

Сергей Александрович Герасимов

Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра КНЦ СО РАН, Красноярск, Россия
g-s-a2009@yandex.ru

НАСЛЕДОВАНИЕ РАЗМЕРОВ КОЛОСА И ЧИСЛА ЗЕРЕН ГИБРИДАМИ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Цель исследования – определение характера наследования признаков «длина колоса» и «число зерен в колосе» гибридами ярового ячменя в условиях Красноярской лесостепи. Опыты проводили в лесостепной зоне Красноярского края в 2018–2020 гг. на обыкновенном маломощном черноземе: содержание гумуса (по Тюрину) – 4,73 %; N-NO₃ (ионометрический экспресс-метод) – 12,5 мг/кг почвы; P₂O₅ и K₂O (по Чирикову) – 19,00 и 14,00 мг/100 г почвы соответственно; реакция почвенного раствора в водной вытяжке – нейтральная (рН 6,3). Предшественник – чистый пар. Погодные условия вегетационных периодов в годы исследования были различными: 2019 г. – засушливые условия (ГТК = 0,76) и 2020 г. – избыточно влажный (ГТК = 1,71). В генетическом анализе участвовали четыре родительских компонента – Буян, Dera, Weibulls rike и Одесский 22, скрещивания проводили по полной диаллельной схеме 4×4. В наследовании длины колоса у большинства гибридных комбинаций преобладало положительное сверхдоминирование ($H_p > 1,00$). По данному показателю выделился сорт Буян (8,1; 9,5 см) и гибриды, полученные с его участием: Буян × Dera (8,5; 10,9 см), Одесский 22 × Буян (8,4; 9,5 см). В первом поколении (F₁) отмечено наследование числа зерен в колосе – от положительного сверхдоминирования до промежуточного наследования, у 75,0 % комбинаций проявился истинный гетерозис (H_p от –0,23 до +6,83). Изучаемый признак контролируется преимущественно доминантной генетической системой в F₁ и аддитивно-доминантной генетической системой в F₂ с преобладанием доминантных эффектов генов в обоих поколениях ($F = 4,76$ и $4,84 > 0$). В качестве донора на увеличение числа зерен в колосе ячменя ($g_i = 0,9937$ и $1,8417$) рекомендуется сорт Буян (Кедр × Jo 1345).

Ключевые слова: яровой ячмень (*Hordeum vulgare* L.), длина колоса, число зерен в колосе, диаллельный анализ, гетерозис, гибрид, комбинационная способность

Для цитирования: Герасимов С.А. Наследование размеров колоса и числа зерен гибридами ярового ячменя // Вестник КрасГАУ. 2022. № 11. С. 27–32. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-27-32.

Благодарности: работа выполнена согласно госзаданию ФИЦ КНЦ СО РАН, тема № 0297-2021-0039 «Изучение, подбор генетического материала для создания новых адаптивных сортов и разработка технологий первичного и промышленного семеноводства новых сортов зерновых культур».

Sergei Alexandrovich Gerasimov

Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture – a separate subdivision of the Federal Research Center of the KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia
g-s-a2009@yandex.ru

INHERITANCE OF EAR SIZE AND GRAINS NUMBER IN SPRING BARLEY HYBRIDS

The purpose of the study is to determine the nature of the inheritance of such traits as "ear length" and "number of grains per ear" by spring barley hybrids in the conditions of the Krasnoyarsk forest-steppe. The experiments were carried out in the forest-steppe zone of the Krasnoyarsk Region in 2018–2020 on ordinary thin chernozem: humus content (according to Tyurin) – 4.73 %; N-NO₃ (ionometric express method) – 12.5 mg/kg of soil; P₂O₅ and K₂O (according to Chirikov) – 19.00 and 14.00 mg/100 g of soil, respectively; the reaction of the soil solution in the water extract is neutral (pH 6.3). The predecessor is pure steam.

