

ВЛИЯНИЕ РЕПРОДУКЦИЙ СЕМЯН НА СТРУКТУРУ УРОЖАЙНОСТИ РИСА

П. И. Костылев, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;

Ю. П. Тесля, научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0003-0146-3608;

Э. С. Балукова, лаборант-исследователь лаборатории селекции и семеноводства риса, ORCID ID: 0000-0001-8976-2703

ФГБНУ «Аграрный научный центр «Донской»,

347740, Ростовская обл., г. Зерноград, Научный городок, 3; e-mail: vniizk30@mail.ru

Рис в условиях Ростовской области является важной продовольственной культурой. В процессе репродукции сортов риса происходит его постепенное ухудшение в результате механического, биологического засорения, спонтанного переопыления с примесями с последующим расщеплением гибридов, а также увеличения уровня поражения болезнями. Поэтому постоянно имеется необходимость обновления семян выращиваемых сортов риса. Цель исследований – выявить динамику изменения урожайности семян риса и элементов ее структуры при их репродукции. В лабораторных условиях по стандартным методикам определяли высоту растений, количество и массу стеблей и метелок с 1 м², длину метелок, количество выполненных и пустых колосков на метелках, массу 1000 семян. Для изучения использовали оригинальные семена питомника испытания потомств (ПИП), питомника размножения ОС(ПР-1, 2) и элитных семян (ЭС) сортов Акустик, Боярин, Кубояр и Южанин, выращенных в Пролетарском районе Ростовской области в период 2018–2019 гг. Установлено, что урожайность имеет тенденцию к снижению от высших репродукций (питомника размножения) к низшим (элитные семена). Наибольшая урожайность семян получена в питомнике испытания потомств. В среднем по 4 сортам она составила 9,2 т/га, превысив значения элитных семян на 3,2 т/га.

Ключевые слова: рис, репродукция, питомник, семена, урожайность.

Для цитирования: Костылев П. И., Тесля Ю. П., Балукова Э. С. Влияние репродукций семян на структуру урожайности риса // Зерновое хозяйство России. 2019. № 6(66). С. 50–54. DOI: 10.31367/2079-8725-2019-66-6-50-54.



THE EFFECT OF SEED REPRODUCTION ON RICE YIELD STRUCTURE

P. I. Kostylev, Doctor of Agricultural Sciences, professor, head of the laboratory of rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0002-4371-6848;

Yu. P. Teslya, researcher of the laboratory of rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0003-0146-3608;

E. S. Balyukova, research assistant of the laboratory of rice breeding and seed production, ORCID ID: 0000-0001-8976-2703

Agricultural Research Center "Donskoy",

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

Rice in the conditions of the Rostov region is an important food crop. The reproduction process of rice varieties results in its gradual deterioration because of mechanical, biological clogging, spontaneous pollination with impurities, followed by hybrid splitting, as well as an increase in the level of disease damage. Therefore, there is a constant need to update seeds of the cultivated rice varieties. The purpose of the study is to identify the dynamics of rice seed productivity change and elements of yield structure during their reproduction. In laboratory conditions, according to the standard methods there were determined "plant height", "number and weight of stems and panicles per 1 m²", "length of panicle", "number of full and empty spikelets on panicles", and "1000 seed weight". For the study there were taken the original seeds of the nursery for progeny testing (PIP), reproduction nursery (OS-1), superelite (OS-2) and elite (ES), the varieties "Akustik", "Boyarin", "Kuboyar" and "Yuzhanin" grown in the Proletarsky district of the Rostov Region in 2018–2019. It has been established that productivity tends to decrease from higher reproductions (reproduction nursery) to lower ones (elite seeds). The largest seed yield was obtained in the nursery for progeny testing, it was 9.2 t/ha on average for 4 varieties, exceeding the value of elite seeds on 3.2 t/ha.

Keywords: rice, reproduction, nursery, seeds, productivity.

