

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА ЛИНЕЙНЫЕ РАЗМЕРЫ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗЕРНА

Власенко Н.Г., Бурлакова С.В.

Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

Представлены результаты оценки воздействия биопрепаратов и протравителя семян на технологические качества зерна мягкой яровой пшеницы Новосибирская 31. Эффективность применения биологических средств защиты растений изучали в полевом эксперименте, заложенном в 2020 г. в условиях лесостепи Приобья. Предпосевная обработка семян включала следующие варианты: контроль (без обработки); Триходермин, П (*Trichoderma viride*, титр более 6 млрд спор/г), норма расхода – 15 кг/т семян; Споробактерин, СП (*Bacillus subtilis* + *Trichoderma viride*, штамм 4097), норма расхода – 0,5 кг/т семян; Скарлет, МЭ, химический эталон (имазалил (100 г/л) + тебуконазол (60 г/л), норма расхода – 0,3 л/т семян. Применение препаратов способствовало росту урожайности на 0,40 и 0,52 т/га при использовании Триходермина и Споробактерина соответственно и на 0,08 т/га при применении фунгицида Скарлет. При этом масса 1000 зерен увеличилась на 0,84; 0,80 и 0,96 г соответственно относительно контроля. Препараты Триходермин и Споробактерин оказывали достоверное влияние на рост зерновки в длину и ширину относительно контроля – на 5,4–6,9 и 9,6%, Скарлет – на 10,6 и 13,9% соответственно. Предпосевная обработка семян способствовала росту таких показателей зерновки, как объем (на 19,6–29,3%), площадь поверхности (на 12,1–19,2%), сферичность (на 6,3–7,8%). В большей степени они увеличивались при применении фунгицида Скарлет. Получение более крупного зерна привело к росту содержания эндосперма на 0,76–1,14%. Показана тесная коррелятивная связь между показателями массы 1000 зерен и линейными размерами зерна ($r = 0,92–0,98$), а также с объемом зерновки, сферичностью и содержанием эндосперма ($r = 0,98–0,99$). Предпосевная обработка семян яровой пшеницы обеспечивает получение зерна с улучшенными технологическими свойствами.

Ключевые слова: мягкая яровая пшеница, биопрепараты, протравитель зерна, фунгицид, линейные размеры зерна, геометрические характеристики зерна

EFFECT OF PRE-SOWING TREATMENT OF SPRING WHEAT SEEDS ON LINEAR SIZES AND GEOMETRIC GRAIN CHARACTERISTICS

Vlasenko N.G., Burlakova S.V.

Siberian Federal Scientific Centre of AgroBioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

The results of assessing the effect of biological preparations and a seed disinfectant on the technological qualities of grain of soft spring wheat Novosibirskaya 31 are presented. The effectiveness of the use of biological plant protection products was studied in the field experiment, laid down in 2020 in the forest-steppe conditions of the Ob region. Pre-sowing seed treatment included the following options: control (without treatment); Trichodermin, P (*Trichoderma viride*, titer more than 6 billion spores/g), consumption rate – 15 kg/t seed; Sporobacterin, SP (*Bacillus subtilis* + *Trichoderma viride*, strain 4097), consumption rate – 0.5 kg/ton of seeds; Scarlet, ME, chemical standard (imazalil (100 g/l) + tebuconazole (60 g/l), consumption rate – 0.3 l/t of seeds. The use of the preparations contributed to an increase in yield by 0.40 and 0.52 t/ha when using Trichodermin and Sporobacterin, respectively, and by 0.08 t/ha when using fungicide Scarlet. In this case, the mass of 1000 grains increased by 0.84, 0.80 and 0.96 g, respectively, relative to the control. The preparations Trichodermin and Sporobacterin had a significant effect on the growth of grain in length and width relative to the control – by 5.4–6.9 and 9.6%, Scarlet – by 10.6 and 13.9%, respectively. Pre-sowing seed treatment contributed to the growth of such indicators of the caryopsis as volume (by 19.6–29.3%), surface area (by 12.1–19.2%), and sphericity (by 6.3–7.8%).