The weather conditions of the growing seasons during the study years were different: 2019 – dry conditions ($HTC = 0.76$) and 2020 – excessively wet ($HTC = 1.71$). Four parental components participated in the genetic analysis: Buyan, Dera, Weibulls puke and Odessa 22, crosses were carried out according to the full diallel scheme 4×4 . Positive overdominance ($H_p > 1.00$) prevailed in the ear length inheritance in most hybrid combinations. According to this indicator, the variety Buyan (8.1; 9.5 cm) and the hybrids obtained with its participation were distinguished: Buyan \times Dera (8.5; 10.9 cm), Odessa 22 \times Buyan (8.4; 9.5 cm). In the first generation (F_1), the inheritance of the number of grains per ear was noted – from positive overdominance to intermediate inheritance, 75.0 % of the combinations showed true heterosis (H_p from -0.23 to $+6.83$). The studied trait is controlled predominantly by the dominant genetic system in F_1 and by the additive-dominant genetic system in F_2 with the predominance of dominant gene effects in both generations ($F = 4.76$ and $4.84 > 0$). Buyan variety (Kedr \times Jo 1345) is recommended as a donor for increasing the number of grains in an ear of barley ($g_i = 0.9937$ and 1.8417).

Keywords: spring barley (*Hordeum vulgare* L.), ear length, number of grains per ear, diallel analysis, heterosis, hybrid, combination ability

For citation: Gerasimov S.A. Inheritance of ear size and grains number in spring barley hybrids // Bulliten KrasSAU. 2022;(11): 27–32. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-11-27-32.

Acknowledgments: the work has been carried out in accordance with the state task of the FRC KSC SB RAS, topic No. 0297-2021-0039 "Study, selection of genetic material for the creation of new adaptive varieties and development of technologies for primary and industrial seed production of new varieties of grain crops."

Введение. Для повышения эффективности создания новых высокопродуктивных сортов ячменя необходимо изучение наследования, поиск и привлечение генетических доноров селекционных признаков продуктивности растения [1]. К числу таких параметров, влияющих на продуктивность ячменя, относятся длина и число зерен в колосе ($r = 0,614-0,810$) [2, 3]. Колос – генеративный орган у растений ячменя, от числа зерен в котором, наряду с массой 1000 зерен, массой зерна с колоса, зависит уровень урожайности. У сортов ячменя, созданных селекционерами в последнее время, как правило, крупный хорошо озерненный колос. Число зерен в колосе – сложный признак, который сильно варьирует под влиянием внешней среды [4–7]. В районах Красноярского края, достаточно обеспеченных влагой, решающее влияние на повышение продуктивности оказывает озерненность колоса. Поэтому выявление комбинационной способности отдельных сортов в диаллельных скрещиваниях и определение на этой основе ценности той или иной гибридной комбинации для отбора на повышенное число зерен в колосе актуально.

Цель исследования – определение характера наследования признаков «длина колоса» и «число зерен в колосе» гибридами ярового ячменя в условиях Красноярской лесостепи.

Материал и методы. Опыты проводили в лесостепной зоне Красноярского края в 2018–2020 гг. на обыкновенном маломощном черно-

земе: содержание гумуса (по Тюрину) – 4,73 %, $N-NO_3$ (ионометрический экспресс-метод) – 12,5 мг/ кг почвы, P_2O_5 и K_2O (по Чирикову) – 19,00 и 14,00 мг/100 г почвы соответственно, реакция почвенного раствора в водной вытяжке – нейтральная (рН 6,3). Предшественник – чистый пар. Погодные условия вегетационных периодов в годы исследования были различными. За период вегетации в 2019 г. наблюдались неравномерное выпадение осадков и их дефицит в 45,2 % на фоне повышения среднесуточных температур воздуха на 8,0 % по сравнению со среднемноголетней нормой, ГТК был равен 0,76 (засушливые условия). В 2020 г. сложились более благоприятные условия для формирования колоса, осадков выпало на 78,0 % больше нормы, температура была также выше на 13,2 %, ГТК составил 1,71 (избыточное увлажнение).

Материалом исследования служили 4 исходных родительских сорта, контрастные по числу зерен в колосе: с минимальными значениями (17,0–17,5 шт.) – Weibulls puke (Швеция), Одесский 22 (Украина), с максимальным числом зерен в колосе (21,6–22,2 шт.) – Буян (Jo 1345 \times Кедр, Красноярский НИИСХ), Dera (Германия) и 12 полученных гибридов F_1 и F_2 по полной диаллельной схеме скрещивания (4×4). Метод опыления – принудительный. Посев гибридов проводили вручную рядами длиной 1,5 м в оптимальные

сроки 25–27 мая. Площадь питания растений – 2 × 20 см. Повторность – 3-кратная.