Введение. В настоящее время в России создается и внедряется в производство много высокопродуктивных сортов с.-х. культур с большим потенциалом урожайности, поэтому посевной материал должен удовлетворять высоким требованиям, так как только семена высокого качества могут наиболее полно раскрыть потенциал современных сортов (Фирсова и др., 2009).

Известно, что при длительном выращивании сорта любых культур постепенно теряют свои урожайные качества, то есть вырождаются. Причинами, вызывающими ухудшение качества сортовых семян, являются: механическое засорение семенами других сортов и видов; биологическое засорение из-за спонтанного перекрестного опыления и появления гибри-

дов, снижение уровня устойчивости к болезням из-за мутаций и др. В результате этих процессов увеличивается роль первичного семеноводства, включающего в себя комплекс мероприятий от выращивания семян в питомниках испытания потомств до массового размножения семян и внедрения их в производство (Филенко и др., 2018).

В системе семеноводства Ростовской области ФГБНУ «АНЦ «Донской» на базе СП «Пролетарское» занимается первичным семеноводством сортов риса, «оригинатором» которых он является, и обеспечивает рисоводческие хозяйства элитными семенами. Цикл работ при этом осуществляется по схеме, принятой для культур-самоопылителей. Используется индивидуально-семейный отбор, который позволяет со-

хранять генотипы сортов, их урожайные и другие хозяйственно полезные свойства путем отбора лучших продуктивных и здоровых растений, следующее поколение которых затем изучается в питомнике испытания потомств.

Основная задача первичного семеноводства риса – размножение семян оригинальных сортов, допущенных к использованию в Северо-Кавказском и Нижневолжском регионах, с сохранением их чистосортности, биологических и урожайных качеств, а также в количествах, удовлетворяющих потребности рисоводческих хозяйств.

В настоящее время в большинстве хозяйств Ростовской области акцент делается только на сортообмену, а не на сортообновление, что может привести к тому, что коммерческие сорта, проверенные временем, с наиболее стабильными величинами урожайности будут быстрее терять свои ценные свойства и уходить из производственной сферы. В результате возможен недобор урожая в хозяйствах, использующих семена низкого качества. Это закономерно, так как все селекционные достижения могут успешно реализоваться только через хорошо отлаженную систему семеноводства (Горпиниченко и др., 2018).

Цель исследований – выявить динамику изменения урожайности семян риса и элементов ее структуры при их репродуцировании.

Материалы и методы исследований. В условиях южной зоны Ростовской области в 2018–2019 гг. на чеках СП «Пролетарское» ФГБНУ «АНЦ «Донской» были проведены исследования с различными репродукциями риса. Первичное семеноводство риса ведется по 4-звенной схеме, принятой во ВНИИ риса:

- 1) питомник испытания потомств – ПИП;
- 2) питомник размножения оригинальных семян – ОС(ПР-1);
- 3) питомник размножения оригинальных семян – ОС(ПР-2);

4) элитные семена (ЭС) (Сметанин и др., 1972).

При этом первые три этапа осуществляет лаборатория селекции и семеноводства риса АНЦ «Донской», а четвертый – СП «Пролетарское».

В качестве исходного материала использовали оригинальные семена из этих питомников сортов риса Акустик, Боярин, Кубояр, Южанин. Технология выращивания – общепринятая для южной зоны Ростовской области. Посев проводили сеялкой СН-16 по естественным запасам влаги и с последующим постоянным затоплением в оптимальные агротехнические сроки 15–20 апреля. Площадь учетной делянки – 1 м², повторность – трехкратная, предшественник – озимая пшеница. Растения выращивали на темно-каштановой тяжелосуглинистой солонцеватой малогумусной почве с содержанием гумуса не более 3%; общего азота – 0,2; фосфора – 0,14; калия – 2,4%. Закладку полевых опытов делали согласно методике полевого опыта. Уборку делянок осуществляли в период полного созревания зерна вручную серпами. В лабораторных условиях по стандартным методикам определяли: высоту растений, количество и массу стеблей и метелок с 1 м², длину метелок, количество выполненных и пустых колосков на метелках, массу 1000 семян.

