

УДК 635.656:631.527:631.559

**ФОРМИРОВАНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ СОРТОВ ГОРОХА ПОСЕВНОГО
С ДЕФОРМАЦИЕЙ ЛИГНИНА В СТОРКАХ БОБА
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЛОТНОСТИ ПОСЕВА**

Фадеева А.Н., Шурхаева К.Д.

Реферат. Оптимальная плотность посева для реализации потенциала сортов регулируется нормой высева семян, подверженная сильной зависимости от генотипических особенностей, влияния агроэкологических, метеорологических факторов. Цель исследований - изучить влияние различных норм высева на реализацию потенциала продуктивности новых сортов гороха посевного Кабан и Фрегат с беспергаментными бобами в контрастных условиях влаго- и теплообеспеченности по фазам развития растений. Условия 2014 года характеризовались дефицитом влаги и повышенным температурным режимом в критические периоды роста растений. Величина потенциала сортов в 2015 году ограничилась жестким режимом в период развития растений и формирования репродуктивных органов. У листочкового сорта Кабан оптимальная структура посева складывалась при густоте посева 1,0-1,2 млн всхожих семян. Лучшие значения выживаемости и сохранности растений в засушливых условиях получены при посеве с минимальной нормой. При улучшении режима влагообеспечения они достигали 95,0 и 98,3 %. Структура посева безлисточкового мелкосемянного сорта Фрегат в условиях недостатка влаги характеризовалась увеличением показателей полевой всхожести, выживаемости и сохранности растений, соответственно до 100,0, 97,8 и 97,9 % при посеве с густотой 1,4 млн всхожих семян. Оптимальная структура складывалась при норме высева 1,2 млн всхожих семян со значениями полевой всхожести 97,5, выживаемости 93,3 и сохранности растений 95,7 %. Увеличение густоты посева приводило к обострению конкурентных взаимоотношений растений, проявившихся в снижении величины массы семян с растений независимо от сортовых особенностей. Доказано высокая доля влияния на изменчивость данного показателя в зависимости от нормы высева, достигающая по сортам 70,8-90,3 %. Значимый эффект условий года оценивался невысокой долей влияния (8,3-9,7 %), взаимодействие данных факторов не оказывало существенного влияния. Максимальная продуктивность посевов единицы площади, определяемая густотой растений и их массой семян, при вычете расходуемых на посев семян у сорта Кабан формировалась при норме высева 1,2 млн всхожих семян независимо от условий года. Оптимальная густота посева сорта Фрегат составляет 1,0 в засушливых и 1,2 млн всхожих семян при повышении влагообеспечения.

Ключевые слова: горох посевной, нормы высева, плотность посева, выживаемость, сохранность, продуктивность, коэффициент размножения.

Введение. Горох посевной занимает обширный ареал распространения, преимущественно возделывается в зоне умеренных широт. В России в 2017 году он высевался на площади 1328 тысяч гектаров, в структуре валового сбора зернобобовых культур доля его составила 77 % [1]. По объему производства гороха РФ (2197 тысяч тонн) на мировом рынке уступала лишь Канаде. По посевной площади и объемам производства горох является лидером среди зернобобовых культур, выращиваемых в Европе [2].

Важным фактором, влияющим на реализацию потенциала урожайности сортов, является оптимальная плотность посева, регулируемая нормой высева семян. Она регламентируется многими факторами, зависит от особенностей сорта, его конкурентоспособности и толерантности в агрофитоценозе и подвержена влиянию условий окружающей среды. Не всегда можно оценивать эффективность нормы высева по фактической урожайности, целесообразность её повышения должна обосновываться дополнительной прибавкой за вычетом высеянных семян [3,4,5]. По данным последних авторов, в Канаде по типовой техно-

логии возделывания гороха экономически выгодная рекомендуемая плотность растений составляет около 90 растений на 1 м². При производстве органической продукции норма высева может достигать 200 семян на 1 м² на плановую густоту 120 растений с учетом полевой всхожести и выживаемости растений в загущенном посеве.

В отечественном растениеводстве в различных зонах возделывания культуры рекомендуемая норма высева зерновых сортов гороха в зависимости от различных факторов колеблется в пределах 1,0-1,5 млн. всхожих семян на 1 гектар [6,7,8]. По крупности семян норма высева дифференцируется в пределах 1,1-1,4 для мелкосемянных и 1,0-1,1 млн. всхожих семян на гектар для крупносемянных сортов.

Повышение нормы высева приводит к увеличению плотности растений, что способствует обострению внутривидовой конкуренции. Часто в результате снижается полевая всхожесть семян и выживаемость растений независимо от сортовых особенностей [9]. По данным некоторых исследователей, значения элементов структуры продуктивности растений

статистически значимо различались по сортам в зависимости от нормы высева. Двукратное увеличение нормы высева от 75 семян/м² приводило к сокращению доли растений к уборке в среднем до 68,8%-57,7% [10]. Расширение разнообразия возделываемых сортов гороха посевного по морфобиологическим признакам, сортоспецифичности по адаптивным свойствам требует выявления реакции новых генотипов на изменение плотности посева в агроценозе. Многими исследованиями получены убедительные данные о существенной зависимости оптимальной плотности посева сортов, различающихся по типу листа, высоте стебля [11,12,13]. Дальнейшее селекционное совершенствование гороха с внедрением в генотипы новых морфологических признаков растений [14,15] ставит задачу разработки оптимальной плотности посева для максимальной реализации потенциала новых сортов. В связи с этим в наших исследованиях поставлена цель изучения реакции новых сортов гороха на изменение густоты посева и рекомендовать оптимальную норму высева при их внедрении в производство.

Условия, материал и методы исследований. Исследования проводились в 2014-2015 гг. на опытном поле Татарского НИИСХ, расположенном в Предкамской зоне Республики Татарстан. Предшественником служила озимая пшеница. Почвы опытного участка – серые лесные, среднесуглинистые с содержанием гумуса 3,05-3,73 (по Тюрину). Характеризуются слабокислой реакцией (рН солевой вытяжки – 5,5), высоким содержанием подвижного фосфора (290 мг/кг), средним и повышенным содержанием обменного калия (85 мг/кг) (по Кирсанову). Перед посевом на опытный участок были внесены удобрения в количестве 96 кг д.в. НРК (2 ц/га азофоски).

Исследования проводились на двух новых сортах гороха Кабан и Фрегат селекции Татарского НИИСХ. Данные селекционные достижения являются первыми результатами селекции на устойчивость к раскрыванию бобов с использованием доноров с безлигниновыми створками бобов [16]. Отсутствие пергаментного слоя в створках обуславливает устойчивость бобов к раскрыванию.

Сорта изучались по четырем нормам высева: 1,0; 1,2; 1,4; 1,6 млн. всхожих семян на гектар. Опыт был заложен в четырех повторениях, учетная площадь делянок – 20 м².

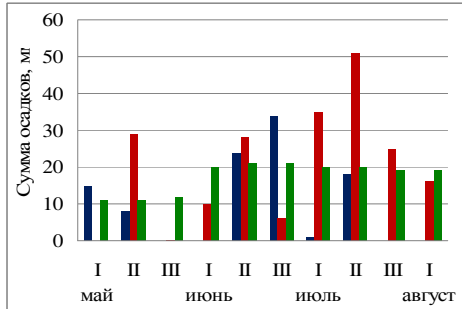
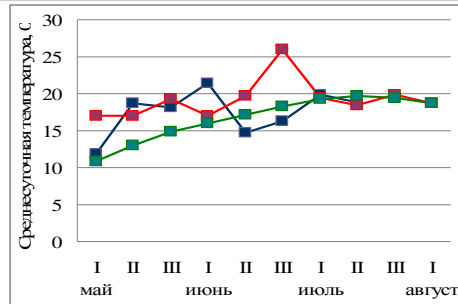
Учет всходов, сохранность и выживаемость растений к уборке проводили на постоянных площадках, заложенных на двух несмежных повторностях. Биометрические параметры растений определяли на растениях, убранных с постоянных площадок. Урожай учитывали взвешиванием и пересчетом на

стандартную влажность (14 %). Статистическая обработка полученных данных осуществлялась по Б.А. Доспехову (1985).