Для расчетов гипотетического и истинного гетерозиса, характера наследования использовали формулу по Д.С. Омарову [8], общую и специфическую комбинационную способность и их эффекты определяли по методике В. Griffing [9]. Математическую обработку результатов проводили с помощью программы ДИАС [10].

Результаты и их обсуждение. В 2018 г. в результате скрещиваний по 12 комбинациям получено 927 гибридных зерен, средняя завязываемость при этом составила 66,7 %. Гибридные

комбинации Буян × Одесский 22 и Буян × Дега показали более высокий процент удачи – 77,1 и 84,5 % соответственно.

Результаты дисперсионного анализа показали, что на длину колоса наибольшее влияние оказали генотип и условия года – 29,14 и 26,49 % от общей изменчивости признака соответственно, а взаимодействие этих факторов было недостоверным – 9,85 % (табл. 1). В то же время фенотипическое проявление числа зерен в колосе в большей степени зависело от сортовых различий (40,53 %), и в меньшей – от условия года (11,46) и их взаимодействия (17,82 %).

Таблица 1

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа длины колоса и числа зерен в диаллельных скрещиваниях (2019–2020 гг.)

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Доля вариации	Средний квадрат	F _ф	F ₀₅
Длина колоса						
Общая	138,29	95	1,0000	1,456	–	–
Генотип А	40,30	15	0,2914	2,687	3,60	1,95
Год В	36,63	1	0,2649	36,63	49,11	4,03
Взаимодействия АВ	13,62	15	0,0985	0,908	1,22	1,95
Ошибка	47,73	64	0,3452	0,746	–	–
Число зерен в колосе						
Общая	842,86	95	1,0000	8,87	–	–
Генотип А	341,62	15	0,4053	22,77	5,73	1,95
Год В	96,60	1	0,1146	96,60	24,30	4,03
Взаимодействия АВ	150,16	15	0,1782	10,01	2,52	1,95
Ошибка	254,47	64	0,3019	3,98	–	–

Родительские сорта значительно различались по длине колоса, которая варьировала от 6,1 (Weibulls puke) до 8,1 см (Буян) в 2019 г., от 7,4 (Weibulls puke) до 9,5 см (Буян) в 2020 г. Только 5 гибридов F₁ сформировали более длинный колос, чем лучшие родительские сорта, – на 0,3–1,6 см. Более длинный колос во все

годы исследования отмечен у сорта Буян – 8,1–9,5 см, наименьший у Weibulls puke – 6,1–7,4 см.

Согласно полученным результатам, у гибридов F₁ коэффициент фенотипического проявления (H_p) длины колоса изменялся значительно: от –2,33 до +9,00 (табл. 2).

Таблица 2

Наследование длины колоса у F₁ ячменя, 2019 г.

Комбинация скрещиваний	Длина колоса, см			Г _{ист.} , %	Г _{гип.} , %	H _p
	P♀	F ₁	P♂			
1	2	3	4	5	6	7
Буян×Deга	8,1	8,5	6,6	+4,94	+14,90	+1,57
Deга×Буян	6,6	8,1	8,1	0,00	+9,46	+1,00
Буян×Weibulls puke	8,1	7,8	6,1	–3,70	+14,10	+0,70
Weibulls puke×Буян	6,1	7,7	8,1	–4,94	+8,45	+0,60
Буян×Одесский 22	8,1	7,1	7,4	–12,34	–8,97	–2,33

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
Одесский 22×Буян	7,4	8,4	8,1	+3,70	+7,69	+2,00
Dera×Weibulls puke	6,6	8,1	6,1	+22,73	+26,56	+8,50
Weibulls puke×Dera	6,1	8,2	6,6	+24,24	+28,12	+9,00
Dera×Одесский 22	6,6	7,4	7,4	0,00	+5,71	+1,00
Одесский 22×Dera	7,4	7,9	6,6	+6,76	+12,86	+2,25
Weibulls puke×Одесский 22	6,1	6,8	7,4	-8,11	0,00	0,00
Одесский 22×Weibulls puke	7,4	7,1	6,1	-4,05	+4,41	+0,50
НСР ₀₅	1,0					