Статистическая обработка урожайных данных проведена с использованием компьютерной программы Microsoft Excel 2003.

Результаты и их обсуждение. Известно, что на урожайные качества семян риса влияют различные факторы. Такие признаки, как густота стеблестоя, количество колосков в метелке, масса 1000 семян, пустозерность, в значительной мере зависят от погодных условий и технологии возделывания. Погодные условия в период активной вегетации (апрель – сентябрь) в годы проведения исследований имели существенные различия, как по годам, так и по сравнению со средними многолетними значениями (табл. 1).

1. Погодные условия периода вегетации в годы проведения исследований (2018–2019 гг.) 1. Weather conditions during a vegetation period in the years of the study (2018–2019)

Месяц	Годы		Средняя многолетняя
	2018	2019	
Осадки, мм			
апрель	7,6	33,0	42
май	12,3	81,0	52
июнь	1,5	2,7	62
июль	52,7	78,9	62
август	0,5	18,9	49
сентябрь	13,4	32,9	35
Среднесуточная температура, °С			
апрель	12,1	11,0	12,0
май	18,8	18,7	16,7
июнь	24,2	25,5	20,1
июль	26,5	23,1	22,5
август	25,2	23,7	21,6
сентябрь	20,0	17,3	16,5

Погодные условия 2018 г. характеризовались рекордно низким количеством осадков – в 3,4 раза меньше нормы и высокой суммой биологически активных температур – 3535 °C, что на 635 °C больше среднесуточных значений. Наибольший дефицит осадков наблюдали в апреле, июне и августе (7,6; 1,5 и 0,5 мм) (табл. 1). Среднесуточная температура воздуха при этом значительно превышала среднесуточную (на 2,1–4,1 °C) в течение мая – сентября.

В 2019 г. отмечался недобор осадков в июне (2,7 мм) и августе (18,9 мм), а в остальные месяцы коли-

чество осадков было на уровне или превышало среднесуточные значения. Особенно дождливыми были май (81,0 мм) и июль (78,9 мм). Превышение среднесуточных температур воздуха наблюдалось в летний период, а также в мае и сентябре. Температура воздуха была выше среднесуточных значений на 0,6–5,4 °C. Сумма биологически активных температур – 3228 °C, что на 328 °C больше среднесуточных значений.

Таким образом, погодные условия были вполне благоприятными для роста и развития риса и способствовали хорошему вызреванию зерна.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что урожайность семян имеет тенденцию к снижению

от высших репродукций (питомника испытания потомств) к низшим (элитные семена) (рис. 1).

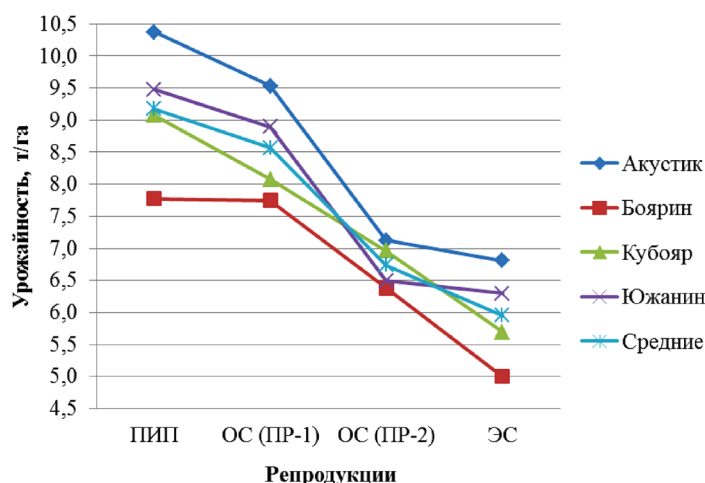


Рис. 1. Урожайность различных репродукций сортов риса (2018–2019 гг.)