Анализ и обсуждение результатов исследований. Годы проведения исследований характеризовались контрастными гидротермическими параметрами и неравномерным их распределением по фазам роста и развития растений гороха. Засушливые условия складывались в 2014 году, в период вегетации гороха выпало всего 66 мм осадков, гидротермический коэффициент составил 0,58. Особенно напряженные условия наблюдались в фазе линейного роста растений до бутонизации (май и первая декада июня) (рис.). В этот период среднесуточная температура воздуха превышала среднепогодные значения на 2,4-5,7°C, выпало всего 8 мм осадков. В период развития и формирования репродуктивных органов гороха произошло резкое изменение условий влаго- и теплообеспеченности. Снижение показателей среднесуточной температуры воздуха на 2,0-2,4°C ниже нормы сопровождалось обильными осадками, составившими 114-160 % от нормы.

Значение ГТК за вегетационный период в целом в 2015 году указывает на достаточно благоприятный гидротермический режим (1,09), но по фазам развития растений наблюдалось крайнее колебание значений суммы осадков и температуры воздуха. В период нарастания вегетативной массы, формирования репродуктивных органов растений установилась высокая температура воздуха, среднесуточные значения по декадам на 1,0-7,7°C превышали среднепогодные показатели. Периодические осадки, отмеченные в начале развития всходов и перед бутонизацией, носили ливневый характер. Критические условия складывались в фазе цветения. Высокая дневная температура воздуха (до 35°C) сочеталась засушливыми условиями. Умеренные условия установились лишь к фазе формирования бобов и налива семян. Среднесуточная температура колебалась в пределах среднепогодных значений и сопровождалась обильными осадками, превышающими норму в 1,3-2,5 раза.

Результаты подсчетов всходов и числа растений гороха в агроценозах показали, что показатели полевой всхожести, выживаемости и сохранности растений изученных сортов различались в зависимости от норм высева по годам. Полевая всхожесть сорта гороха Кабан в меньшей мере зависела от условий года и повышалась по мере увеличения густоты высева от 92,0 до 97,5 % (табл. 1). Оптимальная структура посева формировалась при заниженных нормах высева. В засушливых условиях 2014 года максимальные значения выживаемости и сохранности растений, соответ-



— 2014 год, — 2015 год, — среднемесячное
Рисунок - Параметры гидротермического режима

ственно 92,0 и 93,0 %, отмечены при посеве сорта с нормой 1,0 млн всхожих семян. В условиях 2015 года предпочтительная норма высева составляет 1,2 млн всхожих семян, при которой выживаемость и сохранность растений составляли 95,0 и 98,3 %.

У мелкосемянного сорта Фрегат закономерно формирования структуры посева имели иные тенденции. В условиях недостаточного увлажнения (2014 г.) показатели полевой всхожести, выживаемости сохранности закономерно повышались по мере уплотнения

посевов. Максимальных значений они достигали при норме высева 1,4 млн. всхожих семян: 100,0 97,8 и 97,9 %. Повышение влагообеспечения не оказали положительного влияния на структуру посева сорта Фрегат. Особенно негативное воздействие периодически выпадавшие обильные осадки оказали на полевую всхожесть и выживаемость растений. Изреживание посевов можно объяснить повышенной восприимчивостью сорта к патогенам. Рекомендуемая норма высева в складывающихся условиях составляет 1,2 млн. всхожих семян со значениями полевой всхожести 97,5, выживаемости 93,3 и сохранности растений 95,7 %.

Плотность посева в сильной степени повлияла на продуктивность растений гороха. По мере увеличения густоты посева закономерно снижалась величина массы семян с растений независимо от сорта. В условиях дефицита влаги значение признака в изреженном посеве сорта Кабан достигала 3,48 г на растение, при максимальном загущении постепенно снизилась до 2,39 (табл. 2). Пределы варьирования этого показателя в условиях 2015 года имели существенно низкие значения и составили 2,63-1,47 г/раст. Интегральный хозяйственный показатель – продуктивность сорта на 1 м² – учитывающий массу растений, и число растений, в зависимости от нормы высева, в засушливых условиях менялась незначительно от 320,2 до 346,1 г/м². При увеличении влагообеспеченности (2015 г.) максимальный уровень продуктивности не превышал 258,8 г/м². Лучшие значения получены при норме высева 1,2 млн всхожих семян на гектар.

Таблица 1 – Влияние условий года на формирование структуры посева сортов гороха по нормам высева

Годы	Норма высева, млн. всх. шт./га	Полевая всхожесть, %	Выживаемость растений к уборке, %	Сохранность растений, %
Кабан				
2014	1,0	92,0	92,0	93,0
	1,2	93,3	85,8	92,0
	1,4	97,1	89,3	91,9
	1,6	95,0	86,2	90,8
2015	1,0	92,0	91,0	99,0
	1,2	96,7	95,0	98,3
	1,4	94,3	90,0	95,4
	1,6	97,5	90,0	92,3
Фрегат				
2014	1,0	92,0	88,0	95,4
	1,2	93,3	92,5	94,6
	1,4	100,0	97,8	97,9
	1,6	100,0	97,5	97,8
2015	1,0	89,0	89,0	100,0
	1,2	97,5	93,3	95,7
	1,4	94,3	88,6	93,9
	1,6	87,5	79,4	90,7

Данные сорта Фрегат показывают, что повышение густоты посева снижает конкурентоспособность растений, выражающаяся в снижении массы семян с растений. В условиях 2015 года с более высокой влагообеспеченностью при максимальной плотности посева значение признака снизилось в два раза, по сравнению с изреженным. В засушливых условиях сорт способен формировать высокую продуктивность до 380,6 г/м² при загущении посева до 1,6 млн всхожих семян. Увеличение количества осадков привело к обострению конкурентных взаимоотношений растений, изреживанию посева, снижению массы семян с растений и в целом продуктивности сорта. В результате лучшее значение продуктивности 311,5 г/м² сорт Фрегат показал при минимальной плотности посева. На основании полученных результатов можно заключить, что для повышения эффективности возделывания сорта Фрегат следует использовать приемы защиты растений от патогенной микрофлоры.

Двухфакторный дисперсионный анализ показал, что значения массы семян с растения у сортов достоверно различались в зависимости от нормы высева и условий года. Высокое влияние на величину признака генотипов оказывали нормы высева. Доля влияния этого

фактора достигала 90,3 % у сорта Фрегат и 70,8 % у Кабана (табл. 3). Влияние условий года проявилось на слабом уровне и по сортам составило, соответственно, 8,3 и 9,7 %. Взаимодействие факторов «норма высева x условия года» не оказывало существенного эффекта на изменчивость продуктивности растений.

Расчеты показывают, что выход массы семян (г/м²) за вычетом израсходованных на посев меняется в зависимости от нормы высева и особенностей сорта. У сорта Кабан максимальные показатели независимо от условий года получены при норме высева 1,2 млн всхожих семян (табл. 4). Коэффициент размножения в годы исследований снижался по мере увеличения нормы высева и в варианте с лучшим выходом семян составил 12,7 и 7,9. Для увеличения коэффициента размножения в питомниках семеноводства сорт Кабан следует высевать с нормой высева 1,0 млн всхожих семян.