To a greater extent, they increased with the use of fungicide Scarlet. Getting larger grain led to an increase in the endosperm content by 0.76–1.14%. A close correlation has been shown between the indicators of the mass of 1000 grains and the linear grain sizes ($r = 0.92–0.98$), as well as with the grain volume, sphericity and endosperm content ($r = 0.98–0.99$). Pre-sowing treatment of spring wheat seeds provides grain with improved technological properties.

Keywords: soft spring wheat, biological preparations, grain disinfectant, fungicide, grain linear dimensions, grain geometrical characteristics

Для цитирования: Власенко Н.Г., Бурлакова С.В. Влияние предпосевной обработки семян яровой пшеницы на линейные размеры и геометрические характеристики зерна // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2021. Т. 51. № 1. С. 18–24. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-1-2>

For citation: Vlasenko N.G., Burlakova S.V. Effect of pre-sowing treatment of spring wheat seeds on linear sizes and geometric grain characteristics. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2021, vol. 51, no. 1. pp 18–24. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2021-1-2>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Технологические свойства зерна – это совокупность признаков и показателей качества, характеризующих его состояние в технологических процессах переработки, влияющих на выход и качество муки [1, 2]. Технологические свойства зерна являются производными от группы первичных свойств, которые можно подразделить на физико-химические, биохимические, структурно-механические, теплофизические, а также анатомическое строение зерна. Линейные размеры и форма зерновки оказывают влияние на степень травмируемости семян и качество подработки зерна. По этой причине в селекционной практике стараются отбирать выравненные укороченные зерна округлой формы [3]. Объем зерна и форма связаны с содержанием эндосперма, который обеспечивает фактический выход муки; площадь внешней поверхности определяет интенсивность взаимодействия зерна с окружающей атмосферой; соотношение величины объема и внешней поверхности зерна представляет собой так называемый определяющий размер, роль которого проявляется в процессах теплообмена при хранении, сушке и гидротермической обработке зерна [4–6]. Формы и размеры семян изменчивы и зависят как от почвенных, так и от погодных условий в период вегетации. При изучении физико-механических свойств семян важны не только средние размеры, но и все показатели измен-

чивости отдельных свойств семян зерновых культур [6, 7]. Исследованиям параметров зерновок уделяется большое внимание. На их линейные размеры, форму и анатомическое строение влияют не только погодные условия, но и технология возделывания, а также особенности генотипов сортов [8].

Предпосевная обработка семян биологическими и химическими препаратами приводит к росту урожайности яровой пшеницы и способствует получению зерна с более высокой массой [9, 10].

Цель исследования – изучить влияние предпосевной обработки семян на его линейные и некоторые геометрические характеристики.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Эффективность применения биологических средств защиты растений изучали в полевом эксперименте, заложенном в 2020 г. на стационаре Сибирского научно-исследовательского института земледелия и химизации СФНЦА РАН. Научный опыт проходил в условиях лесостепи Приобья на посевах яровой пшеницы Новосибирская 31 (сорт среднеранний, вегетационный период 70–76 дней), который размещали по паровому предшественнику. Посев осуществляли 14 мая с нормой высева 6 млн всхожих зерен/га. Предпосевная обработка семян включала следующие варианты:

– контроль (без обработки);

– Триходермин, П (*Trichoderma viride*, титр более 6 млрд спор/г), норма расхода – 15 кг/т семян;

– Споробактерин, СП (*Bacillus subtilis* + *Trichoderma viride*, штамм 4097), норма расхода – 0,5 кг/т семян;

– Скарлет, МЭ, химический эталон (имазалил (100 г/л) + тебуконазол (60 г/л), норма расхода – 0,3 л/т семян.

Норма расхода рабочей жидкости 10 л/т семян. Площадь учетной делянки 14,7 м², расположение последовательное в один ярус, повторность четырехкратная. Урожайность пшеницы учитывали прямым комбайнированием, приводили к 100%-й чистоте и 14%-й влажности. В полученном урожае определяли массу 1000 зерен.