Наиболее частым наследованием признака являлось положительное сверхдоминирование – 41,7 % комбинаций ($H_p > 1,00$), вызванное доминантными генами, далее идут неполное доминирование признака лучшего родителя ($H_p = +0,5...+1,00$) у 33,3 %, промежуточное наследование ($H_p = -0,5...+0,5$) у 16,7 % и депрессия ($H_p < -1,00$) у 8,3 % комбинаций. Стоит отметить, что у отдельных гибридов колос был длиннее в том случае, когда за материнскую форму брали сорта Буян и Одесский 22.

Родительские формы имели число зерен в колосе от 18,0 до 25,4 шт. Самое высокое в

2019 г. оно было у сортов Буян (20,9 шт.) и Одесский 22 (18,3 шт.), в 2020 г. – у сортов Буян (25,4 шт.), Dera (22,9) и Одесский 22 (21,5 шт.). Стабильно низким числом зерен отличался Weibulls puke (2019 г. – 14,3 шт., 2020 г. – 18,0 шт.). Как и в случае с длиной колоса, при наследовании числа зерен преобладало положительное сверхдоминирование ($H_p > 1,00$) – 75,0 % комбинаций, реже наблюдалось неполное доминирование признака лучшего родителя ($H_p = +0,5...+1,00$) – 17,0 % и промежуточное наследование ($H_p = -0,5...+0,5$) – 8,0 % комбинаций (табл. 3).

Таблица 3

Наследование числа зерен в колосе у F₁ ячменя, 2019 г.

Комбинация скрещиваний	Число зерен в колосе, шт.			Г _{ист.} , %	Г _{гип.} , %	H _p
	P♀	F ₁	P♂			
Буян×Dera	20,9	22,9	17,1	+9,57	+20,52	+2,05
Dera×Буян	17,1	21,0	20,6	+1,94	+10,53	+1,25
Буян×Weibulls puke	20,9	20,9	14,3	0,00	+18,75	+1,00
Weibulls puke×Буян	14,3	19,7	20,9	-5,74	+11,93	+0,64
Буян×Одесский 22	20,9	19,3	18,3	-7,65	-1,53	-0,23
Одесский 22×Буян	18,3	21,6	20,9	+3,34	+10,20	+1,54
Dera×Weibulls puke	17,1	21,4	14,3	+25,15	+36,30	+4,07
Weibulls puke×Dera	14,3	23,0	17,1	+34,50	+46,50	+5,21
Dera×Одесский 22	17,1	19,0	18,3	+3,82	+7,34	+2,17
Одесский 22×Dera	18,3	21,8	17,1	+19,12	+23,16	+6,83
Weibulls puke×Одесский 22	14,3	18,4	18,3	+0,55	+12,88	+2,75
Одесский 22×Weibulls puke	18,3	18,9	14,3	+3,28	+15,95	+1,30
НСР ₀₅	4,1					

Статистически значимые различия при 95 %-м уровне значимости наблюдались между гибридами первого и второго поколения по параметрам общей (ОКС – 34,31 и 51,32 %) и специфической комбинационной (СКС – 46,87 и 29,68 %) способности при отсутствии влияния реципрокного эффекта в первом поколении (РЭ – 8,68 %) и возрастающем его влиянии во втором (РЭ – 16,92 %).

Анализ комбинационной способности родительских форм в неблагоприятном по режиму

увлажнения 2019 г. показал преимущество по величине эффекта ОКС сортов Буян ($g_i = 0,9937$) и Dera ($g_i = 0,5146$) и низкое его значение остальных сортов – Weibulls puke ($g_i = -1,0521$) и Одесский 22 ($g_i = -0,4563$) (табл. 4). Высокая константа СКС ($s_{ij} = 7,8283$) у гибридной комбинации Weibulls puke×Dera свидетельствует о возможности проведения отбора из нее на повышение озерненности колоса.

