### ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ УРОЖАЙНОСТИ С МОРФОБИОЛОГИЧЕСКИМИ ПРИЗНАКАМИ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ГОРОХА ПОСЕВНОГО

А. Р. Ашиев, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321; К. Н. Хабибуллин, младший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649 ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской», 347740, Ростовская обл.. г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

В статье представлены результаты исследований по изучению взаимосвязей урожайности с морфобиологическими признаками коллекционных образцов гороха посевного. Исследования проводили в ФГБНУ «АНЦ «Донской», расположенном в южной зоне Ростовской области. Цель исследований – анализ взаимосвязи количественных признаков образцов коллекции гороха с их урожайностью. Изучение коллекции гороха проводили в коллекционном питомнике гороха посевного в 2017-2019 гг. в соответствии с методическими указаниями ВИР по изучению зернобобовых культур (1975), методикой Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (2019) и методикой полевого опыта (2012). Объектами исследований являлись 100 образцов гороха посевного из мировой коллекции ВИГРР им. Н. И. Вавилова отечественной и зарубежной селекции. В качестве стандарта использовали сорт Аксайский усатый 5. Предшественник – озимая пшеница. Посев коллекционных образцов проводили в третьей декаде марта сеялкой ССФК-7 с нормой высева 1.2 млн всхожих семян на 1 га, с шириной междурядий 15 см. Делянки – семирядковые. Площадь делянки – 5 м<sup>2</sup>. Повторность – однократная. Учетная площадь – 0,25 м<sup>2</sup>. Было установлено, что урожайность в среднем за 2017–2019 гг. варьировала от 1,12 т/га (Отеда, Молдова) до 2,82 т/га (Казанец, Россия) (в среднем по коллекции – 2,13 т/га). Наиболее урожайными были образцы с высотой растений 45-55 см; средним количеством бобов 2,7-3,3 шт./раст.; массой 1000 семян 210-270 г; вегетационным периодом 69-73 дня; массой семян с растения 3,3-4,3 г; средним количеством семян 13-19 шт./раст. Результаты исследований изучения взаимосвязей морфобиологических признаков с урожайностью образцов коллекции гороха посевного будут использованы как исходный материал в дальнейшей селекционной работе.

Ключевые слова: горох, коллекция, урожайность, зависимость, вариация, корреляция.

**Для цитирования:** Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н. Изучение взаимосвязей урожайности с морфобиологическими признаками коллекционных образцов гороха посевного // Зерновое хозяйство России. 2020. № 3(69). С. 3—7. DOI: 10.31367/2079-8725-2020-69-3-3-7



# THE STUDY OF CORRELATION BETWEEN PRODUCTIVITY AND MORPHOBIOLOGICAL TRAITS OF THE COLLECTION PEAS SAMPLES

**A. R. Ashiev**, Candidate of Agricultural Sciences, leading researcher of the laboratory for legumes breeding and seed production, arkady.ashiev@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0002-2101-2321;

**K. N. Khabibullin**, junior researcher of the laboratory for legumes breeding and seed production, kira1992k@yandex.ru, ORCID ID: 0000-0003-4136-1649 *Agricultural Research Center "Donskoy"*.

347740, Rostov region, Zernograd, Nauchny Gorodok, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

The current paper has presented the study results of correlation between productivity and morphobiological traits of the collection peas samples. The study was carried out at the FSBSI "Agricultural Research Center "Donskoy", located in the southern part of the Rostov region. The purpose of the study was to analyze the correlation between the quantitative traits of collection peas samples and their productivity. The study of the pea collection was conducted in the collection nursery of pea in 2017–2019, in accordance with the IPI methodology for the study of legumes (1975), the methodology of the State Commission for Variety Testing of Agricultural Crops (2019) and the methodology of a field trial (2012). The objects of the study were 100 samples of pea of domestic and foreign breeding taken from the world collection of VIGR named after N. I. Vavilov. The variety "Aksaysky Usaty 5" was used as a standard variety. The forecrop was winter wheat. The sowing of the collection samples was carried out in the third decade of March with the SSFK-7 seeder, with a seeding rate of 1.2 million germinating seeds per 1 ha, with a row width of 15 cm. The plots contained seven rows. The plot area was 5 m² with a single repetition. The registration plot was 0.25 m². There has been identified that in 2017-2019 the average productivity ranged from 1.12 t/ha ("Omega", Moldova) to 2.82 t/ha ("Kazanets", Rossiya) with average 2.13 t/ha in the collection. The most productive samples were plants with a plant height of 45–55 cm, an average number of beans 2.7–3.3 pcs/plant, 1000 seed weight of 210–270 g, a vegetation period of 69–73 days, and seed weight per plant of 3.3–4.3 g, an average number of seeds 13–19 pcs/plant. The study results of correlation between productivity and morphobiological traits of the collection peas samples are going to be used as an initial material in further breeding work.

Keywords: peas, collection, productivity, correlation, variation.

Введение. Горох в Ростовской области — это основная зернобобовая культура, которая используется как в питании населения, так и в животноводстве и птицеводстве. Увеличенное содержание протеина в семенах решает проблему растительного белка, так как превосходит в несколько раз другие культуры. Семена его содержат до 28% полноценного белка и отличаются хорошими вкусовыми качествами и раз-

варимостью. Также большое значение имеет горох в севообороте как азотфиксирующая культура, обеспечивающая снижение внесения азотсодержащих минеральных удобрений. Сформировав клубеньки, горох приобретает способность усваивать атмосферный азот и накапливать его в почве до 40–50 кг/га и является хорошим предшественником озимых зерновых и других культур (Алабушев и др., 2001).

Приоритетной задачей селекции является создание новых сортов, отвечающих всем современным требованиям сельскохозяйственного производства (Костылев и др., 2016; Некрасова и др., 2017).

Планирование направленной селекции гороха должно быть подкреплено наличием исходного материала или рабочей коллекцией гороха (Ашиев, 2014). При анализе данных в целях повышения урожайности для конкретного региона, в частности южной зоны Ростовской области, должны быть созданы сорта, различающиеся по морфологическим признакам, периоду вегетации и по направлениям использования (Вербицкий, 1992, 2004).

Значение коллекционного и исходного материала в селекции трудно переоценить. По мнению академика И. Г. Калиненко (1986), работа по его созданию является такой же важной и неотъемлемой, как и создание новых сортов и гибридов.

Для повышения эффективности селекционной работы необходимо вести целенаправленный поиск новых доноров и источников селекционно ценных признаков. Поэтому углубленное изучение коллекционного материала, направленное на вовлечение в селекционный процесс новых источников хозяйственно ценных признаков и свойств гороха, изучение влияния элементов продуктивности растения на увеличение урожайности являются актуальной задачей и по сей день (Давлетов и др., 2014, 2014).

Цель исследований – анализ взаимосвязи количественных признаков образцов коллекции гороха с их урожайностью. В связи с этим были поставлены задачи:

- проанализировать урожайность коллекционных образцов гороха 2017–2019 гг.;
- провести биометрический анализ образцов по периоду вегетации, высоте растений, количеству бобов и семян с растения, массе семян с растения и 1000 семян;
- оценить корреляционные связи между изученными признаками и выявить их оптимальные значения.

Материалы и методы исследований. Исследования проводили в лаборатории селекции и семеноводства зернобобовых культур ФГБНУ «АНЦ «Донской» в 2017–2019 гг.

Изучение коллекции гороха проводили в соответствии с методическими указаниями ВИР по изучению зернобобовых культур (1975), методикой полевого опыта (2012) и международного классификатора СЭВ рода *Pisum* L. (1985). В течение вегетации проводились фенологические наблюдения и оценка,

биометрические измерения и учеты в соответствии с методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (2019).

Предшественник — озимая пшеница. Посев коллекционных образцов проводили в третьей декаде марта сеялкой ССФК-7 с нормой высева 1,2 млн всхожих семян на 1 га, с шириной междурядий 15 см. Делянки — семирядковые. Площадь делянки — 5 м². Повторность — однократная. Учетная площадь делянки — 0,25 м². Уборку осуществляли прямым комбайнированием при достижении семенами полной спелости селекционным комбайном Wintersteiger Classic.

Объектами исследований являлись 100 образцов гороха из мировой коллекции ВИГРР им. Н. И. Вавилова.

Метеорологические условия в годы исследований отличались нестабильностью в период вегетации, что позволило объективно оценить образцы по изучаемым признакам.

Погодно-климатические условия 2017 г. были благоприятными для всего периода вегетации гороха. Гидротермический режим вегетации характеризовался избыточным увлажнением, большим количеством осадков на фоне средних температур. Такие условия оказали положительное влияние на рост и развитие растений гороха.

В 2018 г. погодно-климатические условия в течение вегетации гороха характеризовались как острозасушливые, что повлияло на рост и развитие растений. Метеоусловия марта не позволили провести посев гороха в оптимальные календарные сроки из-за низких температур и осадков, вследствие чего посев гороха был смещен на первую декаду апреля.

Метеоусловия 2019 г. характеризовались теплой влажной погодой в марте и мае с небольшим недобором осадков в апреле. Посев был проведен в увлажненную почву вследствие выпадения осадков выше среднемноголетней нормы. Лето и конец весны были сухими и жаркими, что способствовало раннему созреванию и формированию низкой массы семян гороха и не позволило получить высокий урожай.

Результаты и их обсуждение. В процессе изучения 100 образцов коллекции гороха посевного было выявлено, что в среднем за 2017—2019 гг. урожайность варьировала от 1,12 т/га (Отеда, Молдова) до 2,82 т/га (Казанец, Россия) (в среднем по коллекции — 2,13 т/га). В таблице 1 представлены образцы коллекции гороха, показавшие достоверное превышение урожайности к стандарту. Урожайность остальных уступала стандарту или была на уровне с ним.

## 1. Характеристика выделившихся образцов коллекции гороха по урожайности и другим морфобиологическим признакам (среднее за 2017–2019 гг.)

1. Characteristics of the identified collection peas samples according to productivity and other morphobiological traits (average in 2017–2019)

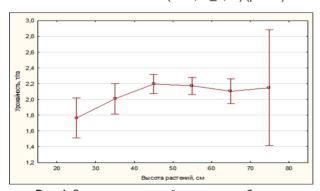
Сорт, линия	Урожайность, т/га	Период вегетации, дней	Высота растений, см	Количество бобов, шт./раст.	Количество семян, шт./раст.	Масса 1000 семян, г	Масса семян с растения, шт./раст.
Аксайский усатый 5, ст.	2,17	80,3	59,1	3,3	22,2	153,9	3,95
Казанец (Россия)	2,82	76,7	64,8	2,7	13,4	229,8	2,90
Готик (Австрия)	2,77	80,7	51,0	3,0	19,3	224,3	4,03
Девиз (Украина)	2,67	80,7	48,2	3,1	12,2	248,6	3,06
Светозар (Россия)	2,63	81,0	78,6	4,0	19,0	202,5	3,69
Самарец (Россия)	2,61	83,3	60,7	3,3	15,5	206,7	3,16
Рамус (Россия)	2,56	74,0	45,6	3,8	17,0	240,6	3,76
Усач (Украина)	2,54	79,3	62,8	3,1	13,6	216,0	2,76
Корал (Украина)	2,53	80,3	53,9	3,2	19,2	221,5	4,11
Модус (Украина)	2,53	81,3	50,0	3,6	15,6	233,5	3,55

324/76 F. у. (Россия)	2,50	80,7	64,1	3,4	17,8	216,9	4,42
Зерноградский 4 (Россия)	2,48	79,3	52,6	3,0	20,6	217,1	4,23
525/80 (Украина)	2,48	79,7	64,2	3,2	16,1	197,5	3,58
Благодатный (Украина)	2,48	81,0	58,4	3,4	17,8	225,1	4,04
Л-26253 (Россия)	2,47	79,3	54,8	3,1	14,7	251,6	3,86
Фаленский усатый (Россия)	2,47	80,3	44,5	3,7	19,0	213,5	4,12
Степняк (Украина)	2,45	78,3	55,4	2,8	14,8	228,5	3,09
Флагман 12 (Россия)	2,45	80,3	56,6	3,4	19,7	220,1	4,33
Спрут 2 (Россия)	2,44	68,0	46,3	3,4	11,9	250,1	2,81
Орел-330 (Россия)	2,43	81,0	44,3	3,8	13,0	217,4	3,30
Лавр (Россия)	2,42	81,3	65,5	3,6	18,0	207,0	3,73
Аз-97-775 (Россия)	2,40	80,3	46,3	3,2	18,2	252,3	4,76
Аннушка (Россия)	2,40	78,3	77,9	3,2	17,5	197,0	3,68
ОР-2157 (Орел)	2,40	80,3	69,0	3,1	18,1	200,2	3,94
269/79 (Украина)	2,40	82,7	63,1	4,8	18,1	185,6	3,53
Л-26120 (Россия)	2,40	78,0	65,6	4,7	18,4	210,9	4,20
R-4006 (Польша)	2,39	81,3	56,2	3,5	21,0	178,4	3,82
Стоик (Россия)	2,39	81,7	45,1	4,0	17,3	210,6	3,38
Мутант МС-1 (Россия)	2,38	80,0	38,2	3,1	14,4	159,8	2,24
576/80 (Украина)	2,37	79,0	59,7	3,4	13,3	256,8	3,94
Памяти Хангильдина (Россия)	2,36	80,3	56,1	3,4	15,0	219,4	3,81
Рассвет (Россия)	2,35	78,3	66,4	5,4	18,9	206,0	3,55
Среднее	2,13	79,7	54,2	3,65	17,8	206,6	3,66
Станд. откл.	0,17	3,14	10,8	0,66	5,88	27,0	0,68
Коэф. вариации, %	16,1	3,93	20,0	18,0	32,9	13,0	18,6

Урожайность стандартного сорта Аксайский усатый 5 составила в среднем 2,17 т/га. Также были изучены образцы коллекции гороха посевного, которые выделились по урожайности семян, и их морфобиологические признаки.

Изученные количественные признаки образцов коллекции варьировали в различной степени от характера признака. В меньшей степени варьировал признак «период вегетации» (3,93%), в большей – «количество семян с растения» (32,9%).

Высота растений не является элементом структуры урожайности, но она тесно связана с устойчивостью к полеганию, засухоустойчивостью и продуктивностью. Корреляция между урожайностью и высотой растений была низкой положительной (r = 0,07±0,10) (рис. 1).



**Рис. 1.** Зависимость урожайности семян образцов коллекции гороха от высоты растений

Fig. 1. Correlation between peas seed productivity and plant height

Наиболее урожайными были образцы с высотой растений 45–55 см, а при дальнейшем увеличении этого признака наблюдалась тенденция снижения урожайности у высокорослых образцов.

В получении высоких урожаев гороха большое значение имеет продолжительность вегетационного периода, соответствующая конкретным климатическим особенностям района возделывания. В наших исследованиях данный признак варьировал от 68 дней (Спрут 2, Россия) до 85 дней (Young Island, США). Взаимосвязь урожайности семян и периода вегетации слабая отрицательная (r = -0,28±0,09) (рис. 2).

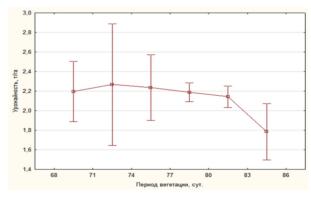


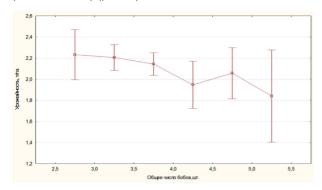
Рис. 2. Зависимость урожайности семян образцов коллекции гороха от периода вегетации

Fig. 2. Correlation between peas seed productivity and vegetation period

Наиболее урожайными были раннеспелые образцы с вегетационным периодом 69–73 дня, а при дальнейшем увеличении этого признака наблюдается тенденция снижения урожайности у позднеспелых образцов из-за нехватки влаги.

Количество бобов на растении варьировало от 2,6 шт./раст. (Consort, Великобритания) до 5,5 шт./раст. (DSS – 455, Литва), в среднем по коллекции –

3,65 шт./раст. Взаимосвязь количества бобов на растении и урожайности семян слабая положительная  $(r = 0,18\pm0,09)$  (рис. 3).