Fig. 1. Productivity of the various rice variety reproductions (2018–2019)

Наибольшая биологическая урожайность сформировалась в ПИП у сорта Акустик (10,38 т/га), а затем в порядке убывания у Южанина (9,48), Кубояра (9,07) и Боярина (7,78). В ОС(ПР-1) урожайность у всех сортов, кроме Боярина, снизилась на 0,58–1,00 т/га. Снижение урожайности продолжилось и в следующих репродукциях: в ОС(ПР-2) – в среднем на 1,82 т/га к ОС(ПР-1), а в элите – на 0,79 т/га к ОС(ПР-2). Эта закономерность подтверждается и данными уборки с больших площадей (до 8,8 га). Так, урожайность в ОС(ПР-2) снизилась по сравнению с ОС(ПР-1) у Акустика с 6,23 до 5,36; у Боярина –

с 6,40 до 4,23; у Кубояра – с 6,59 до 4,94; у Южанина – с 6,56 до 4,37 т/га.

Биологическая продуктивность или общая сухая надземная биомасса посева с единицы площади – один из основных интегральных показателей фотосинтетической деятельности. Темпы ее формирования в течение вегетации и конечная величина в фазе полной спелости оказывают влияние на размеры хозяйственной урожайности сорта. Как видно из таблицы 2, масса сухих растений с одного квадратного метра также постепенно снижалась по репродукциям (табл. 2).

2. Элементы структуры урожая риса (2018–2019 гг.)

2. Yield structure elements of rice (2018–2019)

Сорт	Репродукция	Масса зерна с соломой, г/м ²	Масса зерна со снопа, г/м ²	Уборочный индекс (Кхоз)	Количество метелок на 1 м ²	Масса зерна с метелки, г
Акустик	ПИП	2043,0	1032,7	50,8	325,3	3,17
	ОС(ПР-1)	1830,0	956,9	52,1	505,3	1,89
	ОС(ПР-2)	1315,0	714,1	54,2	414,7	1,72
	ЭС	1353,3	691,0	50,3	280,0	2,47
Боярин	ПИП	1408,7	775,5	55,2	270,0	2,87
	ОС(ПР-1)	1425,0	780,3	54,4	346,3	2,25
	ОС(ПР-2)	1256,7	641,3	50,8	437,3	1,47
	ЭС	1140,0	494,3	43,9	374,7	1,32
Кубояр	ПИП	1578,3	906,0	57,5	293,0	3,09
	ОС(ПР-1)	1379,0	828,7	58,5	426,0	1,95
	ОС(ПР-2)	1276,7	693,5	54,5	390,0	1,78
	ЭС	998,3	568,4	57,0	326,7	1,74
Южанин	ПИП	1541,7	948,1	61,5	311,7	3,04
	ОС(ПР-1)	1523,3	885,7	58,4	492,0	1,80
	ОС(ПР-2)	1218,3	656,5	53,3	396,0	1,66
	ЭС	1176,7	627,6	53,5	294,0	2,13
Стандартное отклонение		261,2	153,2	4,2	73,7	0,6

Также снижалась и масса зерна со снопа, убранного с 1 м². Коэффициент хозяйственной эффективности фотосинтеза (Кхоз, или уборочный индекс) отражает долю (в %) зерна в общей надземной массе растений и характеризует физиологическую способность сорта мобилизовать максимум запасных и фотосинтетических продуктов растений на формирование урожая зерна (Скаженник и др., 2017).

Характер распределения ассимилятов по органам побега у разных типов сортов риса в период выхода в трубку оказывал значительное влияние на развитие вегетативных и генеративных органов, что привело к изменению соотношения стеблей и метелок в общей надземной биомассе в фазе полной зрелости и разной величине Кхоз (табл. 2). У изученных сортов уборочный индекс варьировал от 43,9 до 61,5%, что привело

к изменению их урожайности. Корреляция уборочного индекса с урожайностью была средней положительной и составила $0,46 \pm 0,08$.