Комбинационная способность гибридов ячменя по признаку «число зерен в колосе»

Сорт	Константа СКС (s_{ij})				Эффект ОКС (g_i)	Варианса ОКС	Варианса СКС
	Буян	Dera	Weibulls puke	Одесский 22			
F ₁ (2019 г.)							
Буян	–				0,9937	0,2188	0,1688
Dera	0,2867	–			0,5146	–0,5039	2,7782
Weibulls puke	0,2197	7,8283*	–		–1,0521	0,3382	2,7068
Одесский 22	0,0001	0,2197	0,0722	–	–0,4563	–0,5606	0,0974
НСР ₀₅ для g_i					1,21		
НСР ₀₅ для s_{ij}					1,14		
F ₂ (2020 г.)							
Буян	–				1,8417*	3,3317	0,0881
Dera	0,0100	–			0,0625	–0,0562	1,8246
Weibulls puke	0,1375	1,2100*	–		–0,8583*	0,6767	0,6086
Одесский 22	0,1167	4,2539*	0,4784	–	–1,0458*	1,0337	1,6163
НСР ₀₅ для g_i					0,64		
НСР ₀₅ для s_{ij}					0,60		

В условиях 2020 г. с избыточной степенью увлажнения по признаку «число зерен в колосе» высокая общая комбинационная способность отмечена у сорта Буян ($g_i = 1,8417$), низкая – у сортов Dera ($g_i = 0,0625$), Weibulls puke ($g_i = -0,8583$) и Одесский 22 ($g_i = -1,0458$). Во втором поколении высокая константа СКС ($s_{ij} = 4,2539$) отмечена у гибридной комбинации Одесский 22 × Dera, что позволяет использовать ее в селекции на повышение числа зерен в колосе.

Относительно большое значение вклада в дисперсию СКС ($\sigma = 2,782$ и $1,8246$) по сравнению с вариансой ОКС, как в первом, так и во втором поколениях, показывает, что сорт Dera может образовывать ценные гибридные комбинации с сортами, имеющими менее озерненный колос.

Заключение. Признак «длина колоса» наследуется с преобладанием положительного сверхдоминирования ($H_p > 1,00$). В целом за 2019–2020 гг. по длине колоса выделился сорт Буян (8,1 и 9,5 см) и гибриды, полученные с его участием: Буян × Dera (8,5 и 10,9 см), Одесский 22 × Буян (8,4 и 9,5 см), – что указывает на селекционную ценность данного сорта в повышении размеров колоса и связанного с ним количества зерен. Признак «число зерен в колосе» ячменя контролируется преимущественно доминантной и аддитивно-доминантной генетическими системами в первом и втором поколениях с преобладанием доминантных генов в

обоих поколениях ($F = 4,76$ и $F = 4,84 > 0$). Поэтому отбор на увеличение количества зерен в гибридной популяции будет эффективен, начиная с F₂ и в более поздних поколениях. В качестве донора рекомендуется использовать сорт Буян (Кедр × Jo 1345, Красноярский НИИСХ) с высокой ОКС ($g_i = 0,9937$ и $g_i = 1,8417$), что позволит увеличить число зерен в скрещиваниях с другими сортами. Возможность подбора пар для скрещиваний с использованием высоких показателей числа зерен с колоса подтверждена высокими коэффициентами корреляции между эффектами ОКС и выраженностью признака у родителей – $r = 0,810-0,840$.

Список источников

1. Гребенникова И.Г., Алейников А.Ф., Степачкин П.И. Диаллельный анализ числа колосков в колосе яровой тритикале // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2011. № 7-8. С. 77–85.
2. Сурин Н.А. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур сибирской селекции и пути его совершенствования (пшеница, ячмень, овес). Новосибирск: СибНСХБ, 2011. 708 с.
3. Радюкевич Т.Н., Пасынкова Е.Н. Оценка элементов структуры урожая и определение адаптационной способности новых сортов ярового ячменя зарубежной селекции на се-