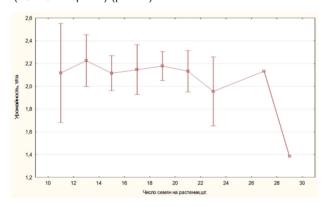


**Рис. 3.** Зависимость урожайности семян образцов коллекции гороха от количества бобов на растении

Fig. 3. Correlation between peas seed productivity and number of beans per a plant

Максимальную урожайность сформировала группа образцов со средним количеством бобов 2,7— 3,3 шт./раст. Увеличение количества бобов вело к снижению урожайности.

Количество семян на растении является одним из наиболее важных признаков в структуре урожая. Колебание данного признака у образцов составило от 11,7 шт./раст. (Б-887, Россия) до 67,0 шт./раст. (Черниговский, Украина) при среднем по коллекции 17,8 шт./раст., стандартное отклонение — 5,88 шт./раст. Взаимосвязь количества семян на растении и урожайности семян слабая отрицательная (r = -0,23±0,09). Максимальную урожайность сформировали образцы со средним количеством семян (13–19 шт./раст.) (рис. 4).



**Рис. 4.** Зависимость урожайности семян образцов коллекции гороха от количества семян с растения

Fig. 4. Correlation between peas seed productivity and number of seeds per a plant

Средний показатель массы 1000 семян по коллекции у изучаемых образцов был 206,6 г (станд. откл. – 20,7 г), варьирование составило от 133,8 г (DSS – 455, Литва) до 274 г (Flavanda, Нидерланды). Максимальную урожайность сформировали образцы с массой 1000 семян 210–270 г (рис. 5).

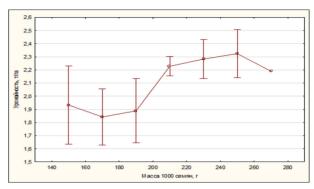
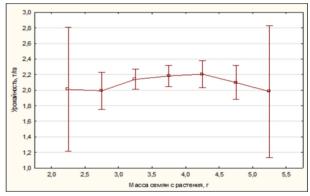


Рис. 5. Зависимость урожайности семян образцов коллекции гороха от массы 1000 семян

Fig. 5. Correlation between peas seed productivity and 1000-seed weight

Установлена средняя положительная корреляция урожайности с массой 1000 семян ( $r = 0.43\pm0.09$ ).

Масса семян с одного растения в среднем по коллекции составила 3,66 г, варьируя от 2,18 г (Neve, Франция) до 5,33 г (Чишминский 80, Россия) (рис. 6).



**Рис. 6.** Зависимость урожайности семян образцов коллекции гороха с массой семян с растения

Fig. 6. Correlation between peas seed productivity and seed weight per a plant

Максимальную урожайность сформировали образцы с массой семян с растения 3,3–4,3 г. Увеличение массы семян с растения имело тенденцию к слабому увеличению урожайности (r = 0,08±0,10).

Выводы. В процессе изучения 100 образцов коллекции гороха посевного было выявлено, что в период 2017—2019 гг. урожайность варьировала от 1,12 т/га (Отеда, Молдова) до 2,82 т/га (Казанец, Россия) (в среднем по коллекции — 2,13 т/га).

Наиболее урожайными были образцы с высотой растений 45–55 см; средним количеством бобов 2,7–3,3 шт./раст.; массой 1000 семян 210–270 г; вегетационным периодом 69–73 дня; массой семян с растения 3,3–4,3 г; средним количеством семян 13–19 шт./раст.

Результаты изучения взаимосвязей морфобиологических признаков с урожайностью образцов коллекции гороха посевного будут использованы как исходный материал в дальнейшей селекционной работе.

### Библиографические ссылки

- 1. Вербицкий Н. М. О некоторых аспектах селекции гороха // Научное обеспечение производства зернобобовых и крупяных культур. Орел, 2004. С. 403–407.
  - 2. Вербицкий Н. М. Селекция гороха в условиях Северного Кавказа. Ростов н/Д., 1992. 259 с.
- 3. Давлетов Ф. А., Гайнуллина К. П., Ашиев А. Р., Новикова Л. Ю. Изучение генетического разнообразия коллекционного материала гороха посевного (*Pisum sativum* L.) в условиях Республики Башкортостан // Зерновое хозяйство России. 2014. № 4. С. 44–52.

- 4. Давлетов Ф. А., Гайнуллина К. П., Ашиев А. Р. Новый сорт зернового гороха Памяти Хангильдина // Зернобобовые и крупяные культуры. 2014. № 2(10). С. 26–31.
  - 5. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд., доп. и перераб. М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.
- 6. Калиненко И. Г. Селекция озимой пшеницы: результаты, перспективы, проблемы, поиски // Селекция и семеноводство. 1986. № 6. С. 2–7.
- 7. Костылев П. И., Краснова Е. В., Редькин А. А., Калиевская Ю. П. Перспективы использования суходольного риса в Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2016. № 6(48). С. 13–19.
  - 8. Международный классификатор СЭВ рода *Pisum* L. Л., 1986. 52 с.
- 9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. І: Общая часть. М., 2019. 384 с.
- 10. Некрасова О. А., Костылев П. И., Некрасов Е. И. Модель сорта в селекции озимой пшеницы (обзор) // Зерновое хозяйство России. 2017. № 5(53). С. 29–32.

#### References

- 1. Verbickij N. M. O nekotoryh aspektah selekcii goroha [On some aspects of peas breeding] // Nauchnoe obespechenie proizvodstva zernobobovyh i krupyanyh kul'tur. Orel, 2004. S. 403–407.
- 2. Verbickij N. M. Selekciya goroha v usloviyah Severnogo Kavkaza [Peas breeding in the North Caucasus]. Rostov n/D., 1992. 259 s.
- 3. Davletov F. A., Gajnullina K. P., Ashiev A. R., Novikova L. Yu. Izuchenie geneticheskogo raznoobraziya kollekcionnogo materiala goroha posevnogo (*Pisum sativum* L.) v usloviyah Respubliki Bashkortostan [The study of the genetic diversity of the collection material of peas (*Pisum sativum* L.) in the Republic of Bashkortostan] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2014. № 4. S. 44–52.
- 4. Davletov F. A., Gajnullina K. P., Ashiev A. R. Novyj sort zernovogo goroha Pamyati Hangil'dina [The new variety of grain peas "Pamyati Khangildina"] // Zernobobovye i krupyanye kul'tury. 2014. № 2(10). S. 26–31.
- 5. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta [Methodology of a field trial]. 5-e izd., dop. i pererab. M.: Kniga po trebovaniyu, 2012. 352 s.
- 6. Kalinenko I. G. Selekciya ozimoj pshenicy: rezul'taty, perspektivy, problemy, poiski [Winter wheat breeding: results, prospects, problems, searches] // Selekciya i semenovodstvo. 1986. № 6. S. 2–7.
- 7. Kostylev P. I., Krasnova E. V., Řeďkin A. Á., Kalievskaya Yu. P. Perspektivy ispol'zovaniya suhodol'nogo risa v Rostovskoj oblasti [Prospects for the use of upland rice in the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2016. № 6(48). S. 13–19.
- 8. Mezhdunarodnyj klassifikator SEV roda *Pisum* L [International Classifier for CMEA of the genus *Pisum* L.]. L., 1986. 52 s.
- 9. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur [Methods of State Variety Testing of agricultural crops]. Vyp. I: Obshchaya chast'. M., 2019. 384 s.
- 10. Nekrasova O. A., Kostylev P. I., Nekrasov E. I. Model' sorta v selekcii ozimoj pshenicy (obzor) [Variety model in winter wheat breeding (review)] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2017. № 5(53). S. 29–32.

Поступила: 21.05.20; принята к публикации: 04.06.20.

**Критерии авторства.** Авторы статьи подтверждают, что имеют на статью равные права и несут равную ответственность за плагиат.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Авторский вклад.** Ашиев А. Р., Хабибуллин К. Н. – концептуализация исследования, подготовка опыта, выполнение полевых опытов и сбор данных, анализ данных и их интерпретация, подготовка рукописи.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.