Другим фактором, оказывающим влияние на урожайность семян риса, является разная густота стояния растений на единице площади посева. Она у риса колеблется в широких пределах и в основном связана с получением неодинаковых по густоте, развитию и размещению по площади всходов, с их изреживаемостью в начальный период роста, с разным уровнем кушения растений. Разная густота продуктивного стеблестоя на семенных участках означает, что индивидуальные побеги имеют неодинаковую площадь корневого и воздушного питания. Вследствие этого несколько изменяются их морфологические признаки: высота, размеры листьев и метелок. При разных размерах и неодинаковой освещенности фотосинтетической поверхности изменяется чистая продуктивность фотосинтеза, что сказывается на озерненности метелки и массе зерновок у индивидуальных побегов в посевах с разной густотой их стояния (Воробьев, 2013).

Как видно из таблицы 2, наибольшая масса зерна формировалась в ПИП с густотой продуктивного стеблестоя от 270 до 325 шт/м². Однако дальнейшее

увеличение числа метелок в ОС(ПР-1) и ОС(ПР-2) до 346–505 шт. на 1 м² не привело к росту продуктивности, что связано с уменьшением количества зерен в метелке и соответственно ее массы из-за уменьшения ассимилятов в результате снижения чистой продуктивности фотосинтеза в загущенном посевах у индивидуальных побегов, направляемых на формирование метелок и на налив образующихся зерновок. При повышенной густоте стеблестоя несколько снизилось количество колосков в метелке (рис. 2). Снижение продуктивности метелки в результате привело к уменьшению урожайности посевов риса.

Результаты этого опыта показывают, как важно в товарных и семенных посевах риса формировать оптимальную густоту стояния растений, обуславливающую без каких-либо дополнительных затрат повышение урожайности зерна. Следует отметить, что в посевах элиты густота продуктивного стеблестоя была примерно такой же, как и в ПИП, однако метелки там сформировались в среднем в 1,7 раза меньше по массе зерна, что связано с влиянием репродукции семян (Сокурова, 2016).

При этом масса 1000 зерновок по репродукциям почти не меняется (табл. 3). Коэффициент вариации по этому признаку составил всего 4,9%.

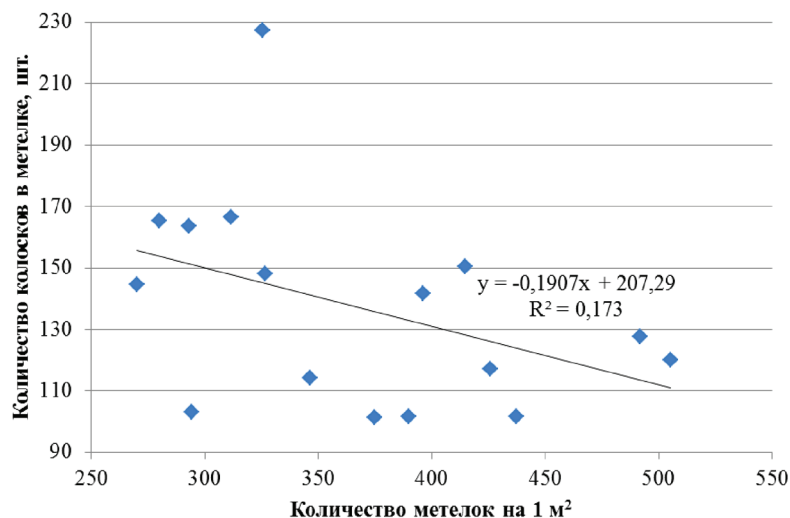


Рис. 2. Взаимосвязь числа колосков в метелке и количества метелок на 1 м²

Fig. 2. Correlation between "number of spikelets per panicle" and "number of panicles per 1 m²"

3. Морфологическая характеристика растений сортов риса по репродукциям (2018–2019 гг.)

3. Morphological characteristics of the rice varieties according to reproductions (2018–2019)

Сорт	Репродукция	Длина метелки, см	Кол-во зерен, шт.	Кол-во пустых колосков, шт.	Общее кол-во колосков, шт.	Масса 1000 семян, г	Фертильность, %
Акустик	ПИП	17,6	209	18	227	32,1	92,0
	ОС(ПР-1)	16,7	145	21	166	33,8	87,3
	ОС(ПР-2)	15,0	131	19	150	30,2	87,2
	ЭС	15,0	150	15	165	30,0	90,7
Боярин	ПИП	14,2	136	9	145	31,3	93,8
	ОС(ПР-1)	13,3	106	8	114	31,2	93,1
	ОС(ПР-2)	13,3	96	6	102	31,7	93,9
	ЭС	11,7	91	10	101	29,2	89,8
Кубояр	ПИП	15,7	141	22	164	33,0	86,3
	ОС(ПР-1)	14,1	104	14	117	31,1	88,3
	ОС(ПР-2)	13,4	85	16	102	27,4	84,0
	ЭС	14,2	136	12	148	30,3	92,1
Южанин	ПИП	20,0	155	12	167	31,5	92,9
	ОС(ПР-1)	17,6	121	7	128	30,2	94,5
	ОС(ПР-2)	18,1	131	10	142	30,4	92,8
	ЭС	18,3	89	14	103	32,2	86,1
Стандартное отклонение		2,3	31,9	5,0	34,2	1,5	3,3

Наиболее крупные метелки формировались у всех сортов в питомниках испытания потомств (табл. 3). Они были длиннее на 0,9–2,4 см, чем в других питомниках, и несли больше колосков. В среднем по четырем сортам метелки ПИП несли 175,6 колоска; ОС(ПР-1) – 131,3; ОС(ПР-2) – 123,9; ЭС – 129,4 колоска. При этом фертильность по репродукциям различалась незначительно: в среднем ПИП – 91,3%; ОС(ПР-1) – 90,8%; ОС(ПР-2) – 89,5%; ЭС – 89,7. В то же время сорта более существенно различались по этому признаку: в среднем по репродукциям от 87,7% у Кубояра до 92,7% у Боярина. Это связано с различиями в продолжительности вегетационного периода.

По мере репродуцирования от ПИП к ЭС отмечается тенденция к ухудшению показателей сортовой чистоты у риса от 100 до 99,1%.

Выводы. В процессе репродуцирования сорта риса постепенно снижают показатели продуктивности, первоначально присущие им. Причинами этого являются механические и биологические засорения, спонтанные скрещивания, расщепление гибридов,

мутации, снижение устойчивости к заболеваниям, вследствие чего снижаются урожайность и посевные качества семян. По результатам исследований было установлено, что урожайные качества имели тенденцию к снижению величин продуктивности от высших репродукций (питомника испытания потомств) к низшим (элитные семена). Максимальная биологическая урожайность сформировалась в ПИП у сорта Акустик (10,38 т/га), а затем в порядке убывания у Южанина (9,48), Кубояра (9,07) и Боярина (7,78). В ОС(ПР-1) урожайность у всех сортов, кроме Боярина, снизилась на 0,58–1,00 т/га. Снижение урожайности продолжилось и в следующих репродукциях: в ОС(ПР-2) – в среднем на 1,82 т/га к ОС(ПР-1), а в ЭС – на 0,79 т/га к ОС(ПР-2). Наибольшая урожайность семян получена в питомнике испытания потомств: в среднем по 4 сортам она составила 9,2 т/га, превысив значения элитных семян на 3,2 т/га. Поэтому для повышения урожайных и посевных качеств семян риса нужно проводить сортообновление, то есть смену низших репродукций семян более высокими, обеспечивающими их хорошие урожайные и посевные качества.

Библиографические ссылки

1. Воробьев Н. В. Физиологические основы формирования урожая риса. Краснодар: Просвещение-Юг, 2013. С. 64–65.
2. Горпиниченко С. И., Ковтунова Н. А., Шишова Е. А., Романюкин А. Е. Особенности семеноводства сорго в Ростовской области // Зерновое хозяйство России. 2018. № 1(60). С. 6–9.
3. Скаженник М. А., Воробьев Н. В., Ковалев В. С., Уджуху А. Ч., Балясный И. В. Уборочный индекс и его связь с формированием урожайности и элементами структуры урожая сортов риса // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31, № 2. С. 29–31.
4. Сметанин А. П., Дзюба В. А., Апрод А. И. Методики опытных работ по селекции, семеноводству, семеноведению и контролю за качеством семян. Краснодар, 1972. 155 с.
5. Сокурова Л. Х. Влияние репродукций на формирование посевных качеств проса посевного // Международные научные исследования. 2016. № 3. С. 372–374.
6. Филенко Г. А., Скворцова Ю. Г., Фирсова Т. И., Филиппов Е. Г. Влияние репродукций на урожайность и посевные качества семян ярового ячменя // Зерновое хозяйство России. 2018. № 3(57). С. 53–57. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-57-3-53-57.
7. Фирсова Т. И., Лысенко А. А. Значение приемов отбора элитных семей при выращивании оригинальных семян // Зерновое хозяйство России. 2009. № 5. С. 15–21.

References

1. Vorob'ev N. V. Fiziologicheskie osnovy formirovaniya urozhaya risa [The physiological basis for rice yield formation]. Krasnodar: Prosveshchenie-Yug, 2013. S. 64–65.
2. Gorpichenko S. I., Kovtunova N. A., Shishova E. A., Romanyukin A. E. Osobennosti semenovodstva sorgo v Rostovskoy oblasti [Features of sorghum seed production in the Rostov region] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 1(60). S. 6–9.
3. Skazhennik M. A., Vorob'ev N. V., Kovalev V. S., Udzhuhu A. Ch., Balyasnyj I. V. Uborochnyj indeks i ego svyaz' s formirovaniem urozhajnosti i elementami struktury urozhaya sortov risa [Harvesting index and its correlation with the formation of productivity and yield structure elements of rice varieties] // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017. T. 31, № 2. S. 29–31.
4. Smetanin A. P., Dzyuba V. A., Aprod A. I. Metodiki opytnyh rabot po selekcii, semenovodstvu, semenovedeniyu i kontrolyu za kachestvom semyan [Methods of experimental work on breeding, seed production, seed management and seed quality control]. Krasnodar, 1972. 155 s.
5. Sokurova L. H. Vliyanie reprodukcij na formirovanie posevnyh kachestv prosa posevnogo [The effect of reproductions on formation of sowing millet qualities] // Mezhdunarodnye nauchnye issledovaniya. 2016. № 3. S. 372–374.
6. Filenko G. A., Skvortsova Yu. G., Firsova T. I., Filippov E. G. Vliyanie reprodukcij na urozhajnost' i posevnye kachestva semyan yarovogo yachmenya [The effect of reproductions on productivity and sowing qualities of spring barley seeds] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2018. № 3(57). S. 53–57. DOI: 10.31367/2079-8725-2018-57-3-53-57.
7. Firsova T. I., Lysenko A. A. Znachenie priemov otbora elitnyh semej pri vyrashchivani original'nyh semyan [The importance of elite family selection techniques in the cultivation of original seeds] // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2009. № 5. S. 15–21.

Поступила: 17.10.19; принята к публикации: 18.11.19.

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. Костылев П. И. – общее научное руководство, постановка цели и задач, анализ литературных данных, формирование методологии исследования и концепции статьи, анализ полученных данных, написание текста статьи; Тесля Ю. П. – закладка опыта, посев сортов, сбор данных структурного анализа, заполнение таблиц и построение графика; Балюкова Э. С. – выращивание растений, отбор растений для анализа, промеры и подсчеты частей растений в процессе структурного анализа.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.