

ФОРМИРОВАНИЕ И ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ ГОРОХА И ВЗАИМОСВЯЗЬ ИХ С УРОЖАЙНОСТЬЮ

К.Д. ШУРХАЕВА, кандидат сельскохозяйственных наук,
ORCID 0000-0001-9375-9662, E-mail: shurhaeva.k@yandex.ru.,

А.Н. ФАДЕЕВА, кандидат биологических наук

А.Т. ХУСНУТДИНОВА, кандидат сельскохозяйственных наук,
ORCID 0000-0001-2345-6789

Т.Н. АБРОСИМОВА, научный сотрудник

ТАТАРСКИЙ НИИСХ – ОСП ФИЦ «КАЗАНСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РАН»

Прогресс в селекции сопровождался значительными морфофизиологическими преобразованиями растения в результате выявления рецессивных аллелей мутантной природы и внедрения их в генотипы сортов. Для совершенствования эффективности отбора селекционного материала с высокой продуктивностью важно оценить вариабельность основных ее структурных элементов. Изучение сопряженности урожайности с ее основными составляющими элементами имеет большое значение в работе по выведению новых сортов зернового гороха. Установлена динамика формирования и изменчивости элементов продуктивности в контрастных условиях гидротермических показателей. В процессе селекции на устойчивость к раскрыванию бобов на основе признака облегченного боба за счет редукции формирования лигнина у сортов Кабан, Фрегат, Велес, Средневожжский 2, Купидон на растении увеличилось число продуктивных узлов, бобов, семян на растении, семян в бобе. При этом крупность семян уменьшилась, масса 1000 семян сортов данного направления усатого морфотипа не превышала в среднем 171,4-194,3 г. Среди сортов с луцильными бобами высокое значение массы семян с растений получено у усатого сорта Нарат, достигнутая сбалансированными средними значениями слагающих ее элементов.

*Корреляционный анализ урожайности и основных морфоструктурных показателей растений по средним за годы исследований значением выявил, что урожайность семян изученных сортов существенно положительно зависела от параметров числа семян ($r=0,77^{**}$) в бобе ($r=0,82^{**}$), массы семян на растении ($r=0,62^*$). По мере увеличения длины растения, числа семян на растении и в бобе потенциал урожайности сортов с деформацией лигнина был реализован на более высоком уровне. Обнаруженная отрицательная зависимость между урожайностью и массой 1000 семян ($r = - 0,70^*$) указывает на преимущество селекции гороха на снижение крупности семян.*

Ключевые слова: горох, элементы продуктивности, изменчивость параметров продуктивности, корреляция, урожайность.

Для цитирования: Шурхаева К.Д., Фадеева А.Н., Хуснутдинова А.Т., Абросимова Т.Н. Формирование и изменчивость элементов продуктивности сортов гороха и взаимосвязь их с урожайностью. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 4(44):32-39. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-4-32-39

FORMATION AND VARIABILITY OF THE ELEMENTS OF PRODUCTIVITY OF PEA VARIETIES AND THEIR RELATIONSHIP WITH YIELD

K.D. Shurkhaeva, A.N. Fadeeva, A.T. Khusnutdinova, T.N. Abrosimova

TATAR RESEARCH INSTITUTE OF AGRICULTURE - SSU FRC «KazSC RAS»

Abstract: Progress in breeding was accompanied by significant morphophysiological transformations of the plant as a result of the identification of recessive alleles of a mutant nature and their introduction into the genotypes of varieties. To improve the efficiency of selection of breeding material with high productivity, it is important to assess the variability of its main structural elements. The study of the correlation of productivity with its main constituent elements is of great importance in the work on breeding new varieties of grain peas. The dynamics of the formation and variability of productivity elements in contrasting conditions of hydrothermal indicators has been established. In the process of breeding for resistance to bean opening on the basis of the trait of a lightweight bean due to the reduction of lignin formation in the varieties Kaban, Fregat, Veles, Srednevolzhskii 2, Kupidon, the number of productive nodes, beans, seeds per plant, seeds per bean increased on the plant. At the same time, the seed size decreased, the weight of 1000 seeds of varieties of this tendril trend morphotype did not exceed an average of 171.4-194.3 g. Among varieties with shelling beans, a high value of seed weight per plant was obtained in tendril variety Narat, achieved by balanced average values of its constituent elements.