Закономерности формирования продуктивности и коэффициента размножения сорта Фрегат по нормам высева в сильной степени зависели от условий года. В засушливых условиях (2014 г.) высокий выход продуктивности семян за вычетом высеянных 348,7 г/м² получен при повышении нормы высева до 1,4 млн

Таблица 4 – Продуктивность за вычетом семян на посев и коэффициент размножения сортов гороха

Нормы высева, млн. всхожих семян/га	Продуктивность г/м ²		Коэффициент размножения	
	2014	2015	2014	2015
Кабан				
1,0	299,2	215,2	14,2	8,9
1,2	320,8	229,9	12,7	7,9
1,4	311,7	204,4	10,6	6,1
1,6	296,1	173,1	8,8	4,5
Фрегат				
1,0	248,4	291,8	12,4	14,8
1,2	340,1	247,3	14,2	10,4
1,4	348,7	214,1	12,4	7,7
1,6	348,6	184,2	10,9	5,8

Таблица 2 – Формирование продуктивности сортов гороха по годам в зависимости от нормы высева семян

Норма высева, млн. всхожих семян/га	2014 год		2015 год	
	масса семян, г	г/м ²	масса семян, г	г/м ²
Кабан				
1,0	3,48	320,2	2,63	239,3
1,2	3,09	346,1	2,27	258,8
1,4	2,73	341,2	1,89	238,1
1,6	2,39	329,8	1,47	211,7
НСР ₀₅	0,90		0,69	
Фрегат				
1,0	3,05	268,4	3,50	311,5
1,2	3,28	364,1	2,42	271,0
1,4	2,75	376,7	1,95	241,8
1,6	2,44	380,6	1,70	215,9
НСР ₀₅	0,64		0,70	

Таблица 3 – Доля влияния факторов на изменчивость массы семян с растений у сортов гороха

Источник варьирования	Кабан	Фрегат
Норма высева	70,8	90,3
Условия года	9,7	8,3

всхожих семян, коэффициент размножения в данном варианте составил 12,4. Максимальное значение его получено при посеве 1,2 млн. всхожих семян. В более благоприятных условиях влагообеспечения (2015 г.) выход чистых семян за вычетом высеванных снижался по мере увеличения плотности посева. Экономически выгодный вариант посева сорта Фрегат в этих условиях составляет 1,0 млн всхожих семян, когда получены лучшие значения продуктивности и коэффициента размножения.

Выводы. Полученные результаты исследований позволяют заключить, что новые сорта Кабан и Фрегат с беспергаментными бобами, отличающиеся по типу листа, обладают сортоспецифичностью по реакции на изменение плотности посева.

Формирование продуктивности сортов зависели от двух составляющих: массы семян с растений и их числа. Рекомендуемая норма высева для сорта Кабан составляет 1,2 млн всхожих семян независимо от условий года, при которой формируется оптимальная структура посева и максимальный выход семян.

Сорт Фрегат следует высевать дифференцированно в зависимости от влагообеспеченности. В засушливых условиях лучшие показатели структуры посева и выхода семян достигается при густоте посева 1,4 млн всхожих семян.

В семеноводческих питомниках повышение коэффициентов размножения достигается при плотности посева 1,0-1,2 млн всхожих семян.

Литература.

1. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунова Н.В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. - 2018. - № 2(26). - С. 4-10
2. Dahl WJ, Foster JM, Tyler RT. Review of the health benefits of peas (*Pisum sativum* L.) // British Journal of Nutrition. - 2012. - 108. - Suppl. 1. - p. 3-10. doi: 10.1017/S0007114512000852
3. Johnston, A.M., Clayton G.W., Lafond G.P., Harker K.N., Hogg T.J., Johnson E.N., May W.E., McConnell J.T. Field Pea Seeding Management // Canadian Journal of Plant Science. - 2002. - 82. - p. 639-644. doi: 10.4141/P02-001
4. Türk M., Albayrak S., Yüksel O. Effect of seeding rate on the forage yields and quality in pea cultivars of differing leaf types // Turkish Journal of Field Crops. - 2011. - 16(2). - p. 137-141
5. Калашников В.Т. Нормы высева и семенная продуктивность гороха // Селекция и семеноводство. - 1987. - № 2. - С. 32-33
6. Loss S. P., Siddique K.H.M., Jettner R., Martin L. D. Responses of faba bean (*Vicia faba* L.) to sowing rate in south-western Australia. I. Seed yield and economic optimum plant density // Aust. J. Agric. Res. - 1998. - 49. - p. 989-997.
7. Baird Julia M., F.L. Walley, Shirliffe S.J. Optimal seeding rate for organic production of field pea in the northern Great Plains // Canadian Journal of Plant Science. - 2009. - 89. - p. 455-464. doi: 10.4141/CJPS08113
8. Разумова А.В. Формирование урожая различных типов и сортов гороха в зависимости от норм высева и фона питания на серой лесной почве Волго-Вятского региона: Автореферат дисс. на соиск. уч. ст. канд. с/х наук. Казань, 2005. 16 с.
9. Тагиров М.Ш., Фадеева А.Н. Горох: технология возделывания. (практические рекомендации). - Казань, изд-во Фолиант, 2013. - 40 с.
10. Будилов А.П., Соловьева В.Н., Верещагина А.С., Ураскулов Р.Ш. Выживаемость семян и структура урожайности зерна гороха в условиях Степной зоны Оренбуржья // Бюллетень Оренбургского научного центра Уро РАН. - Оренбург, - 2017. - № 2. - С. 1-8
11. Зеленов А.Н., Титенок Т.С., Шелепина Н.В. О селекции раннеспелых сортов гороха // Селекция и семеноводство. - 2000. - № 3. - С.4-7.
12. Зеленов А.Н., Зеленов А.А., Бобков С.В., Кононова М.Е., Толкачева М.А., Гусарова И.Л. Урожай и качество семян различных по архитектонике листа образцов гороха в зависимости от плотности посева. // Зернобобовые и крупяные культуры. - Орел, 2017. - № 4. - С. 33-37.
13. Johnston A M, Clayton GW, Lafond GP, Harker KN, Hogg TJ, et al. (2002) Field pea seeding management. Can J Plant Sci 82(4): 639-644.
14. Türk M., Albayrak S., Yüksel O. Effect of seeding rate on the forage yields and quality in pea cultivars of differing leaf types // Turkish Journal of Field Crops. - 2011, 16(2). - p. 137-141
15. Фадеева А.Н., Шурхаева К.Д. Эффективность использования продуктивности семяобразования в селекции *Pisum sativum* L. // Вестник КазГАУ. - 2018. - т.13, № 2 - С. 52-56
16. Фадеева А.Н., Шурхаева К.Д., Фадеев Е.А., Абросимова Т.Н. Результаты и перспективы селекции гороха на устойчивость к раскрыванию бобов // Достижения науки и техники АПК. - 2015. - № 5. - С. 20-22
17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Изд-во Колос, 1985. - 351 с.

Сведения об авторах:

Фадеева Александра Николаевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник,
Шурхаева Ксения Дмитриевна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник
E-mail: tatniva@mail.ru

Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства ФИЦ Казанский научный центр РАН (ТатНИИСХ ФИЦ КазНЦ РАН), 420059, Казань, Оренбургский тракт, 48

Статья подготовлена в рамках государственного задания АААА-А18-118031390148-1

FORMATION THE PRODUCTIVITY OF PEA VARIETIES WITH THE DEFORMATION OF LIGNIN IN LEGUME'S VALVE DEPENDING ON CROPS DENSITY

Fadeeva A.N., Shurkhaeva K.D.

