 г. (216,4 мм), при среднемноголетнем значении 232,0 мм.

Для характеристики погодных условий используется гидротермический коэффициент (по Г. Т. Селянинову), который показывает отношение количества осадков к количеству испаряемой влаги, и определяются как отношение суммы атмосферных осадков за период со средне-

суточными температурами воздуха выше плюс 10 °С к сумме температур за этот же период времени, уменьшенной в десять раз. При значении гидротермического коэффициента (ГТК) в 1–1,5 – увлажнение оптимальное, более 1,6 – избыточное, менее единицы – недостаточное, менее 0,5 – слабое.

Анализ показателей, характеризующих важнейшие метеорологические факторы среды за это время, свидетельствует о значительном колебании ГТК как в разные периоды вегетации, так и по годам. По данным исследователей, оптимальный уровень ГТК для гороха составляет от 1,2 до 1,3 [14]. Относительно благоприятные погодные условия сложились в 2017 г., когда ГТК составил 1,4. Остальные годы характеризовались избыточным увлажнением.

Результаты и обсуждение. На каждой конкретной территории возможно возделывать те культуры и сорта, биологические особенности которых соответствуют её экологическим условиям и, в первую очередь, обеспеченности теплом, что определяет продолжительность периода вегетации и темпы роста и разви-

тия растений в основные фенологические фазы.

Продолжительность вегетационного периода для сельскохозяйственного производства, особенно для зоны рискованного земледелия, имеет огромное значение. Он определяется генетическими факторами, условиями роста растений (температура, влажность) и условиями, специфическими для отдельных сортов, которые могут ускорить или замедлить наступление фазы цветения. В условиях Среднего Приамурья наступление муссонных дождей, начиная с третьей декады июля, создаёт сложную обстановку полевых условий. В сочетании с сильными ветрами стеблестой полегаёт и складывается предпосылка к прорастанию семян на корню. Невозможность механической уборки может привести к частичной или полной потере урожая.

В основном, общая продолжительность вегетационного периода зависит от длительности двух фаз: «всходы – цветение» и «цветение – созревание». Варьирование продолжительности по периодам вегетации сортообразцов гороха в годы проведения экологического испытания

объясняется контрастными гидротермическими условиями конкретных лет. Основные периоды роста и развития гороха в 2018 г. проходили в оптимальных условиях, что благоприятно отразилось на продолжительности периода вегетации и продуктивности растений. В тоже время в период 2016–2017 гг. основные этапы органогенеза проходили в контрастных условиях и избытка, и недостатка влаги, поэтому период вегетации был самым продолжительным. В условиях постоянного переувлажнения рост и развитие растений был близок к средним показателям (рис. 1).

Избыточное увлажнение в период от всходов до массового цветения увеличивает период вегетации до 76–84 дней. Так, продолжительность периода от всходов до созревания в самый прохладный и влажный 2015 г. варьировала от 69 до 76 суток, в излишне влажном 2016 г. – от 80 до 83 суток. В 2018 г., который оказался наиболее близким по параметрам к среднеголетним значениям, продолжительность вегетационного периода по сортам менялась от 64 до 68 суток (табл. 2).

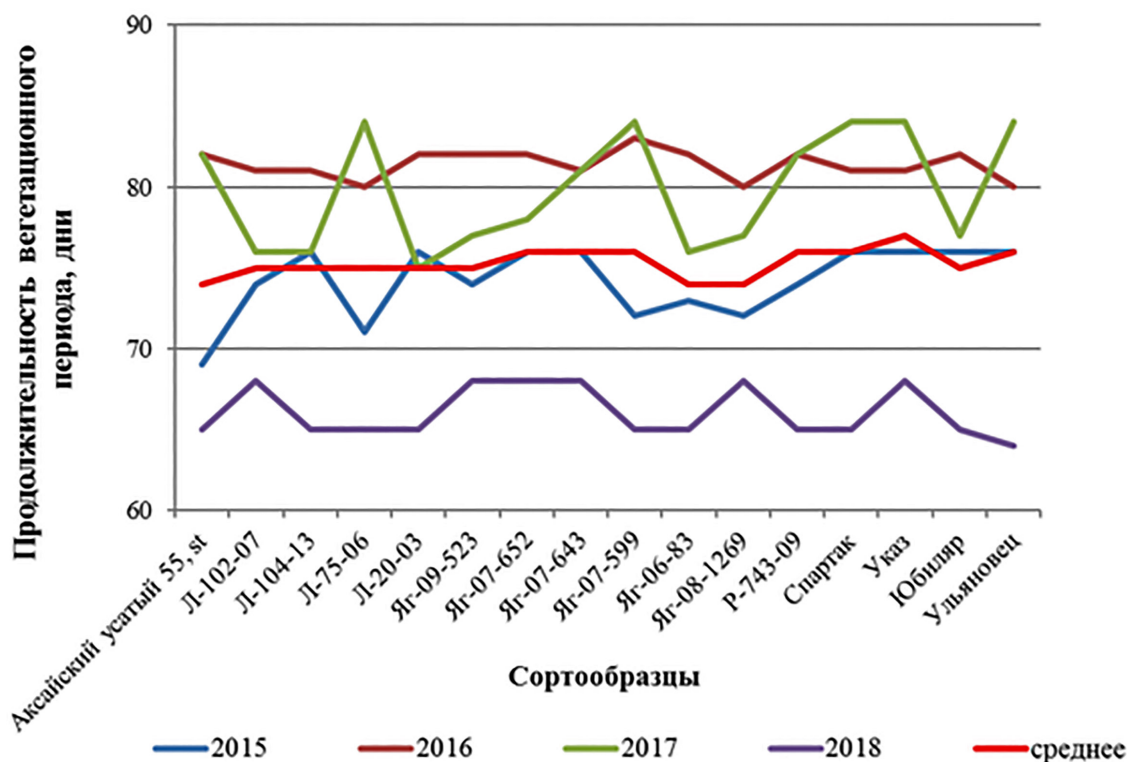


Рисунок 1 – Влияние гидротермических условий на продолжительность периода вегетации сортообразцов гороха в условиях Среднего Приамурья

Таблица 2 – Продолжительность вегетационного периода «всходы – созревание» у сортообразцов гороха в условиях Среднего Приамурья**В сутках**

Сортообразец	Годы проведения исследования				Среднее по годам	Отклонение от стандарта
	2015	2016	2017	2018		
Аксайский усатый 55, st	69	82	82	65	74	–
Л-102-07	74	81	76	68	75	+1
Л-104-13	76	81	76	65	75	+1
Л-75-06	71	80	84	65	75	+1
Л-20-03	76	82	75	65	75	+1
Яг-09-523	74	82	77	68	75	+1
Яг-07-652	76	82	78	68	76	+2
Яг-07-643	76	81	81	68	76	+2
Яг-07-599	72	83	84	65	76	+2
Яг-06-83	73	82	76	65	74	0
Яг-08-1269	72	80	77	68	74	0
Р-743-09	74	82	82	65	76	+2
Спартак	76	81	84	65	76	+2
Указ	76	81	84	68	77	+3
Юбиляр	76	82	77	65	75	+1
Ульяновец	76	80	84	64	76	+2

Все изучаемые сортообразцы характеризуются как среднеспелые. Средняя продолжительность периода вегетации в экологическом испытании за время изучения составила 74–77 суток. При этом отмечены незначительные сортовые различия между изучаемыми сортообразцами по продолжительности вегетационного периода в равных гидротермических условиях. Диапазон изменчивости времени вегетационного периода от гидротермических условий у сортообразцов гороха составил от 12 до 20 дней. Максимальных значений он достигал у образцов Ульяновец, Спартак, Яг-07-599 и Л-75-06 (от 19 до 20 дней), минимальных – у сортообразцов Л-102-07, Яг-09-523, Яг-07-652, Яг-07-643 и Яг-08-1269 (от 12 до 14 дней).

Из всей продолжительности периода вегетации, 39–43 дня приходится на фазу «всходы – массовое цветение» и от 32 до 37 дней – на фазу налива бобов и созревания. При этом в зависимости от сортовых особенностей и гидротермического режима в годы исследований длина межфазных периодов варьировала. Так, продолжительность периода от всходов до массового цветения по сортам в прохладном и

влажном 2015 г. имела колебания от 40 до 47 суток, в излишне влажном 2016 г. – от 38 до 43 дней, в 2017 г. – от 39 до 43 суток, и в относительно благоприятном 2018 г. – от 39 суток до 41 дня (табл. 3).

При этом гидротермические условия оказали непосредственное влияние не только на длительность межфазных периодов, но и на соотношение их продолжительности. Так, высокий ГТК в период «всходы – массовое цветение» в 2015 и 2018 гг. способствовал его удлинению на 7 и 6 дней соответственно по сравнению с периодами, более благоприятными по этим показателям. Также, вероятно, свою негативную роль сыграл поздний посев в 2015 г. и низкие температуры воздуха в первой половине вегетации в 2018 г. Продолжительность двух основных фаз развития гороха в 2016–2017 гг. была приблизительно одинаковой и составила около сорока дней.

В среднем за годы исследований среди анализируемых сортообразцов самая короткая продолжительность периода от всходов до массового цветения отмечена у сортообразцов Р-743-09 и Юбиляр (39 суток). Самый длительный период был у со-

Таблица 3 – Продолжительность периода «всходы – массовое цветение» у сортов образцов гороха в условиях Среднего Приамурья

Сортообразец	Годы проведения исследования				Среднее по годам	Отклонение от стандарта
	2015	2016	2017	2018		
Аксайский усатый 55, st	45	41	43	41	42	–
Л-102-07	47	41	43	39	42	0
Л-104-13	42	39	39	39	40	–2
Л-75-06	45	41	43	39	42	0
Л-20-03	47	41	43	41	43	+1
Яг-09-523	42	41	41	39	41	–1
Яг-07-652	45	41	41	39	41	–1
Яг-07-643	45	43	43	41	43	+1
Яг-07-599	41	41	39	39	40	–2
Яг-06-83	45	38	39	39	40	–2
Яг-08-1269	45	38	39	39	40	–2
Р-743-09	40	38	39	39	39	–3
Спартак	45	41	39	39	41	–1
Указ	45	38	39	39	40	–2
Юбилляр	42	38	39	39	39	–3
Ульяновец	40	38	43	39	40	–2

ртообразцов Л-20-03 и ЯГ-07-643 (43 дня). Самая короткая продолжительность периода от массового цветения до созревания наблюдалась у Аксайского усатого 55 и Л-20-03 (32 дня), а самая длинная – у Р-743-09 и Указ (37 дней). Соответственно этому и наиболее короткий вегетационный период (74 суток) также отмечался у Аксайского усатого 55, ЯГ-06-83 и ЯГ-08-1269 и самый длинный у сорта Указ (77 суток).

Выявлена достоверная положительная связь между продолжительностью всего вегетационного периода и длительностью периода от массового цветения до созревания при коэффициенте корреляции, составившем $0,7 \pm 0,05$. Проведённый корреляционный анализ взаимосвязи продолжительности вегетационного периода и его фаз от гидротермических условий показал, что погодные условия оказали наибольшее влияние на продолжительность периода «всходы – цветение», что отражено в таблице 4.

Из всех внешних воздействий более сильное влияние на длительность вегетационного периода гороха оказал температурный режим.

Известна положительная зависимость между числом узлов до первого цветка и длительностью периода от всходов до начала цветения. Считается, что образование каждого дополнительного не цветущего узла задерживает цветение примерно на два дня (данные Ф. А. Давлетова, 2008) [2].

У сортов образцов с коротким периодом «всходы – массовое цветение», включающим Р-743-09 и Юбилляр, отмечено малое количество узлов до первого боба (14,8 и 13 штук соответственно). Минимальное количество узлов до первого боба заложилось у листочкового сорта Ульяновец (12,5 шт.), максимальное – у сортов образцов Л-102-07, Л-75-06, Л-20-03, превышающее стандарт на 1,8, 2,1 и 2,5 шт. соответственно (табл. 5). Существенной корреляционной связи между продолжительностью периода от входов до массового цветения и числом узлов до первого боба не установлено (коэффициент корреляции равен $0,37 \pm 0,06$).

Сортообразец ЯГ-08-1269 за годы исследования имел вегетационный период на уровне стандарта (74 дня) при минимальном диапазоне изменчивости, состав-

Таблица 4 – Зависимость продолжительности фаз развития растений сортов гороха от гидротермических условий Среднего Приамурья

Период	Сумма осадков, мм	Сумма температуры, °С	ГТК
Всходы – цветение	0,94*	0,61	0,72*
Цветение – созревание	-0,18	0,61	-0,49
Всходы – созревание	0,08	0,79*	-0,29

*Достоверно при p равном 0,5.

Таблица 5 – Число узлов до первого боба сортообразцов гороха в условиях Среднего Приамурья

В штуках

Сортообразец	Годы проведения исследования				Среднее по годам	Отклонение от стандарта
	2015	2016	2017	2018		
Аксайский усатый 55, st	13,5	14,9	14,0	14,4	14,2	–
Л-102-07	16,4	16,4	16,7	14,4	16,0	+1,8
Л-104-13	15,5	15,2	15,1	14,5	15,1	+0,9
Л-75-06	16,1	16,2	15,6	17,2	16,3	+2,1
Л-20-03	15,4	16,9	17,2	17,2	16,7	+2,5
ЯГ-09-523	16,1	15,4	14,4	15,4	15,3	+1,1
ЯГ-07-652	15,8	15,0	17,4	15,4	15,9	+1,7
ЯГ-07-643	15,4	15,3	15,1	15,1	15,2	+1,0
ЯГ-07-599	13,6	14,6	16,0	14,1	14,6	+0,4
ЯГ-06-83	15,2	15,5	16,2	14,4	15,3	+1,1
ЯГ-08-1269	13,8	14,3	14,2	14,3	14,1	–0,1
Р-743-09	14,4	14,6	15,6	14,8	14,8	+0,6
Спартак	16,2	15,0	14,4	15,0	15,1	+0,9
Указ	15,5	15,4	15,6	14,0	15,1	+0,9
Юбиляр	13,5	12,9	12,6	12,9	13,0	–1,2
Ульяновец	12,8	12,8	12,4	12,2	12,5	–1,7

ляющем 12 дней, невысокое число узлов до первого боба (14,1) и относительно короткий генеративный период (34 дня).

Одной из главных задач в селекции гороха является создание сортов, сочетающих потенциальную продуктивность с генетической защитой от лимитирующих факторов среды районов возделывания культуры.

Сложившиеся погодные условия в большей степени повлияли на развитие растений и величину урожая. Средняя урожайность гороха в годы исследований составила 23,3 ц/га. При этом ни один из изучаемых сортообразцов достоверно не превысил по урожайности стандарт, одна-

ко несколько сортообразцов выделялись в каждом конкретном году (табл. 6).

Минимальная урожайность в условиях Среднего Приамурья сформировалась у сортообразцов ЯГ-06-83 (20,2 ц/га) и ЯГ-07-599 (20,7 ц/га). Все остальные были на уровне стандарта.

Наиболее благоприятные условия для формирования повышенной урожайности сложились в 2018 г. (в среднем на уровне 28,9 ц/га при максимальном индексе условий окружающей среды, равном плюс 5,52). Урожайность варьировала от 16 ц/га у Л-20-03 до 39 ц/га у сорта Ульяновец. В условиях 2016 г., когда индекс среды составил минус 3,41, урожайность

меняла значения от 12,7 ц/га у Л-102-07 до 25,8 ц/га у сорта Указ. При этом зависимость урожайности от продолжительности вегетационного периода не выявлена (коэффициент корреляции составил $0,12 \pm 0,07$).

По мнению А. D. Bradshaw (1965), экологическая пластичность – способность сорта к изменчивости признаков в различных условиях среды. Она отражает степень приспособляемости сорта к условиям внешней среды – чем шире диапазон приспособляемости, тем выше его экологическая пластичность. Рассчитанный нами коэффициент линейной регрессии, который считается одним из показателей пластичности, позволил выделить сортообразцы Ульяновец, Аксайский усатый 55, Л-104-13, ЯГ-07-652 и ЯГ-08-1269. Эти сорта требуют высокого уровня агротехники, что обеспечивает им, в свою очередь, максимальную отдачу в урожае, и их можно использовать для селекции интенсивных сортов гороха.

Проведённый корреляционный анализ позволил выявить зависимость урожая от гидротермических условий (табл. 7).

Несмотря на то, что горох относится к группе растений, мало требовательных к теплу, а также способен расти и развиваться в широком диапазоне температур, именно температурный фактор в условиях Среднего Приамурья оказывает негативное воздействие на формирование урожая. На это указывает высокая отрицательная зависимость урожайности гороха от суммы температур за период вегетации (значение коэффициента корреляции равно минус $0,8 \pm 0,07$). Установлена значительная отрицательная зависимость урожайности от количества выпавших осадков за вегетационный период (коэффициент корреляции минус $0,49 \pm 0,06$). Гидротермический коэффициент оказывает слабое отрицательное влияние на формирование урожайности.

**Таблица 6 – Урожайность сортообразцов гороха в условиях Среднего Приамурья
В центнерах с гектара**

Сортообразец	Годы проведения исследования				Среднее по годам	Отклонение от стандарта, процент	Коэффициент регрессии
	2015	2016	2017	2018			
Аксайский усатый 55, st	20,5	24,4	23,4	38,4	26,7	100,0	1,9
Л-102-07	23,0	12,7	23,0	29,6	22,1	-17,2	1,6
Л-104-13	22,7	24,6	23,1	38,0	27,1	+1,5	1,7
Л-75-06	22,0	15,1	28,3	21,6	21,8	-18,4	0,4
Л-20-03	21,7	19,4	28,9	16,0	21,5	-19,5	-0,6
Яг-09-523	22,4	17,9	22,9	25,6	22,2	-16,8	0,7
Яг-07-652	19,8	20,6	14,4	35,2	22,5	-15,7	1,9
Яг-07-643	23,9	19,6	22,8	31,2	24,4	-8,6	1,2
Яг-07-599	19,7	17,5	20,0	25,6	20,7	-22,5	0,9
Яг-06-83	17,3	18,4	21,7	23,2	20,2	-24,3	0,6
Яг-08-1269	23,1	19,4	25,8	35,2	25,9	-3,0	1,7
Р-743-09	19,6	20,5	22,5	31,2	23,5	-12,0	1,3
Спартак	24,0	19,9	25,2	20,0	22,3	-16,5	-0,2
Указ	25,3	25,8	27,5	19,2	24,5	-8,2	-0,8
Юбиляр	21,2	23,8	19,1	32,8	24,2	-9,4	1,2
Ульяновец	20,0	19,3	18,4	39,0	24,2	-9,4	2,4
НСР	2,1	3,8	4,1	3,8	–	–	–
Индекс среды	-1,70	-3,41	-0,40	5,52	–	–	–

Таблица 7 – Корреляционные связи между различными факторами погоды и урожайностью гороха в условиях Среднего Приамурья

Показатель	Сумма осадков, мм	Сумма температур, °С	ГТК	Урожайность, ц/га
Сумма осадков, мм	1,00	0,47	0,87*	–0,49
Сумма температур, °С	0,47	1,00	0,01	–0,80
ГТК	0,87*	0,01	1,00	–0,17
Урожайность, ц/га	–0,49	–0,80	–0,17	1,00
*Достоверно при p равном 0,5.				

Заключение. Таким образом, в результате изучения данного набора сортообразцов гороха по длине вегетации, выделены генотипы, сочетающие оптимальную продолжительность вегетационного периода для возделывания в агроценозах Среднего Приамурья и дальнейшего создания нового исходного материала.

В гидротермических условиях региона предпочтительно возделывать сорта гороха с относительно коротким периодом органогенеза, в том числе за счёт укороченного репродуктивного периода, что позволяет ослабить неблагоприятное воздействие муссонных дождей. Установлено, что оптимальная продолжительность вегетационного периода должна укладываться в 70 дней с учетом сева в третьей декаде апреля.

Выявлена положительная связь между продолжительностью всего вегетаци-

онного периода и длительностью периода от массового цветения до созревания (коэффициент корреляции равен $0,63 \pm 0,05$).

В результате исследований определены образцы Аксайский усатый 55, ЯГ-06-83, ЯГ-08-1269, имеющие в исследуемой группе самый короткий вегетационный период. Сортообразцы Р-743-09 и Юбиляр имели минимальную продолжительность периода от всходов до массового цветения и количество узлов до первого боба. Выделившиеся сортообразцы можно использовать при селекции раннеспелых сортов гороха для Среднего Приамурья.

Выявлена высокая зависимость урожайности гороха от гидротермических условий в период вегетации. Сортообразцы Аксайский усатый 55, Л-104-13 и ЯГ-08-1269 можно использовать в селекции интенсивных высокоурожайных сортов для Среднего Приамурья.

Список источников

1. Бельшклина М. Е. Проблема производства растительного белка и роль зерновых бобовых культур в ее решении // Природообустройство. 2018. № 2. С. 65–73.
2. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Зотиков В. И. Отечественная селекция зернобобовых и крупяных культур // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 3 (35). С. 12–19.
4. Лихачева Л. И., Козионова Е. Г. Изучение коллекционного материала гороха // Агропродовольственная политика России. 2018. № 10 (82). С. 50–53.
5. Лихачева Л. И., Козионова Е. Г. Новые генетические ресурсы для улучшения качества гороха посевного (*Pisum sativum* L.) // Теория и практика современной науки. 2018. № 4 (34). С. 363–367.
6. Метеорологические условия села Восточное Хабаровского края // Метеостанция Дальневосточного научно-исследовательского института сельского хозяйства. URL : <https://fieldclimate.com> (дата обращения 20.03.2020).
7. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М. : Колос, 1989. 38 с.

8. Методика государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур. М. : Колос, 1985. 240 с.
9. Пакудин В. З., Лопатина Л. М. Оценка экологической пластичности и стабильности сортов сельскохозяйственных культур // Сельскохозяйственная биология. 1984. № 4. С. 109–113.
10. Особенности формирования содержания белка в зерне гороха в условиях Западной Сибири / И. В. Пахотина, Л. В. Омелянюк, Е. Ю. Игнатьева [и др.] // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2020. № 10. С. 60–67.
11. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений / В. И. Зотиков, А. А. Полухин, Н. В. Грядунова [и др.] // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. № 4 (36). С. 5–17.
12. Фадеева А. Н., Гареев Р. Г. Целесообразность расширения видового состава зернобобовых культур в Татарстане // Кормопроизводство. 2000. № 12. С. 27–29.
13. Фадеева А. Н., Шурхаева К. Д. Адаптивные свойства сортов гороха селекции Татарского научно-исследовательского института сельского хозяйства // Зернобобовые и крупяные культуры. 2021. № 4 (40). С. 5–14.
14. Шелепина Н. В. Потребительские свойства гороха современной селекции // Актуальные аспекты фундаментальных и прикладных исследований : сб. науч. тр. Орёл : Орловский государственный университет экономики и торговли, 2016. С. 215–219.

References

1. Belyshkina M. E. Problema proizvodstva rastitel'nogo belka i rol' zernovyh bobovyh kul'tur v ee reshenii [The problem of vegetable protein production and the role of grain legumes in its solution]. *Prirodoobustrojstvo. – Environmental management*, 2018; 2: 65–73 (in Russ.).
2. Dospikhov B. A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy) [Field experiment technique (with the basics of statistical processing of research results)]*, Moskva, Agropromizdat, 1985, 351 p. (in Russ.).
3. Zotikov V. I. Otechestvennaya selekciya zernobobovyh i krupyanyh kul'tur [Domestic selection of leguminous and cereal crops]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury. – Legumes and cereals*, 2020; 3 (35): 12–19 (in Russ.).
4. Lihacheva L. I., Kozionova E. G. Izuchenie kollekcionnogo materiala goroha [The study of the collection material of peas]. *Agroprodovol'stvennaya politika Rossii. – Agri-food policy of Russia*, 2018; 10 (82): 50–53 (in Russ.).
5. Lihacheva L. I., Kozionova E. G. Novye geneticheskie resursy dlya uluchsheniya kachestva goroha posevnogo (*Pisum sativum* L.) [New genetic resources for improving the quality of peas (*Pisum sativum* L.)]. *Teoriya i praktika sovremennoj nauki. – Theory and practice of modern science*, 2018; 4 (34): 363–367 (in Russ.).
6. Meteorologicheskie usloviya sela Vostochnoe Habarovskogo kraja [Meteorological conditions vil. Vostochnoe Khabarovskiy kraj]. *Fieldclimate.com* Retrieved from <https://fieldclimate.com> (Accessed 20 March 2020) (in Russ.).
7. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyajstvennyh kul'tur [Methodology of state variety testing of agricultural crops]*, Moskva, Kolos, 1989, 38 p. (in Russ.).
8. *Metodika gosudarstvennoj komissii po sortoispytaniyu sel'skokhozyajstvennyh kul'tur [Methodology of the State Commission for Variety Testing of Agricultural Crops]*, Moskva, Kolos, 1985, 240 p. (in Russ.).
9. Pakudin V. Z., Lopatina L. M. Otsenka ekologicheskoy plastichnosti i stabil'nosti sortov sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [Assessment of ecological plasticity and stability of crop varieties]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya. – Agricultural Biology*, 1984; 4: 109–113 (in Russ.).
10. Pahotina I. V., Omelyanyuk L. V., Ignat'eva E. Yu., Asanov A. M. Osobennosti formirovaniya soderzhaniya belka v zerne goroha v usloviyah Zapadnoj Sibiri [Features of the formation of protein content in pea grain in the conditions of Western Siberia]. *Vestnik*

Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University, 2020; 10: 60–67 (in Russ.).

11. Zotikov V. I., Poluhin A. A., Gryadunova N. V., Sidorenko V. S., Hmyzova N. G. Razvitiye proizvodstva zernobobovyh i krupyanyh kul'tur v Rossii na osnove ispol'zovaniya selekcionnyh dostizhenij [Development of the production of leguminous and cereal crops in Russia based on the use of breeding achievements]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury. – Legumes and cereals*, 2020; 4 (36): 5–17 (in Russ.).

12. Fadeeva A. N., Gareev R. G. Celesoobraznost' rasshireniya vidovogo sostava zernobobovyh kul'tur v Tatarstane [Expediency of expanding the species composition of leguminous crops in Tatarstan]. *Kormoproizvodstvo. – Fodder production*, 2000; 12: 27–29 (in Russ.).

13. Fadeeva A. N., Shurhaeva K. D. Adaptivnye svoystva sortov goroha selektsii Tatarskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sel'skogo hozyajstva [Adaptive properties of pea cultivars bred at the Tatar Scientific Research Institute of Agriculture]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury. – Legumes and cereals*, 2021; 4 (40): 5–14 (in Russ.).

14. Shelepina N. V. Potrebitel'skie svoystva goroha sovremennoj selektsii [Consumer properties of peas of modern selection]. Proceeding from *Aktual'nye aspekty fundamental'nyh i prikladnyh issledovaniy – Current aspects of fundamental and applied research*. (PP. 215–219), Oryol, Orlovskij gosudarstvennyj universitet ekonomiki i torgovli, 2016 (in Russ.).

© Асеева Т. А., Шепель О. Л., Хорняк М. П., 2022

Статья поступила в редакцию 28.01.2022; одобрена после рецензирования 16.02.2022; принята к публикации 01.03.2022.

The article was submitted 28.01.2022; approved after reviewing 16.02.2022; accepted for publication 01.03.2022.

Информация об авторах

Асеева Татьяна Александровна, доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, главный научный сотрудник, Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, aseeva59@mail.ru;

Шепель Оксана Леонидовна, старший научный сотрудник, Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, sestr71@rambler.ru;

Хорняк Маргарита Павловна, младший научный сотрудник, Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, margaritaz9743@gmail.com

Information about authors

Tatiana A. Aseeva, Doctor of Agricultural Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher, Far Eastern Agricultural Research Institute, aseeva59@mail.ru;

Oksana L. Shepel, Senior Researcher, Far Eastern Agricultural Research Institute, sestr71@rambler.ru;

Margarita P. Khornyak, Junior Researcher, Far Eastern Agricultural Research Institute, margaritaz9743@gmail.com