Изучали следующие показатели зерновок: длину, ширину, толщину¹, а также рассчитывали их объем, площадь поверхности, сферичность и содержание эндосперма². Объем пробы составлял 100 зерен. Оценку зерновой продукции проводили на электронном микрометре в программе Micro Capture Pro. Статистический анализ экспериментальных данных осуществляли с помощью пакета прикладных программ Snedecor³.

Метеоданные вегетационного периода 2020 г. существенно отличались от среднеемноголетних значений по температурному режиму и количеству выпавших осадков. Май текущего сезона особенно выделялся по температуре и режиму увлажнения. Температура воздуха в этом месяце превысила среднеемноголетние значения на 6,2 °С, количество осадков было выше нормы в 1,5 раза. В июне температура воздуха находилась на уровне среднеемноголетних значений, приход атмосферной влаги в среднем за месяц отмечен ниже нормы в 2,4 раза. В июле температурный режим превысил среднеемноголетние показатели на 0,6 °С, осадков выпало в 1,2 раза больше нормы. Август был достаточно теплым: температура воздуха превысила среднеемноголетние значения на

2,8 °С. Приход атмосферной влаги в I декаде месяца отмечен в 1,7 раза ниже нормы, во II декаде осадков выпало в 2,2 раза больше среднеемноголетних значений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В вариантах опыта с обработкой семян биологическими препаратами получен достоверный рост урожайности пшеницы относительно контроля: при обработке семян Триходермином – на 0,4 т/га, Споробактерином – на 0,52 т/га (см. табл. 1).

Протравливание посевного материала препаратом Скарлет в условиях текущего года не оказало влияния на урожайность зерна. Однако масса 1000 зерен достоверно повысилась относительно контроля во всех вариантах опыта на 0,80–0,96 г, в варианте с применением фунгицида Скарлет она была наибольшей.

При применении препаратов достоверно изменялись линейные размеры зерновки: длина увеличилась на 5,4 и 6,9% при обработке семян биологическими препаратами, на 10,6% при использовании химического препарата, ширина – на 9,6 и 13,9% соот-

Табл. 1. Влияние предпосевной обработки семян биопрепаратами и фунгицидом на урожайность и массу 1000 зерен яровой пшеницы Новосибирская 31

Table 1. Influence of pre-sowing seed treatment with biological products and fungicide on yield and weight of 1000 grains of spring wheat Novosibirskaya 31

Вариант	Урожайность, т/га	Масса 1000 зерен, г
Контроль	1,81	30,83
Триходермин	2,21	31,67
Споробактерин	2,33	31,63
Скарлет	1,89	31,79
НСР ₀₅	0,26	0,63

¹Таланов И.П. Растениеводство. Практикум: учеб. пособие для академического бакалавриата 2-е изд. М.: Издательство Юрайт, 2018. 288 с.

²Егоров Г.А. Технология муки. Практический курс. М.: ДеЛи принт, 2007. 143 с.

³Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. 2-е изд. Новосибирск, 2012. 282 с.

ветственно (см. табл. 2). Из трех размеров (длина, ширина и толщина) толщина в наибольшей степени характеризует мукомольные свойства зерна. Установлена высокая коррелятивная связь между толщиной зерна мягкой пшеницы и содержанием в ней эндосперма [11]. При выращивании обработанной перед посевом препаратами пшеницы толщина зерновки увеличивалась на 3,2–3,5% относительно контроля.

Линейные размеры зерна определяют его крупность, которая является важнейшим показателем качества зерна. В крупном зерне больше эндосперма и меньше оболочек, следовательно, выше выход готовых продуктов из зерна [12]. В вариантах, где для предпосевной обработки семян использовали Триходермин и Споробактерин, объем зерновки увеличился на 19,6 и 21,3% относительно контроля, но в большей степени он возрос при использовании фунгицида Скарлет – на

29,3% (см. табл. 3). Площадь поверхности зерновки также оказалась выше на 12,1–19,2% в вариантах с обработкой семян препаратами, наибольшей она была при применении фунгицида Скарлет. Сферичность зерновки также увеличивалась на 6,3–7,8% при посеве обработанными семенами.

Геометрическая характеристика зерна позволила рассчитать содержание в нем эндосперма. Данный показатель при выращивании пшеницы из обработанных биопрепаратами семян увеличивался на 0,76–0,83%, химическим фунгицидом – на 1,14%.

Наименьшее варьирование показателя длины зерновки отмечено в контроле и при применении фунгицида Скарлет ($V = 7,44$ и $7,54\%$). Варьирование показателя ширины зерновки находилось на уровне 10,16–11,37%. Варьирование толщины зерновки уменьшалось от 9,01% в контроле до 7,12–7,28% в опыте. Выявлена коррелятивная

Табл. 2. Влияние предпосевной обработки семян биопрепаратами и фунгицидом на линейные размеры зерна яровой пшеницы Новосибирская 31

Table 2. Influence of pre-sowing seed treatment with biological products and fungicide on the linear grain size of spring wheat Novosibirskaya 31

Вариант	Показатель				
	Размер, мм	Среднее квадратичное отклонение, S , %	Коэффициент вариации, V , %	Относительная ошибка выборки, S_x , %	Критерий Стьюдента, $t_{\phi 095}$ и $t_{теор}$
<i>Длина зерновки (n = 100)</i>					
Контроль	6,33 ± 0,37	0,47	7,44	1,04	–
Триходермин	6,67 ± 0,57	0,67	10,11	1,42	8,22 ≥ 1,98
Споробактерин	6,77 ± 0,60	0,76	11,15	1,57	12,20 ≥ 1,98
Скарлет	7,00 ± 0,41	0,53	7,54	1,07	44,08 ≥ 1,98
<i>Ширина зерновки (n = 100)</i>					
Контроль	2,73 ± 0,22	0,28	10,16	1,45	–
Триходермин	2,99 ± 0,26	0,32	10,75	1,51	19,00 ≥ 1,98
Споробактерин	2,99 ± 0,27	0,34	11,37	1,61	17,15 ≥ 1,98
Скарлет	3,11 ± 0,25	0,32	10,26	1,46	40,46 ≥ 1,98
<i>Толщина зерновки (n = 100)</i>					
Контроль	2,82 ± 0,21	0,25	9,01	1,25	–
Триходермин	2,91 ± 0,16	0,21	7,12	1,02	4,35 ≥ 1,98
Споробактерин	2,92 ± 0,17	0,21	7,23	1,02	4,82 ≥ 1,98
Скарлет	2,91 ± 0,17	0,21	7,28	1,02	3,91 ≥ 1,98

Табл. 3. Влияние предпосевной обработки семян биопрепаратами и фунгицидом на геометрические показатели зерна яровой пшеницы Новосибирская 31**Table 3.** Influence of pre-sowing seed treatment with biological products and fungicide on the geometric parameters of spring wheat grain Novosibirskaya 31

Вариант	Объем зерновки, мм ³	Площадь поверхности зерновки, мм ²	Сферичность зерновки	Содержание эндосперма, %
Контроль	25,47 ± 3,99	63,95 ± 6,81	0,64 ± 0,04	82,48 ± 0,61
Триходермин	30,46 ± 5,39	71,67 ± 9,00	0,68 ± 0,04	83,24 ± 0,83
Споробактерин	30,90 ± 5,10	73,13 ± 9,00	0,68 ± 0,04	83,31 ± 0,78
Скарлет	32,93 ± 4,26	76,21 ± 7,66	0,69 ± 0,04	83,62 ± 0,65

связь между показателями массы 1000 зерен и линейными размерами зерна: длиной, шириной и толщиной ($r = 0,92; 0,98$ и $0,97$), а также с объемом зерновки, сферичностью и содержанием эндосперма ($r = 0,98-0,99$). Отношение длины к ширине для зерен пшеницы снижалось от $2,32 : 1$ в контроле до $2,23 : 1$, $2,26 : 1$ и $2,25 : 1$ в вариантах с применением Триходермина, Споробактерина и Скарлет. Отношение ширины к толщине, напротив, немного увеличилось – от $0,97 : 1$ в контроле до $1,03 : 1$; $1,02 : 1$ и $1,07 : 1$ в вариантах опыта. Тем не менее, полученное зерно характеризовалось достаточно выгодным соотношением линейных размеров для условий его переработки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обработка семян биопрепаратами Триходермин, Споробактерин и фунгицидом Скарлет влияла не только на урожайность зерна и массу 1000 зерен, но и на линейные размеры и геометрические характеристики зерна. Длина зерновки повышалась на 5,4–10,6%, ширина – на 9,6–13,9, толщина – на 3,2–3,5%. В наибольшей степени данные показатели возросли при применении химического фунгицида. Это привело к улучшению геометрических характеристик зерна: объем зерновки увеличился на 19,6–29,3%, площадь поверхности – на 12,1–19,2, ее сферичность – на 6,3–7,8%. Содержание эндосперма в зерне также повысилось на 0,76–1,14%. Кроме того, снизилось

соотношение длины зерновки к ее ширине от $2,32 : 1$ в контроле до $2,23 : 1$; $2,25 : 1$ и $2,26 : 1$ при применении препаратов. Таким образом, препараты Триходермин, Споробактерин и Скарлет, которые применяли для предпосевной обработки семян, оказали положительное влияние на технологические свойства зерна нового урожая.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осокина Н.М., Костецкая Е.В. Сравнительная оценка зерна яровых пшеницы и тритикале как сырья для изготовления хлеба // Сельское, лесное и водное хозяйство. 2014. № 2.
2. Nuttalla J.G., O'Leary G.J., Panozso J.F., Walkera C.K., Barlowb K.M., Fitzgerald G.J. Models of grain quality in wheat – A review // Field Crops Research. 2017. Vol. 202. P. 136–145. DOI: 10.1016/j.fcr.2015.12.011.
3. Фомина М.Н., Аверьясова Ю.С. Геометрическая характеристика зерна голозерных сортов овса в зоне северной лесостепи Тюменской области // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 3 (52). С. 4–9.
4. El Fawal Y.A., Tawfik M.A., El Shal A.M. Study on physical and engineering properties for grains of some field crops // Misr Journal of Agricultural Engineering. 2009. Vol. 26 (4). P. 1933–1951.
5. Kheiralipour K., Karimi M., Tabatabaefar A., Naderi M., Khoubakht G., Heidarbeigi K. Moisture-Depend Physical Properties of Wheat (*Triticum aestivum* L.) // Journal of Agricultural Technology. 2008. Vol. 53. P. 53–64.