Correlation analysis of the yield and the main morphostructural indicators of plants according to the average values over the years of research revealed that the yield of seeds of the studied varieties significantly positively depended on the parameters of the number of seeds ($r=0,77^{**}$) in a pod ($r=0,82^{**}$), weight of seeds per plant ($r=0,62^*$). As the length of the plant, the number of seeds per plant and per pod increased, the yield potential of varieties with lignin deformation was realized at a higher level. Found negative relationship between yield and weight of 1000 seeds ($r = - 0,70^*$) indicates the advantage of pea breeding in reducing seed size.

Keywords: peas, productivity elements, variability of productivity parameters, correlation, productivity.

Введение

Зернобобовые культуры являются важной и специфической составной частью структуры посевных площадей во всем зерновом комплексе России. Во многих регионах горох обеспечивает наибольший урожай зерна и сбор белка с гектара [1].

Прогресс в селекции сопровождался значительными морфофизиологическими преобразованиями растения в результате выявления рецессивных аллелей мутантной природы и внедрения их в генотипы сортов. Современные сорта характеризуются укороченным стеблем, в большинстве случаев усатым типом листа, лучшим развитием элементов продуктивности, более высокой аттрагирующей активностью плодов и семян, эффективной с точки зрения продукционного процесса системой донорно-акцепторных отношений [2, 3, 4].

В последние годы эффективно внедряются сорта с частичным пергаментным слоем, что обуславливает устойчивость к раскрыванию бобов [5].

Урожайность сорта является результатом сложного взаимодействия генотипа не только с почвенно-климатическими условиями, но и технологическими приемами возделывания. Важным показателем для реализации потенциала урожайности гороха является продуктивность, которая сдерживается из-за низкой чувствительности к неблагоприятным факторам среды [6].

Для совершенствования эффективности отбора селекционного материала с высокой продуктивностью важно оценить вариабельность основных составляющих элементов структуры урожая [7]. Установлено, что признаки число фертильных узлов, бобов и семян на растении, масса семян с растения характеризуются высокой модификационной изменчивостью, в связи, с чем выявление ценных генотипов по этим признакам затруднено. Наиболее стабильными признаками являются масса 1000 семян, длина стебля [8, 9].

По данным ученых методами селекции можно оптимизировать некоторые показатели элементов структуры урожая путем увеличения озерненности растений на 26,4% за счет снижения массы 1000 семян [10].

Изучение связи продуктивности с ее основными составляющими элементами имеет большое значение в работе по выведению новых сортов зернового гороха. Выявлены

различия во взаимосвязях между различными морфотипами. Установлено, что у листочковых форм гороха значительный вклад на формирование продуктивности оказала масса 1000 семян, а у усатого – число продуктивных узлов и бобов на растении [11]. На основании корреляционного анализа выявлено, что между продуктивностью зерна и элементами структуры сопряженность усиливалась в засуху [12]. Наличие зависимостей определенного характера уточняет значимость каждого признака и эффективность его использования для достижения конечных результатов.

Цель работы – изучить формирование элементов продуктивности современных сортов гороха и изменчивость по годам. Выявить корреляционную зависимость и определить решающую роль в повышении потенциала урожайности следующих показателей: длина растения, число сформировавшихся продуктивных узлов, бобов, семян на растении, семян в бобе, продуктивность семян, масса 1000 семян.

Материал и методы исследования.

Полевые исследования закладывались на опытных участках землепользования Татарского НИИСХ. Почвы опытных участков серые лесные, характеризовались слабокислой реакцией (рН 5,3...5,8 ед. по Тюрину). Содержание гумуса колебалось от 2,97 до 3,83%, подвижного фосфора и калия, соответственно, в пределах 155-480 и 77-145 мг/кг почвы (по Кирсанову).

Объектом исследований послужили сорта гороха селекции Татарского НИИСХ различных морфологических групп. К генотипам с комплексом рецессивных признаков относились Фрегат, Велес, Средневожский 2, Купидон (усатый морфотип, деформация лигнина в створках боба). В группу сортов с усатым типом листа и луцильными бобами вошли Варис, Ватан, Нарат, Салават. Сорта Тан, Венец характеризовались листочковой формой листа и хорошо лигнифицированными створками боба, сорт Кабан с частичным пергаментным слоем.

Убранные растения с учетных площадок использовали для анализа элементов структуры урожая. Проведен вариационно-статистический, (Доспехов Б.А., 2011) и корреляционный анализы с использованием пакета программ Microsoft Excel XP.

Результаты и обсуждение

За период 2018-2021 гг. исследований распределение гидротермических показателей было неравномерным.

В 2018 году низкое значение ГТК (0,77) указывало на засушливые условия на протяжении всего вегетационного периода. В фазе начального роста растений среднесуточная температура была ниже нормы на 3,2°C (рис. 1).

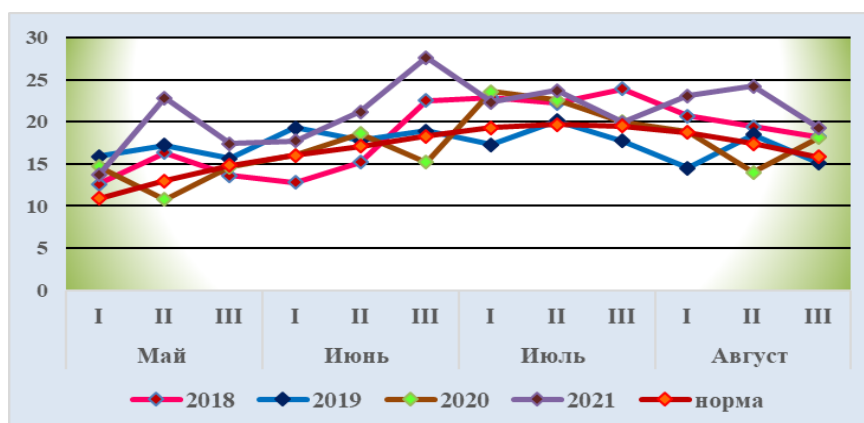


Рис 1 Среднесуточная температура воздуха за период исследования

С наступлением фазы начала цветения повысилась с отклонением от нормы на 23%, максимальная температура достигала уровня 35°C. Ощущался дефицит влаги, выпало всего 4 мм осадков (рис. 2).

В 2019 году значение ГТК на уровне 1,08 за вегетационный период свидетельствовал об умеренном режиме тепло и влагообеспечения. В фазе линейного роста растений и закладки бутонов вследствие повышенной среднесуточной температуры ГТК снизился до 0,87. Фаза образование бобов и налив семян сопровождалась излишними осадками (ГТК=1,38).

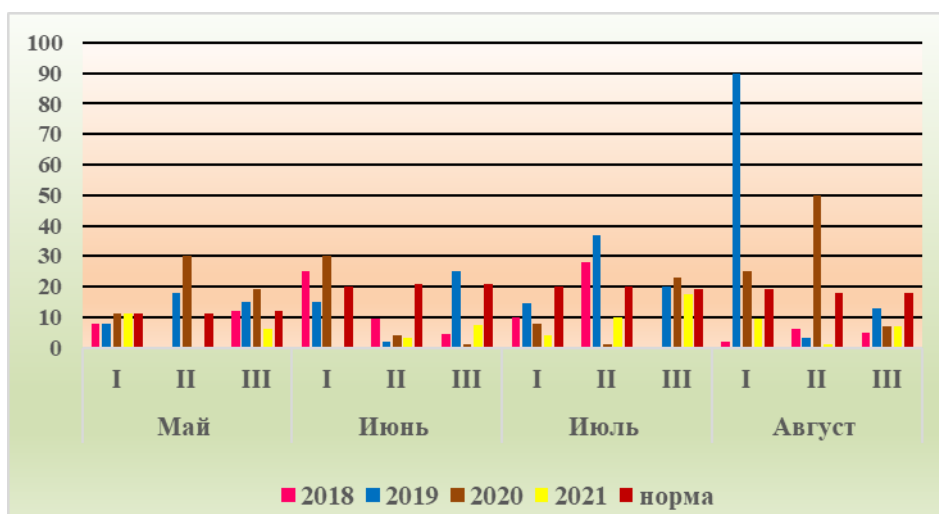


Рис. 2. Сумма осадков за период исследования

Условия 2020 складывались благоприятно в мае, для нормального роста и развития всходов, формирования урожайности, значение ГТК составляло 1,71 (табл. 1). В фазе цветения растения испытывали недостаточное увлажнение (ГТК=0,65). В последующий период при формировании потенциала урожая условия повышенной среднесуточной температуры на 22,0% от нормы и дефицита осадков на 60% привели к понижению показателя ГТК на уровне 0,11.

Таблица 1

Показатели гидротермического коэффициента по фазам развития растений гороха (сорт Ватан)

Фаза	2018	2019	2020	2021
Посев-всходы	0,61	0,03	1,44	0,08
Всходы-начало цветения	0,83	0,87	1,71	0,15
Цветение	0,38	1,03	0,24	0
Конец цветения-созревание	0,81	1,38	0,11	0,21
Всходы-созревание	0,77	1,08	0,65	0,15

В 2021 году остро засушливые условия сохранялись на протяжении всего периода вегетации. Установлена низкая амплитуда колебаний гидротермического показателя межфазных периодов от 0-0,21. В конце посева установилась жаркая сухая погода, максимальная температура достигала высокого уровня, в пределах 27-35°C, среднесуточная отклонялась от нормы до 9,3. Условия продолжительной засухи оказали влияние на низкий уровень закладки потенциала урожайности.

Формирование потенциала гороха обеспечивается генотипическими особенностями комплекса элементов структуры продуктивности растений, влияющих на формирование урожайности. В таблице 2 представлена характеристика биометрических показателей растений изученных сортов.

По средним за годы изучения значениям длины растений сорта можно подразделить на три группы. Группа короткостебельных сортов (Венец, Варис, Салават, Ватан) характеризовались высокой устойчивостью к полеганию с колебаниями длины стебля 47,0-48,9 см.

Во вторую группу вошли сорта Кабан, Нарат, Фрегат, Средневожский 2, длина растений которых в среднем составила 54,7-59,9 см. Усатые генотипы этой группы (Нарат, Фрегат, Средневожский 2) также хорошо устойчивы к полеганию и пригодны для уборки прямым комбайнированием. Более высокорослые сорта Тан, Велес, Купидон с длиной растений в пределах 62,9-68,3 см вошли в третью группу. Как правило, на практике такие сорта возделываются в качестве зерноукосного использования в одновидовых и смешанных посевах. В годы с высокой влагообеспеченностью они склонны к полеганию, особенно листочковые формы.

Таблица 2

Средние значения биометрических параметров растений гороха, (2018-2021 гг.)

Сорт	Длина растений, см	Число на растении			Число семян в бобе	Масса семян, г	Масса 1000 семян, г
		продуктивных узлов	бобов	семян			
Тан	64,6	2,0	3,5	12,0	3,4	2,93	243,6
Венец	47,0	2,3	4,0	12,5	3,0	3,07	241,3
Кабан	54,6	2,8	4,9	16,1	3,2	3,18	194,3
Варис	47,0	2,0	3,4	10,8	3,1	2,52	234,3
Ватан	48,9	2,0	3,6	11,0	3,1	2,70	241,3
Нарат	54,7	2,2	3,8	14,3	3,7	3,23	222,5
Салават	47,3	2,0	3,6	12,3	3,3	3,00	237,2
Фрегат	59,9	2,3	4,1	16,4	3,9	2,90	171,4
Велес	62,9	2,3	4,0	16,9	4,2	3,14	182,0
Средневожский 2	58,0	2,6	4,5	17,7	3,9	3,10	173,1
Купидон	68,3	2,6	3,9	15,8	4,3	3,90	185,3

Минимальной изменчивостью признака характеризовался перспективный сорт Купидон, значение коэффициента вариации установлено на уровне 16,2% (табл. 3).

Обнаружено, что в процессе селекции на устойчивость к раскрытию бобов на основе признака облегченного боба за счет редукции формирования лигнина (Кабан, Фрегат, Велес, Средневожский 2, Купидон) на растении увеличилось число продуктивных узлов в среднем до 2,3-2,8, бобов на растении – 3,9-4,9, семян 15,8-17,7, семян в бобе – до 3,9-4,2. Масса семян на растении у лучших сортов достигала 3,14-3,90 г.

Максимально высокие значения установлены у беспергаментных сортов и по годам исследования. В остро засушливых условиях Велес и Купидон сформировали большее число семян (10,6-10,3), сорт Кабан бобов на растении (3,6). По массе семян Купидон не уступал листочковому сорту Тан, значения соответственно составляли 1,67; 1,71 г. Сорт Велес выделился узкой амплитудой ($CV=7,2\%$) и высокими значениями числа семян в бобе по годам исследования. При этом крупность семян уменьшилась, масса 1000 семян сортов данного направления не превышала в среднем 171,4-194,3 г. Среднее значение коэффициента вариации ($CV=10,4-16,2$) свидетельствовал о стабильности показателя по годам у всех изученных сортов, причем наименьший предел изменчивости наблюдался у сортов Купидон и Венец ($CV=10,4-10,5$).

Генотипы с луцильными бобами характеризовались более крупными семенами в пределах 222,5-243,6 г. Максимальный потенциал по комплексу биометрических показателей (длина растения, число продуктивных узлов, бобов, семян на растении, семян в бобе) сортов получен в условиях умеренного тепло и влагообеспечения в фазе линейного роста растений.

Среди представленной группы высокое значение массы семян с растений получено у усатого сорта Нарат (3,23 г), достигнутая сбалансированными средними значениями перечисленных признаков.

Таблица 3

Изменчивость элементов продуктивности сортов гороха, CV, %

Сорт	Длина растений, см	Число на растении			Число семян в бобе	Масса семян, г	Масса 1000 семян, г
		продуктивных узлов	бобов	семян			
Тан	31,5	21,5	25,4	33,7	11,8	38,7	16,2
Венец	37,8	18,9	27,1	44,8	22,1	49,3	10,5
Кабан	35,2	35,0	36,4	49,1	15,8	55,7	13,3
Варис	33,0	10,3	20,2	36,8	21,2	38,9	10,7
Ватан	31,9	21,2	34,8	47,5	13,2	56,1	15,6
Нарат	31,6	31,3	43,2	54,7	13,2	60,0	11,4
Салават	37,5	41,6	41,0	55,4	16,5	62,2	15,6
Фрегат	34,0	27,7	33,2	48,2	23,4	58,9	16,1
Велес	27,9	23,8	31,0	38,3	7,2	49,9	14,7
Средневожский 2	29,0	35,1	40,9	52,5	15,6	54,7	11,3
Купидон	16,2	28,6	39,2	36,1	20,2	47,6	10,4

Проведенный анализ корреляционных взаимосвязей биометрических показателей на урожайность выявил неоднозначный характер в зависимости от условий внешней среды. В 2020 году значимой взаимосвязи урожайности с составляющими ее элементами не обнаружено. В засушливых условиях (2018-2021) урожайность повышалась у среднерослых сортов, зависела в большей степени от числа семян на растении ($r=0,71^*$, $0,85^{**}$) и в бобе ($r=0,66^*$, $0,67^*$).

Таблица 4

Коэффициент корреляции урожайности семян и морфоструктурных параметров гороха, 2018-2021 гг.

Признак	Длина растения	Число на растении			Число семян в бобе	Масса семян, г	Масса 1000 семян, г
		продуктивных узлов	бобов	семян			
Урожайность	0,53	0,51	0,40	0,77**	0,82**	0,62*	-0,70*
Длина растений		0,40	0,20	0,61*	0,82**	0,40	-0,60*
Число продуктивных узлов			0,91**	0,80**	0,41	0,62*	-0,73*
Число бобов				0,78**	0,21	0,62*	-0,68*
Число семян					0,76**	0,67*	-0,95**
Число семян в бобе							-0,77**

Примечание: *значимо на уровне ($P>0,05$), ** значимо на уровне ($P>0,01$)

С удлинением стебля связано формирование семян на растении ($r=0,63^*$, $0,84^{**}$), в бобе ($r=0,66^*$, $0,88^{**}$) и увеличивалась масса семян ($r=0,61^*$, $0,63^*$). Между признаками число продуктивных узлов и бобов; семян на растении и в бобе установлена положительная корреляция на высоком уровне. В 2021 году снижение массы 1000 семян способствовало повышению потенциала урожайности ($r=-0,76^{**}$) за счет увеличения числа семян на растении ($r=-0,85^{**}$).

Во влажных условиях высокой реализации потенциала урожайности способствовало увеличение числа семян в бобе ($r=0,76^{**}$), который также сопряжен и с длиной стебля ($r=0,82^{**}$). По мере увеличения числа продуктивных узлов на растении формировалось

наибольшее число бобов, семян на растении, возростала и масса семян, коэффициент корреляции составлял $r=0,98^{**}$, $0,87^{**}$, $0,82^{**}$. Высокий уровень взаимосвязи установлен между параметрами: число бобов и семян ($r=0,85^{**}$), масса семян на растении ($r=0,87^{**}$), число и масса семян ($r=0,81^{**}$). С уменьшением массы 1000 семян увеличивалась урожайность ($r=-0,63^*$), формировалось больше продуктивных узлов ($r=-0,61^*$), семян на растении ($r=-0,87^{**}$), и в бобе ($r=-0,86^{**}$).

Корреляционный анализ урожайности и основных морфоструктурных показателей растений по средним за годы исследований значениям выявил, что урожайность семян изученных сортов существенно положительно зависела от параметров числа семян ($r=0,77^{**}$) в бобе ($r=0,82^{**}$), массы семян на растении ($r=0,62^*$) (табл.4).

Установлено, что с удлинением стебля повышалось число семян на растении ($r=0,61^*$) в бобе ($r=0,82^{**}$). Число бобов и семян положительно коррелировало с числом продуктивных узлов на растении ($r=0,91^{**}$, $r=0,80^{**}$) и с массой семян ($r=0,62^*$). Отмечена прямая взаимосвязь числа семян в бобе с числом семян на растении ($r=0,76^{**}$). Но с массой 1000 семян наблюдалась обратная зависимость с урожайностью ($r=-0,70^*$) и всеми параметрами продуктивности.

Заключение

Высокое значение массы семян достигнуто у сорта Нарат с луцильными бобами за счет высокой сбалансированности комплекса элементов продуктивности.

В процессе селекции на устойчивость к раскрыванию бобов на основе признака облегченного боба за счет редукции формирования лигнина (Кабан, Фрегат, Велес, Средневолжский 2, Купидон) по мере увеличения длины растения, числа продуктивных узлов, бобов, семян на растении и числа семян в бобе потенциал урожайности был реализован на более высоком уровне. Масса семян на растении у лучших сортов достигала 3,14-3,90 г. Среди представленной группы обнаруженная отрицательная зависимость между урожайностью и массой 1000 семян указывает на преимущество селекции гороха на снижение крупности семян.

Статья подготовлена в рамках Государственного задания ТамНИИСХ – ФИЦ КазНЦ РАН по теме НИР № 122011800138-7.

Литература

1. Зотиков В.И., Полухин А.А., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Хмызова Н.Г. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2020. – № 4 (36). – С. 5-17. DOI:10.24411/2309-348X-2020-11198
2. Зеленов А.Н., Зеленов А.А. Повышение биоэнергетического потенциала растения - актуальная проблема селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. – № 4 (20). – С. 9-15.
3. Кондыков И.В. Основные достижения и приоритеты в селекции гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2012. – № 1. – С. 37-45.
4. Задорин А.М., Уваров В.Н., Зеленов А.Н., Зеленов А.А. Перспективные морфотипы гороха // Земледелие. – 2014. - №4. - С. 24-25.
5. Фадеева А.Н., Шурхаева К.Д. Адаптивные свойства сортов гороха селекции Татарского НИИСХ // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2021. – №4 (40). – С. 5-14. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-5-14
6. Лысенко А.А. Урожайность сортов зернового гороха при изменении погодных условий в Приазовской зоне Ростовской области // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2020. - №2(34). - С. 13-20. DOI:10.24411/2309-348X-2020-11164
7. Шурхаева К.Д., Фадеева А.Н. Изменчивость элементов продуктивности коллекционных образцов гороха // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 3 (15). – С. 71-76.

8. Ашиев А.Р., Хабибуллин К.Н., Скулова М.В. Элементы структуры урожая у листочковых и усатых образцов гороха: изменчивость, взаимосвязи и перспективы их использования в селекционном процессе // *Зерновое хозяйство России*. – 2019. – № 3 (63). – С. 40-43.
9. Пислегина С.С., Четверных С.А. Изучение перспективных линий гороха в условиях Кировской области // *Материалы VI Международной научно-практической конференции (к 125-летию Федерального аграрного научного центра Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого)*. – 2020. – С. 156-161.
10. Гайнуллина К.П., Давлетов Ф.А. Изменчивость элементов структуры урожая у усатых сортов гороха в результате селекции на высокую семенную продуктивность // *Научные труды Северо - Кавказского ФНЦ садоводства, виноградарства, виноделия*. – 2020. – Т. 29. – С. 127-131.
11. Лихачева Л.И., Москалев А.В. Взаимосвязь элементов продуктивности у гороха с усатым и листочковым морфотипом // *Достижения науки и техники АПК*. – 2021. – Т.35. – С. 15-19. DOI: 10.24411/0235-2451-2021-10603
12. Пономарева С.В. Вариационная изменчивость и корреляционная взаимосвязь между зерновой урожайностью и ее элементами структуры у сортов гороха полевого (*Pisum arvense* L.) // *Международный сельскохозяйственный журнал*. – 2021. – № 6 (384). – С. 50-52.

References

1. Zotikov V.I., Polukhin A.A., Grydunova N.V., Sidorenko V.S., Khmyzova N.G. Development of production of legumes and cereals in Russia based on the use of breeding achievements. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, no. 4(36), pp. 5-17. (In Russian)
2. Zelenov A.N., Zelenov A.A. Increasing the bioenergetic potential of a plant - an actual problem of pea breeding. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2016, no. 4 (20), pp. 9-15. (In Russian)
3. Kondykov I.V. Main achievements and priorities in pea breeding. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2012, no. 1, pp. 37-45. (In Russian)
4. Zadorin A.M., Uvarov V.N., Zelenov A.N., Zelenov A.A. Perspective morphotypes of peas *Zemledelie*, 2014, no. 4, pp. 24-25. (In Russian)
5. Fadeeva, A.N., Shurkhaeva K.D. Adaptive properties of pea varieties of breeding of the Tatar Research Institute. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2021, no. 4(40), pp. 5-14. DOI: 10.24412/2309-348X-2021-4-5-14 (In Russian)
6. Lysenko A.A. Urozhnost' sortov zernovogo gorokha pri izmenenii pogodnykh uslovii v Priazovskoi zone Rostovskoi oblasti [Productivity of varieties of grain peas under changing weather conditions in the Azov zone of the Rostov region]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2020, №2(34), pp. 13-20. DOI:10.24411/2309-348X-2020-111647. (In Russian)
7. Shurkhaeva K.D., Fadeeva A.N. Variability of productivity elements of collection samples of peas. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2015, no. 3(15), pp. 71-76. (In Russian)
8. Ashiev A.R., Khabibullin K.N., Skulova M.V. Elements of crop structure in leafy and whiskered pea samples: variability, interrelations and prospects of their use in the breeding process. *Grain farming of Russia*, 2019, no.3 (63), pp. 40-43. (In Russian)
9. Pislegina S.S., Chetvernykh S.A. Study of perspective pea lines in the conditions of the Kirov region. Materials of the VI International Scientific and Practical Conference (on the 125th anniversary of the N.V. Rudnitsky Federal Agrarian Scientific Center of the North-East), 2020, pp. 156-161. (In Russian)
10. Gainullina K.P., Davletov F.A. Variability of crop structure elements in mustachioed pea varieties as a result of selection for high seed productivity. Scientific works of the North Caucasian Federal Research Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking, 2020, vol. 29, pp. 127-131. (In Russian)
11. Likhacheva L.I., Moskaev A.V. The relationship of productivity elements in peas with the whiskered and leafy morphotype. *Achievements of science and technology of agriculture*, 2021, vol.35, pp. 15-19. (In Russian)
12. Ponomareva S.V. Variational variability and correlation between grain yield and its structural elements in varieties of field peas (*Pisum arvense* L.). *International Agricultural Journal*, 2021, no.6 (384), pp. 50-52. (In Russian)