- веро-западе России // Достижения науки и техники АПК. 2020. № 12 (34). С. 52–55. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11208.
4. Филиппов Е.Г., Парамонов А.А. Типы наследования числа зерен в колосе ярового ячменя во втором поколении гибридов в топкроссных скрещиваниях // Зерновое хозяйство России. 2011. № 1 (13). С. 28–32.
 5. Долженко Д.О., Шевченко С.Н. Наследование и генетический контроль массы с колоса ячменя // Вестник Казанского ГАУ. 2021. № 2 (62). С. 16–22. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-16-22.
 6. Комбинационная способность сортов ячменя ярового в системе прямых диаллельных скрещиваний / Е.В. Компанец [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017. Т. 21, № 5. С. 537–544. DOI: 10.18699/VJ17.271.
 7. Hybrid performance and heterosis in early segregant populations of Brazilian spring wheat / E. Beche [et al.] // Australian journal of Crop Science. 2013. V. 7. P. 51–57.
 8. Омаров Д.С. К методике учета и оценки гетерозиса растений // Сельскохозяйственная биология. 1975. Т. 10, № 1. С. 699–702.
 9. Griffing B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems // Australian J. Biol. Sci. 1956. V. 9. P. 463–493.
 10. Алейников А.Ф., Степочкин П.И., Гребенникова И.Г. Диаллельный анализ в селекции сельскохозяйственных культур. Новосибирск: СибФТИ Россельхозакадемии, 2011. 10 с.
 2. Surin N.A. Adaptivnyj potencial sortov zernovyh kul'tur sibirskoj selekcii i puti ego sovershenstvovaniya (pshenica, yachmen', oves). Novosibirsk: SibNSHB, 2011. 708 s.
 3. Radyukevich T.N., Pasyukova E.N. Ocenka `elementov struktury urozhaya i opredelenie adaptacionnoj sposobnosti novyh sortov yarovogo yachmenya zarubezhnoj selekcii na severo-zapade Rossii // Dostizheniya nauki i tehniki APK. 2020. № 12 (34). S. 52–55. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-11208.
 4. Filippov E.G., Paramonov A.A. Tipy nasledovaniya chisla zeren v kolose yarovogo yachmenya vo vtrom pokolenii gibridov v topkrossnyh skreschivaniyah // Zernovoe hozyajstvo Rossii. 2011. № 1 (13). S. 28–32.
 5. Dolzhenko D.O., Shevchenko S.N. Nasledovanie i geneticheskij kontrol' massy s kolosa yachmenya // Vestnik Kazanskogo GAU. 2021. № 2 (62). S. 16–22. DOI: 10.12737/2073-0462-2021-16-22.
 6. Kombinacionnaya sposobnost' sortov yachmenya yarovogo v sisteme pryamyh diallel'nyh skreschivaniy / E.V. Kompanec [i dr.] // Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii. 2017. T. 21, № 5. S. 537-544. DOI: 10.18699/VJ17.271.
 7. Hybrid performance and heterosis in early segregant populations of Brazilian spring wheat / E. Beche [et al.] // Australian journal of Crop Science. 2013. V. 7. P. 51–57.
 8. Omarov D.S. K metodike ucheta i ochenki geterozisa rastenij // Sel'skohozyajstvennaya biologiya. 1975. T. 10, № 1. S. 699–702.
 9. Griffing B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems // Australian J. Biol. Sci. 1956. V. 9. P. 463–493.
 10. Alejnikov A.F., Stepochkin P.I., Grebennikova I.G. Diallel'nyj analiz v selekcii sel'skohozyajstvennyh kul'tur. Novosibirsk: SibFTI Rossel'hoz-akademii, 2011. 10 s.

References

1. Grebennikova I.G., Alejnikov A.F., Stepochkin P.I. Diallel'nyj analiz chisla koloskov v kolose yarovoj tritikale // Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. 2011. № 7-8. S. 77–85.
10. Alejnikov A.F., Stepochkin P.I., Grebennikova I.G. Diallel'nyj analiz v selekcii sel'skohozyajstvennyh kul'tur. Novosibirsk: SibFTI Rossel'hoz-akademii, 2011. 10 s.

Статья принята к публикации 13.09.2022 / The article accepted for publication 13.09.2022.

Информация об авторах:

Сергей Александрович Герасимов, заведующий лабораторией селекции серых хлебов, ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук

Information about the authors:

Sergey Alexandrovich Gerasimov, Head of the Laboratory for the Selection of Brown Bread, Leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences