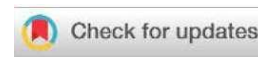


УДК 631.4

<https://doi.org/10.31251/pos.v8i4.345>

Памяти Василия Сергеевича Бойко

© 2025 А. Ю. Тимохин , М. С. Чекусов 

ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», проспект Королева, 26, г. Омск, 644012, Россия. E-mail: timokhin@anc55.ru

В статье приводятся основные сведения о научно-исследовательской, административной и педагогической деятельности главного научного сотрудника Омского аграрного научного центра, доктора сельскохозяйственных наук Василия Сергеевича Бойко. Дана краткая информация о его деятельности в период учебы в Томском государственном университете, работы в лаборатории орошаемого земледелия Сибирского НИИ сельского хозяйства и Омском аграрном научном центре. Показан вклад ученого в изучение орошаемых черноземных почв юга Западной Сибири и решение проблемы их агрохимической оценки. Освещены направления исследования по изучению системы почвоохранного, ресурсосберегающего орошаемого земледелия.

Ключевые слова: Бойко В.С.; орошаемое кормопроизводство; земледелие; Западная Сибирь; агрохимия; многолетние травы; почва.

Цитирование: Тимохин А.Ю., Чекусов М.С. Памяти Василия Сергеевича Бойко // Почвы и окружающая среда. 2025. Том 8. № 4. е345. DOI: [10.31251/pos.v8i4.345](https://doi.org/10.31251/pos.v8i4.345)



Рисунок 1. Доктор сельскохозяйственных наук Василий Сергеевич Бойко (1958–2025 гг.). Фото из архива Омского АНЦ.

Третьего октября 2025 года ушел из жизни Василий Сергеевич Бойко – главный научный сотрудник агротехнологического центра ФГБНУ «Омский АНЦ», доктор сельскохозяйственных наук, доцент, известный российский специалист в области земледелия, в том числе орошаемого, агрохимии, мелиоративного почвоведения и кормопроизводства (рис. 1).

В.С. Бойко родился 5 августа 1958 г. в с. Веселоярск Рубцовского района Алтайского края. В 1975 г. он закончил Веселоярскую среднюю школу и поступил в Томский государственный университет на биолого-почвенный факультет. После его окончания с отличием по специальности «Почвоведение и агрохимия» был направлен по распределению в Управление сельского хозяйства Омского облисполкома для работы на Омской областной станции химизации сельского хозяйства; здесь с 1980 по 1981 гг. Василий Сергеевич работал старшим инженером в отделе почвенно-агрохимических изысканий.

В 1978 г. в Сибирском научно-исследовательском институте сельского хозяйства (в настоящее время ФГБНУ «Омский АНЦ») была организована лаборатория орошаемого земледелия, которую возглавил Вильгельм Фридрихович Гоф. Для реализации данного научного направления на территории межхозяйственной Пушкинской оросительной системы в ОПХ «Омское» (Омская

область, Омский район) был заложен восьмипольный орошаемый стационар. Целью создания лаборатории являлось научное сопровождение агро-мелиоративного комплекса на основе разработки организационных мер и технологий, стабилизирующих воспроизводство плодородия почвы и продуктивность пашни на уровне 6,0–6,5 т корм. ед./га и 5–7 т/га зерна яровых, озимых и кормовых культур. В эту лабораторию в 1981 г. поступил на работу молодой сотрудник, аспирант В.С. Бойко (рис. 2).



Рисунок 2. Коллектив лаборатории орошаемого земледелия, 1982 г. (второй ряд, крайний справа аспирант В.С. Бойко, слева от него – заведующий лабораторией орошаемого земледелия, доктор сельскохозяйственных наук В.Ф. Гоф). Фото из архива Омского АНЦ.

Коллектив лаборатории разрабатывал технологические системы выращивания на орошаемых землях кормовых и частично зерновых культур в двух четырехпольных стационарных севооборотах. В опытах изучались вопросы формирования почвоохранного водосберегающего орошения, способ и глубина обработки зяби, дозы удобрения в расчете на планируемую прибавку урожайности. Учеными лаборатории, в том числе В.С. Бойко, разработаны технологические регламенты (карты, инструкции) выращивания различных сельскохозяйственных культур в условиях орошения. Изучены основные элементы агротехнологий в расчете на максимальное использование природных ресурсов, а также биопотенциала культур и новых интенсивных сортов при оптимизации условий среды.

В 1984 г. Василий Сергеевич окончил аспирантуру, а в 1986 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Эффективность обработки почвы и удобрений при поукосном выращивании однолетних трав на орошаемой пашне в лесостепи Западной Сибири» (Бойко, 1986). В стационарных опытах (двух- и трехфакторных) в 4-х-польных севооборотах с выводным полем многолетних трав были отработаны мелиоративные приемы (обработка почвы, режимы влажности и питания, подбор сочетания культур), обеспечивающие получение в год 1,5–3 урожаев однолетних или 2–3 укосов многолетних трав. При этом составной частью исследований являлось систематическое изучение влияния приемов интенсификации и разработанных агротехнологий на показатели плодородия черноземных почв (Бойко, 1988; Бойко, Гоф, 1990; 1995).

В последующие годы В.С. Бойко работал младшим, старшим, ведущим научным сотрудником. С 1996 по 2014 гг. возглавлял лабораторию орошаемого земледелия. За 30-летний период исследований был накоплен богатый экспериментальный материал по технологиям выращивания бобовых и мятликовых многолетних трав, однолетних кормовых культур в одновидовых и смешанных агрофитоценозах, а также яровых и озимых зерновых культур (Коленченко и др., 2007). Некоторые позиции разработанного агрокомплекса защищены патентами на способы выращивания культур (озимая пшеница, кукуруза, многолетние травы). Для орошаемых черноземных почв лесостепи Западной Сибири разработана малозатратная технология выращивания ярового ячменя для пивоварения, позволяющая в любой по гидротермическим условиям год получать 4,0–4,5 т/га зерна, соответствующего по технологическим показателям требованиям, предъявляемым к пивоваренным сортам, при сборе 2,6–2,8 т/га зерна без орошения и удобрений (Бойко, Сницарь, 2002).

Василий Сергеевич разработал эффективный способ формирования многолетних травостоев. В предлагаемом способе покровную культуру сеют широкоявно, а злаковую поперек или по диагонали. Злаковую культуру (кострец) высевает в 1 и 2 рядка через 60 см. С одновременным посевом злаковой культуры производят посев в междурядье бобовой культуры. В качестве бобовой культуры высевает люцерну. Люцерну высевает не только в междурядье, но и в рядках костреца. Сбор травостоя с 1 га согласно изобретению имеет большую массу сухого вещества и увеличенное содержание в нем протеина по сравнению с известными.

В 2011 году В.С. Бойко успешно защитил диссертационную работу на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по теме: «Интенсификация полевого кормопроизводства и воспроизводство плодородия орошаемых лугово-черноземных почв в лесостепи Западной Сибири» (Бойко, 2011). Оппонентами диссертационной работы были академик РАН А.Н. Власенко, доктора сельскохозяйственных наук В.И. Усенко и Л.В. Березин, ведущая организация – ГНУ Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. По результатам многолетних исследований Василием Сергеевичем выявлены параметры водного режима почв, орошения и водопотребления кормовых культур на длительно орошаемой лугово-черноземной почве, обеспечивающие получение высоких урожаев и сохранение благоприятного мелиоративного состояния в специфических условиях лесостепи Западной Сибири, обусловленных преобладанием длительно сезонно промерзающих почв с летним оттаиванием нижней части профиля. Усовершенствованы технологические приемы возделывания многолетних и однолетних кормовых культур в одновидовых и смешанных посевах, позволяющие максимально реализовать уровень их потенциальной продуктивности. Разработаны приемы оптимизации питания растений, обеспечивающие сохранение плодородия лугово-черноземных почв при длительном применении удобрений в сочетании с систематическим орошением и рациональной структурой использования пашни (Биологическая активность ..., 2019; Бойко, 2019).

Основные предложения и результаты диссертационной работы прошли производственную проверку в НПО «Омское» и «Новоуральское», СПК «Пушкинский», СПК «Ермак», СПК «Лидер» и других хозяйствах Омской области (рис. 3, 4). Это обеспечило стабильность и эффективность регионального растениеводства и животноводства при сохранении и повышении плодородия почв сельскохозяйственных угодий.



Рисунок 3. Василий Сергеевич Бойко на приемке посевов подсолнечника, 2009 г. Фото из архива В.С. Бойко.



Рисунок 4. Приемка производственных посевов, 2009 года, В.Г. Холмов и В.С. Бойко. Фото из архива Омского АНЦ.

Актуальность и практическая значимость выполненных В.С. Бойко научных исследований проявилась и в том, что они востребованы в производстве и позволили научно обосновать необходимость реализуемой в настоящее время программы восстановления и развития мелиоративной отрасли в Омской области. До 2020 г. проведена реконструкция 5 крупных оросительных систем, в том числе Пушкинской, на территории которой расположен научный стационар, намечено участие региона в продолжающейся программе по восстановлению мелиоративной отрасли до 2030 г.

Материалы исследований лаборатории орошаемого земледелия, некоторые из сотрудников которой представлены на рисунке 5, обобщены в докторской (Бойко, 2011) и семи кандидатских диссертациях по специальностям «Общее земледелие, растениеводство», «Мелиорация», «Почвоведение», «Агрохимия».

С 2007 по 2017 гг. В.С. Бойко совмещал руководство лабораторией с заведованием отделом земледелия и кормопроизводства СибНИИСХ, а с апреля 2015 г. по декабрь 2017 г. являлся заместителем директора по научной работе. С января 2018 г. по март 2019 г. был врио директора ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», созданного на базе ФГБНУ СибНИИСХ, а с марта 2019 г. по 2025 г. – заместителем директора по научной работе данного центра.

Под руководством В.С. Бойко была усовершенствована система земледелия на мелиорируемых землях Омской области, в которой отражены наиболее эффективные способы мелиорации, опыт и перспективы интенсивного использования орошаемых и осушенных земель (Усовершенствование системы ..., 2018). В 2020 году Василием Сергеевичем организована и выполнена работа по подготовке и изданию «Системы адаптивного земледелия Омской области», отражающая современные взгляды на все элементы системы земледелия Западной Сибири (Система адаптивного ..., 2020). В 2024 году при непосредственном его участии издана книга «Научное земледелие Сибири: события и люди» (Научное земледелие ..., 2024), где изложена история создания, становления и развития научной деятельности отдела земледелия Сибирского НИИ сельского хозяйства, представлены сведения, об основных разработках, ведущих ученых в структурных подразделениях отдела.

За период научно-педагогической деятельности Василием Сергеевичем Бойко опубликовано, в том числе в соавторстве, более 300 печатных работ, из них 8 монографий и книг, 2 учебных пособия, 38 методических указаний. Он автор двух изобретений: «Способ возделывания многолетних трав» (Бойко, 2003) и «Способ возделывания ярового ячменя» (Тимохин и др., 2025).

Наряду с научной деятельностью Василий Сергеевич вносил значительный вклад в подготовку кадров высшего профессионального образования для АПК области, осуществляя преподавательскую деятельность в должности профессора Омского ГАУ им. П.А. Столыпина. Многие годы он участвовал в работе ГАК Омского ГАУ и Алтайского ГАУ в качестве председателя.



Рисунок 5. Коллектив лаборатории орошаемого земледелия со студентами-практикантами, 2013 г. Крайний слева С.П. Гавар, в центре В.С. Бойко, крайний справа А.Ю. Тимохин. Фото А.Ю. Тимохина.

Василий Сергеевич активно участвовал в подготовке высококвалифицированных научных кадров, был членом диссертационного совета при Красноярском ГАУ по специальности 06.01.01 – общее земледелие. Под его научным руководством защитились кандидаты сельскохозяйственных наук К.Э. Коленченко «Режим орошения и удобрение козятника восточного на лугово-черноземных почвах лесостепной зоны Западной Сибири» (Коленченко, 2002) и А.Ю. Тимохин «Повышение продуктивности зернобобовых культур на лугово-черноземных почвах Омского Прииртышья» (Тимохин, 2017), а также Ph.D (доктор) в Республике Казахстан – Л.К. Табынбаева «Влияние абсорбента «Аквасорб» на продуктивность зерновых культур в условиях предгорно-степной зоны юго-востока Казахстана» (2018).

В последние годы В.С. Бойко руководил аспирантской подготовкой Т.Н. Нижельского «Повышение продуктивности агроценозов однолетних кормовых культур в лесостепи Западной Сибири», В. Бабия «Совершенствование агротехнологии твердой яровой пшеницы в лесостепи Западной Сибири», М.С. Шаповала «Оптимизация приёмов повышения продуктивности ярового ячменя в южной лесостепи Западной Сибири»; соискателя М.Ю. Горбовой «Совершенствование агротехнологии льна-долгунца в подтаежной зоне Западной Сибири», Ph.D (доктор) Р.Н. Еркуатова «Ресурсосберегающая технология возделывания сои в условиях юга Казахстана», Н.О. Торганбаева «Возделывание озимой пшеницы по технологии прямого посева (нулевая) с применением биопрепаратов и стимуляторов роста растений на богарных землях южного Казахстана».

Он активно участвовал в издательском процессе, был деятельным членом редколлегии научного журнала «Почвы и окружающая среда», входящего в Перечень ВАК РФ, проводя большую работу по рецензированию и редактированию поступающих статей.

В.С. Бойко являлся заместителем председателя Ученого совета Омского аграрного научного центра. Был членом регионального экспертного совета РНФ Омской области, экспертом РАН, объединенного ученого Совета по сельскохозяйственным наукам СО РАН, экспертного совета ВАК по агрономии и лесному хозяйству.

За научно-производственную деятельность Василий Сергеевич был награжден Почетными грамотами Президиума СО РАСХН, РАН, Министерства сельского хозяйства и продовольствия Омской области, Благодарностью Минсельхоза России и Губернатора Омской области, медалью С.И. Манякина «За особые заслуги в развитии Омской области». В 2023 г. ему было присвоено звание – Ветеран СО РАН, в 2024 г. – Почетное звание «Заслуженный деятель науки Омской области».

Василий Сергеевич был скромным, принципиальным, безгранично преданным науке, неутомимым и трудолюбивым исследователем, отличался доброжелательностью, открытостью и порядочностью, заслуженно пользуясь большим уважением коллег и друзей. Он всегда был окружен молодежью – аспирантами, студентами, которым всегда старался помочь в их научной работе.

Светлая память о Василии Сергеевиче сохранится в наших сердцах.

ЛИТЕРАТУРА

- Биологическая активность лугово-чернозёмных почв Омского Прииртышья / О.Ф. Хамова, Л.В. Юшкевич, Н.А. Воронкова и др. Омск: Омскбланкиздат, 2019. 94 с.
- Бойко В.С. Эффективность обработки почвы и удобрений при поукосном выращивании однолетних трав на орошаемой пашне в лесостепи Западной Сибири. Автореферат диссертации ... кандидата с.-х. наук. Алма-Ата, 1986. 26 с.
- Бойко В.С. Интенсивная технология возделывания и использования рапса в Западной Сибири: методические рекомендации. Новосибирск: Редакционно-полиграфическое объединение СО ВАСХНИЛ, 1988. 92 с.
- Бойко В.С. Способ возделывания многолетних трав // Патент № 2208921 С2 Российская Федерация, МПК А01В 79/00, А01С 7/00. Заявитель Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства. Заявка № 99109733/13 от 05.05.1999; опубл. 27.07.2003.
- Бойко В.С. Интенсификация полевого кормопроизводства и воспроизводство плодородия орошаемых лугово-черноземных почв в лесостепи Западной Сибири. Автореферат диссертации ... доктора с.-х. наук. Барнаул, 2011. 39 с.
- Бойко В.С. Полевое кормопроизводство на орошаемых черноземах в лесостепи Западной Сибири. Омск: ИП Макшеевой Е.А., 2019. 312 с.
- Бойко В.С., Гоф В.Ф. Промежуточные культуры в орошаемом земледелии Западной Сибири // Вестник сельскохозяйственной науки. 1990. № 12. С. 134–137.
- Бойко В.С., Гоф В.Ф. Формирование двух урожаев на корм в звене донник-просо при орошении // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 1995. № 3–4. С. 34–36.
- Бойко В.С., Сницарь А.Е. Агромелиоративные приёмы повышения продуктивности орошаемых земель. Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2002. 160 с.
- Коленченко К.Э. Режим орошения и удобрения козлятника восточного на лугово-черноземных почвах лесостепной зоны Западной Сибири. Автореферат диссертации ... кандидата с.-х. наук. Волгоград, 2002. 15 с.
- Коленченко К.Э., Бойко В.С., Русаков В.Н. Козлятник восточный на орошаемых землях Западной Сибири. Омск: Издательство ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2007. 112 с.
- Научное земледелие Сибири: события и люди: к 100-летию основания отдела земледелия СибНИИСХоза / В.С. Бойко, Л.В. Юшкевич, Н.А. Воронкова и др. Омск: Омский аграрный научный центр, 2024. 124 с.
- Система адаптивного земледелия Омской области / И.Ф. Храмцов, В.С. Бойко, Л.В. Юшкевич и др. Омск: ИП Макшеевой Е.А., 2020. 522 с.
- Тимохин А.Ю. Повышение продуктивности зернобобовых культур на лугово-черноземных почвах Омского Прииртышья. Автореферат диссертации ... кандидата с.-х. наук. Красноярск, 2017. 20 с.
- Тимохин А.Ю., Ледовский Е.Н., Юшкевич Л.В., Тукмачева Е.В., Паршуткин Ю.Ю., Балабанова Н.Ф., Шулико Н.Н., Бойко В.С., Василевский В.Д., Ющенко Д.Н., Николаев П.Н. Способ возделывания ярового ячменя // Патент № 2834668 С1 Российская Федерация, МПК А01G 22/20, А01В 79/02. Заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Омский аграрный научный центр». Заявка № 2024112953 от 14.05.2024; опубл. 12.02.2025.
- Усовершенствование системы земледелия на мелиорируемых землях Омской области / В.С. Бойко, А.Ю. Тимохин, С.П. Гавар и др. Омск: Издательство ИП Макшеевой Е.А., 2018. 32 с.

Поступила в редакцию 26.11.2025

Принята 26.11.2025

Опубликована 27.11.2025

Сведения об авторах:

Тимохин Артем Юрьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», агротехнологический центр (г. Омск, Россия); timokhin@anc55.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5120-4068>

Чекусов Максим Сергеевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Омский аграрный научный центр», агротехнологический центр (г. Омск, Россия); mchekusov@anc55.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1241-6762>

Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.



In memory of Vasily Sergeevich Boiko

© 2025 A. Yu. Timokhin , M. S. Chekusov 

Omsk Agricultural Scientific Center, Koroleva Avenue, 26, Omsk, Russia. E-mail: timokhin@anc55.ru

This article presents the main research and teaching work of Vasily Sergeyevich Boiko, Doctor of Agricultural Sciences and Principal Researcher at the Omsk Agricultural Research Center. It also provides a brief overview of his work during the studies at Tomsk State University, and then at the irrigated agriculture laboratory of the Siberian Research Institute of Agriculture and at the Omsk Agricultural Research Center. The article highlights V.S. Boiko's contribution to the study of irrigated chernozem soils in the south of West Siberia and their agrochemical assessment, alongside with his research in the field of soil-conserving and resource-saving irrigated agriculture.

Keywords: Boiko V.S.; irrigated forage production; agriculture; West Siberia; agrochemistry; perennial grasses; soil.

How to cite: Timokhin A.Yu., Chekusov M.S. In memory of Vasily Sergeevich Boiko. *The Journal of Soils and Environment*. 2025. 8(4). e345. DOI: [10.31251/pos.v8i4.345](https://doi.org/10.31251/pos.v8i4.345) (in Russian with English abstract).

REFERENCES

- Biological activity of meadow-chernozem soils of the Omsk Irtysh region / O.F. Khamova, L.V. Yushkevich, N.A. Voronkova et al. Omsk: Omskblankizdat, 2019. 94 p. (in Russian).
- Boiko V.S. Efficiency of soil cultivation and fertilizers during post-harvest cultivation of annual grasses on irrigated arable land in the forest-steppe of Western Siberia. Abstract of Dissertation ... Cand. of Agricultural Sci. Almaty, 1986. 26 p. (in Russian).
- Boiko V.S. Intensive technology of cultivation and use of rapeseed in Western Siberia: methodological recommendations. Novosibirsk: Editorial and printing association of the Siberian Branch of the All-Union Academy of Agricultural Sciences, 1988. 92 p. (in Russian).
- Bojko V.S. Perennial grass cultivation method. Patent No. 2208921 C2 Russian Federation, IPC A01B 79/00, A01C 7/00. Applicant: Siberian Research Institute of Agriculture. Application No. 99109733/13 dated 05.05.1999; published 27.07.2003
- Boiko V.S. Intensification of field forage production and restoration of fertility of irrigated meadow-chernozem soils in the forest-steppe of Western Siberia. Abstract of Dissertation ... Dr. of Agricultural Sci. Barnaul, 2011. 39 p. (in Russian).
- Boiko V.S. Field forage production on irrigated chernozems in the forest-steppe of Western Siberia. Omsk: IP Maksheevoy E.A., 2019. 312 p. (in Russian).
- Boiko V.S., Gof V.F. Catch crops in irrigated agriculture of Western Siberia. *Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 1990. No. 12. P. 134–137. (in Russian).
- Boiko V.S., Gof V.F. Formation of two crop yields for forage in the sweet clover-millet link under irrigation. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 1995. No. 3–4. P. 34–36. (in Russian).
- Boiko V.S., Snitsar A.E. Agromeliorative methods for increasing the productivity of irrigated lands. Omsk: Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, 2002. 160 p. (in Russian).
- Kolenchenko K.E. Irrigation and fertilization regime of eastern galega on meadow-chernozem soils of the forest-steppe zone of Western Siberia. Abstract of Dissertation ... Cand. of Agricultural Sci. Volgograd, 2002. 15 p. (in Russian).
- Kolenchenko K.E., Boiko V.S., Rusakov V.N. Eastern goat's rue on irrigated lands of Western Siberia. Omsk: Publishing house of FSEI of HPE OmskSAU, 2007. 112 p. (in Russian).
- Scientific agriculture of Siberia: events and people: to the 100th anniversary of the founding of the agriculture department of the SibNIISKhoz / V.S. Boiko, L.V. Yushkevich, N.A. Voronkova et al. Omsk: Omsk Agrarian Research Center, 2024. 124 p. (in Russian).
- Adaptive farming system of Omsk region / I.F. Khramtsov, V.S. Boiko, L.V. Yushkevich et al. Omsk: IP Maksheevoy E.A., 2020. 522 p. (in Russian).
- Timokhin A.Yu. Increasing the productivity of grain legumes on meadow-chernozem soils of the Omsk Irtysh region. Abstract of Dissertation ... Cand. of Agricultural Sci. Krasnoyarsk, 2017. 20 p. (in Russian).

Timokhin A.Iu., Ledovskii E.N., Iushkevich L.V., Tukmacheva E.V., Parshutkin Iu.Iu., Balabanova N.F., Shuliko N.N., Boiko V.S., Vasilevskii V.D., Iushchenko D.N., Nikolaev P.N. Method of cultivation of spring barley. Patent No. 2834668 C1 Russian Federation, IPC A01G 22/20, A01B 79/02. Applicant: Omsk Agricultural Scientific Center. Application No. 2024112953 dated 14.05.2024; published 12.02.2025. (in Russian).

Improving the farming system on reclaimed lands of the Omsk region / V.S. Boiko, A.Yu. Timokhin, S.P. Gavar et al. Omsk: Publishing house of IP Maksheeva E.A., 2018. 32 p. (in Russian).

Received 26 November 2025

Accepted 26 November 2025

Published 27 November 2025

About the authors:

Artem Yu. Timokhin – Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher in the Omsk Agricultural Scientific Center, Agrotechnological Center (Omsk, Russia); timokhin@anc55.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5120-4068>

Maksim S. Chekusov – Candidate of Engineering Sciences, Leading Researcher in the Omsk Agricultural Scientific Center, Agrotechnological Center (Omsk, Russia); mchekusov@anc55.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1241-6762>

The authors read and approved the final manuscript



The article is available under [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)