Abstract. The optimal sowing density for realizing the potential of varieties is regulated by the seeding rate, which is subject to a strong dependence on genotypic features, the influence of agroecological, meteorological factors. The aim of the research is to study the effect of various seeding rates on the realization of the productivity potential of new pea varieties Kaban and Fregat with parchment-free beans in contrasting conditions of moisture and heat supply in plant development phases. The conditions of 2014 were characterized by a deficit of moisture and an elevated temperature during the critical periods of plant growth. The size of the potential of varieties in 2015 was limited to a strict regime in the period of plant development and the formation of reproductive organs. The optimal sowing structure of Kaban variety was formed with a planting density of 1.0–1.2 million viable seeds. The best values of survival and conservation of plants in dry conditions were obtained when sowing with the minimum rate. With an improved moisture supply regime, they reached 95.0 and 98.3%. The planting structure of the leafless small seed Fregat variety under conditions of moisture deficiency was characterized by an increase in field germination, plant survival and survival, respectively, up to 100.0, 97.8 and 97.9% when sown with a density of 1.4 million germinating seeds. The optimal structure was formed at a seeding rate of 1.2 million viable seeds with field germination values of 97.5, a survival rate of 93.3 and a plant life of 95.7%. The increase in planting density led to an aggravation of the competitive relationship of plants, manifested in a decrease in the value of the seed mass with plants, regardless of the varietal characteristics. A high proportion of the effect on the variability of this indicator was proved, depending on the seeding rate, reaching 70.8–90.3% for varieties. The significant effect of the conditions of the year was estimated by a low proportion of influence (8.3–9.7%), the interaction of these factors did not have a significant effect. The maximum productivity of sowing per unit area, determined by the density of plants and their seed mass, when deducting seeds spent on sowing, Kaban variety was formed at a seeding rate of 1.2 million viable seeds, regardless of the conditions of the year. The optimum planting density of Fregat variety is 1.0 in arid and 1.2 million viable seeds with an increase in moisture supply.

Key words: pea, seeding rate, sowing density, survival rate, safety, productivity, multiplication factor.

References

- Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Gryadunova N.V. Development of leguminous crops production in the Russian Federation. [Razvitie proizvodstva zernobobovykh kultur v Rossiyskoy Federatsii]. // *Zernobobovye i krupnyanye kultury. - Grain legumes and cereals.* - 2018. - № 2(26). - P. 4-10
- Dahl WJ, Foster JM, Tyler RT. Review of the health benefits of peas (*Pisum sativum* L.) // *British Journal of Nutrition.* - 2012. - 108. - Suppl. 1. - p. 3-10. doi: 10.1017/S0007114512000852
- Johnston, A.M., Clayton G.W., Lafond G.P., Harker K.N., Hogg T.J., Johnson E.N., May W.E., McConnell J.T. Field Pea Seeding Management // *Canadian Journal of Plant Science.* - 2002. - 82. - p. 639-644. doi: 10.4141/P02-001
- Türk M., Albayrak S., Yüksel O. Effect of seeding rate on the forage yields and quality in pea cultivars of differing leaf types // *Turkish Journal of Field Crops.* - 2011. - 16(2). - p. 137-141
- Kalashnikov V.T. Seeding rates and pea seed productivity. [Normy vyseva i semennaya produktivnost gorokha]. // *Seleksiya i semenovodstvo. - Breeding and seed production.* - 1987. - № 2. - P. 32-33
- Loss S. P., Siddique K.H.M., Jettner R., Martin L. D. Responses of faba bean (*Vicia faba* L.) to sowing rate in south-western Australia. I. Seed yield and economic optimum plant density // *Aust. J. Agric. Res.* - 1998. - 49. - p. 989-997.
- Baird Julia M., F.L. Walley, Shirliffe S.J. Optimal seeding rate for organic production of field pea in the northern Great Plains // *Canadian Journal of Plant Science.* - 2009. - 89. - p. 455-464. doi: 10.4141/CJPS08113
- Razumova A.V. *Formirovanie urozhaya razlichnykh tipov i sortov gorokha v zavisimosti ot norm vyseva i fona pitaniya na seroy lesnoy pochve Volgo-Vyatskogo regiona: Avtoreferat diss. na soisk. uch. st. kand. s/kh nauk.* (Formation of the harvest of peas of various types, depending on the seeding rate and food background on the gray forest soil of the Volga-Vyatka region: Abstract of the dissertation for a degree of Ph.D. of Agricultural sciences). Kazan, 2005. P. 16.
- Tagirov M.Sh., Fadeeva A.N. *Gorokh: tekhnologiya vozdel'vaniya. (prakticheskie rekomendatsii).* [Pea: cultivation technology. (practical recommendations)]. - Kazan, izd-vo Foliant, 2013. - P. 40.
- Budilov A.P., Soloveva V.N., Vereschagina A.S., Uraskulov R.Sh. Seed survival and structure of of pea grains in the conditions of the steppe zone of Orenburg Region. [Vyzhivayemost semyan i struktura urozhaynosti zerna gorokha v usloviyakh Stepnoy zony Orenburzhya]. // *Byulleten Orenburgskogo nauchnogo tsentra Uro RAN. - Herald of Orenburg Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences.* - Orenburg, - 2017. - № 2. - P. 1-8
- Zelenov A.N., Titenok T.S., Shelepina N.V. On the breeding of early ripe pea varieties. [O seleksii rannespeylykh sortov gorokha]. // *Seleksiya i semenovodstvo. - Breeding and seed production.* - 2000. - №3. - P.4-7.
- Zelenov A.N., Zelenov A.A., Bobkov S.V., Kononova M.E., Tolkacheva M.A., Gusarova I.L. The yield and quality of seeds of different architecture samples of peas, depending on the sowing density. [Urozhay i kachestvo semyan razlichnykh po arkhitektonike lista obratstov gorokha v zavisimosti ot plotnosti poseva]. // *Zernobobovye i krupnyanye kultury. - Grain legumes and cereals.* - Orel, 2017. - № 4. - P. 33-37.
- Johnston A M, Clayton GW, Lafond GP, Harker KN, Hogg TJ, et al. (2002) Field pea seeding management. *Can J Plant Sci* 82(4): 639-644.
- Türk M., Albayrak S., Yüksel O. Effect of seeding rate on the forage yields and quality in pea cultivars of differing leaf types // *Turkish Journal of Field Crops.* - 2011, 16(2). - p. 137-141
- Fadeeva A.N., Shurkhaeva K.D. Efficiency of using the productivity of seed production in the selection of *Pisum sativum* L. [Effektivnost ispolzovaniya produktivnosti semyabrazovaniya v seleksii *Pisum sativum* L.]. // *Vestnik KazGAU. - Herald of KazSAU.* - 2018. - Vol.13, № 2 - P. 52-56
- Fadeeva A.N., Shurkhaeva K.D., Fadeev E.A., Abrosimova T.N. Results and prospects of pea breeding for resistance to the opening of bean. [Rezultaty i perspektivy seleksii gorokha na ustoychivost k raskryvaniyu bobov]. // *Dostizheniya nauki i tekhniki APK. - Achievements of science and technology of agriculture.* - 2015. - № 5. - P. 20-22
- Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta.* [Field experience]. Moskva: Izd-vo Kolos, 1985. - P. 351.

Authors:

Fadeeva Alexandra Nikolaevna – Ph.D. of Biological Sciences, Leading Researcher, Shurkhaeva Ksenia Dmitrievna, Ph.D. of Agricultural Sciences, Senior Researcher, e-mail: tatniva@mail.ru Tatar Research Institute of Agriculture of Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Kazan, Russia.