6. Sýkorová A., Šárka E., Bubník Z., Schejbal M., Dostálek P. Size distribution of barley kernels // *Czech Journal of Agricultural Technology*, 2009. Vol. 27. N 4. P. 249–258. DOI: 10.17221/26/2009–CJFS.
7. Евченко А.В. Анализ физико-механических свойств семян зерновых культур // Вестник Красноярского ГАУ. 2016. № 8. С. 144–149.
8. Тоболова Г.В. Геометрическая характеристика зерна тетраплоидного вида *Triticum carthlicum* Nevski. в условиях Северной лесостепи Тюменской области // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 9. С. 40–43.
9. Слободчиков А.А. Влияние средств защиты растений на продуктивность сортов яровой пшеницы // Достижения науки и техники АПК. 2020. Т. 34. № 2. С. 10–14. DOI: 10.24411/0235–2451–2020–10202.
10. Перцева Е.В., Васин В.Г., Бурлака Г.А. Влияние предпосевной обработки семян на продуктивность яровой пшеницы // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2019. № 3 (47). С. 78–85. DOI: 10.18286/1816–4501–2019–3–78–86.
11. Рындин А.Ю. Физические методы определения качества зерна: анализ источников // Вестник НГИЭИ. 2013. № 12 (31). С. 72–82.
12. Кравченко Н.С., Ионова Е.В., Вожжова Н.Н., Олдырева И.М. Качественные показатели зерна и муки сортов и линий озимой мягкой пшеницы // Зерновое хозяйство России. 2018. № 5 (59). С. 6–10. DOI: 10.31367/2079–8725–2018–59–5–6–10.
1. Osokina N.M., Kostetskaya E.V. Comparative evaluation of spring wheat and triticale as feedstock for the bread production. *Sel'skoe, lesnoe i vodnoe khozyaistvo = Agriculture, Forestry and Water Management*, 2014, no. 2. (In Russian).
2. Nuttalla J.G., O'Leary G.J., Panozsoa J.F., Walkera C.K., Barlowb K.M., Fitzgerald G.J. Models of grain quality in wheat – A review. *Field Crops Research*, 2017, vol. 202, pp. 136–145. DOI: 10.1016/j.fcr.2015.12.011.
3. Fomina M.N., Aver' yasova Yu.S. Geometric characteristics of grain of naked oats varieties in the northern forest-steppe zone of the Tyumen region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*, 2016, no. 3 (52), pp. 4–9. (In Russian).
4. El Fawal Y.A., Tawfik M.A., El Shal A.M. Study on physical and engineering properties for grains of some field crops. *Misir Journal of Agricultural Engineering*, 2009, vol. 26 (4), pp. 1933–1951.
5. Kheiralipour K., Karimi M., Tabatabaeefar A., Naderi M., Khoubakht G., Heidarbeigi K. Moisture-Depend Physical Properties of Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Journal of Agricultural Technology*, 2008, vol. 53, pp. 53–64.
6. Sýkorová A., Šárka E., Bubník Z., Schejbal M., Dostálek P. Size distribution of barley kernels. *Czech Journal of Food Sciences*, 2009, vol. 27, no. 4, pp. 249–258. DOI: 10.17221/26/2009–CJFS.
7. Evchenko A.V. Analysis of physical and mechanical properties of grain crops seeds. *Vestnik KrasGAU = The Bulletin of KrasGAU*, 2016, no. 8, pp. 144–149. (In Russian).
8. Tobolova G.V. Geometric characteristics of grain tetraploid species *Triticum carthlicum* Nevski. in the forest-steppe of the Tyumen region. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2013, no. 9, pp. 40–43. (In Russian).
9. Slobodchikov A.A. The influence of plant protection products on the yield of spring wheat varieties. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC*, 2020, vol. 34, no. 2, pp. 10–14. (In Russian). DOI: 10.24411/0235–2451–2020–10202.
10. Pertseva E.V., Vasin V.G., Burlaka G.A. Influence of pre-sowing seed treatment on productivity of spring wheat. *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii = Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2019, no. 3 (47), pp. 78–85. (In Russian). DOI: 10.18286/1816–4501–2019–3–78–86.
11. Ryndin A.Yu. Physical methods of defining grain quality: analysis of sources. *Vestnik NGI-EI = Bulletin NGIEI*, 2013, no. 12 (31), pp. 72–82. (In Russian).
12. Kravchenko N.S., Ionova E.V., Vozhzhova N.N., Oldyreva I.M. Qualitative traits of grain and flour of the winter soft wheat lines. *Zernovoe khozyaistvo Rossii = Grain Economy of Russia*, 2018, no. 5 (59), pp. 6–10. (In Russian). DOI: 10.31367/2079–8725–2018–59–5–6–10.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Власенко Н.Г.**, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, заведующая лабораторией; **адрес для переписки:** Россия, 630501, Новосибирская область, р.п. Краснообск, а/я 463; e-mail: vlas_nata@ngs.ru

Бурлакова С.В., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

✉ **Natalia G. Vlasenko**, Doctor of Science in Biology, Head Researcher, Head of Laboratory; **address:** PO Box 463, SFSCA RAS, Krasnoobsk, Novosibirsk Region, 630501, Russia; e-mail: vlas_nata@ngs.ru

Svetlana V. Burlakova, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher

Дата поступления статьи 10.10.2020

Received by the editors 10.10.2020