



УБОРКА МЕТОДОМ ОЧЕСА КАК СПОСОБ СНЕГОЗАДЕРЖАНИЯ В УСЛОВИЯХ СТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Чекусов М.С., Юшкевич Л.В., Михальцов Е.М., (✉)Кем А.А.,
Даманский Р.В., Шмидт А.Н., Ющенко Д.Н.

Омский аграрный научный центр

Омск, Россия

(✉)e-mail: kem@anc55.ru

Изучен процесс формирования снежного покрова на полях с различным состоянием поверхности. Исследования проведены весной 2022 г. в степной зоне земледелия Омской области. Рассмотрено влияние высокого стеблестоя зерновых культур, оставшегося после уборки методом очеса на корню, на величину снежного покрова и объемы весеннего влагонакопления в почве как резерва для увеличения урожайности в степных районах Западной Сибири. Представлены результаты определения высоты снежного покрова на паровом поле (чистый пар), на полях под зерновыми культурами, убранными разными способами: с помощью жатки для прямого комбайнирования с последующей плоскорезной обработкой почвы; с использованием жатки для прямого комбайнирования без последующей обработки; с применением очесывающей жатки при высоте стеблестоя во время уборки до 0,55 м. В ходе исследования установлено, что при уборке методом очеса запасы влаги в снежном покрове оказались в 2,2 раза больше по сравнению со стерневым фоном, в 3,7 раза выше относительно стерневого фона, обработанного плоскорезом, в 4,1 раза больше по сравнению с паровым полем (контроль). На основе полученных данных сделан вывод о возможности применения указанного метода с целью формирования условий для влагонакопления в засушливой степной зоне без проведения дополнительных мероприятий по снегозадержанию, что должно положительно сказаться не только на урожайности возделываемых культур, но и на агроэкономических показателях.

Ключевые слова: степная зона, снегозадержание, уборка зерновых методом очеса, запасы влаги в снеге, продуктивная влага

STRIPPING AS A SNOW RETENTION METHOD IN THE STEPPE CONDITIONS OF WESTERN SIBERIA

Chekusov M.S., Yushkevich L.V., Mikhaltsov E.M., (✉)Kem A.A.,
Damansky R.V., Schmidt A.N., Yushchenko D.N.

Omsk Agrarian Research Center

Omsk, Russia

(✉)e-mail: kem@anc55.ru

The process of snow cover formation on the fields with different surface conditions was studied. The research was conducted in the spring of 2022 in the steppe farming zone of the Omsk region. The effect of high plant stand of cereal crops remaining after harvesting by standing crop stripping on the amount of snow cover and the volume of spring moisture accumulation in the soil as a reserve for increasing the yield in the steppe regions of Western Siberia is considered. The results of determining the height of snow cover on a fallow field (complete fallow), on fields under grain crops har-

vested by different methods: with a direct harvester followed by flat tillage; with a direct harvester without subsequent tillage; with a combing harvester at the height of the stem during harvesting up to 0.55 m are presented. In the course of the study it was found that during harvesting by the stripping method, the moisture reserves in the snow cover were 2.2 times higher compared to the stubble background, 3.7 times higher compared to the stubble background treated with a flat cutter, and 4.1 times higher compared to the fallow field (control). Based on the data obtained, the conclusion is made about the possibility of using this method to form the conditions for moisture accumulation in the arid steppe zone without additional measures for snow retention, which should have a positive impact not only on the yield of cultivated crops, but also on the agro-economic indicators.

Keywords: steppe zone, snow retention, grain harvesting by stripping, snow depth, moisture reserves in snow, productive moisture

Для цитирования: Чекусов М.С., Юшкевич Л.В., Михальцов Е.М., Кем А.А., Даманский Р.В., Шмидт А.Н., Ющенко Д.Н. Уборка методом очеса как способ снегозадержания в условиях степи Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 4. С. 114–120. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-4-13>

For citation: Chekusov M.S., Yushkevich L.V., Mikhaltsov E.M., Kem A.A., Damansky R.V., Schmidt A.N., Yushchenko D.N. Stripping as a snow retention method in the steppe conditions of Western Siberia. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki* = *Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 4, pp. 114–120. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-4-13>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Западная Сибирь является одним из основных регионов, традиционно обеспечивающих продовольственную безопасность России возделыванием зерновых, зернобобовых и других сельскохозяйственных культур. На данную территорию приходится от 10 до 22% общероссийского валового сбора. При этом Омская область занимает 2-е место в Сибирском федеральном округе по величине посевных площадей под зерновыми и объему ежегодных валовых сборов, уступая только Алтайскому краю: среднегодовая урожайность зерновых в Омской области составляет 14,8 ц/га, что соответствует 5-му месту в десятке регионов, входящих в СФО¹.

Возделывание зерновых культур в Омской области сосредоточено преимущественно в степной и южной лесостепной зонах. Основным фактором, ограничивающим полу-

чение в регионе более высоких урожаев, является недостаточное количество осадков. Складывающаяся ситуация усугубляется неравномерностью их выпадения в течение вегетационного периода и высокой испаряемостью (до 2–4 мм в сутки в весенний период). Невегетационные осадки составляют около 30–50% от годового объема, из этого количества почвой аккумулируется только 25–40%². Потери влаги в степной и лесостепной зонах достигают 80–120 мм, что обуславливает недополучение до 0,8–1,2 т/га зерна³.

Накопление и сохранение почвенной влаги являются одними из главных проблем земледелия в степной зоне Западной Сибири⁴ [1]. Создание условий для накопления зимних осадков на поверхности поля и препятствования их переносу ветрами на аридных территориях – действенный способ пополнения ограниченных влагозапасов.

¹Единая межведомственная информационно-статистическая система / Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/30950> (дата обращения: 21.03.2022 г.).

²Холмов В.Г., Юшкевич Л.В. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири: монография. Омск, 2005. 396 с.

³Панфилов В.П. Почвы степной зоны // Агрофизическая характеристика почв Западной Сибири. Новосибирск, 1976. С. 336–408.

⁴Краснощеков Н.В., Ковтунов В.Е., Макаров А.Р., Черепанов М.Е. Комбинированное снегозадержание – важнейший элемент почвозащитного земледелия // Вестник сельскохозяйственной науки. 1980. № 11. С. 42–45.

Известно, что равномерного распределения снежного покрова и увеличения его высоты на полях можно достичь высевом горчичных или подсолнечных кулис, оставлением высокой стерни, проведением мероприятий по снегозадержанию в зимний период и др.⁵⁻⁷

Решению проблемы организации снегозадержания, накопления и сохранения талых вод в почве посвящено значительное количество исследований^{8, 9} [2–4]. Их авторами установлена результативность комплекса мероприятий по влагонакоплению. На протяжении длительного периода (1970–1980-е годы) в России применялись различные машины и целый комплекс лесотехнических мероприятий, направленных на снегозадержание и влагонакопление. Однако в дальнейшем сложившаяся в сельскохозяйственной отрасли экономическая ситуация заставила товаропроизводителей минимизировать свои затраты [5], что стало причиной отказа от реализации ряда влагонакопительных агроприемов. Ошибочность такого подхода подтверждается исследованиями, проведенными уже после практически повсеместного отказа на территории Западной Сибири от операций по снегозадержанию [6–10].

Недостаточное внимание, уделяемое приемам влагонакопления и снегозадержания, приводит к недобору урожая в результате снижения объемов влагонакопления, поступления талых вод в почву, переуплотненную энергонасыщенной техникой¹⁰.

В нынешних условиях альтернативой специализированным орудиям, применяемым во время мероприятий по снегозадер-

жанию, могут быть очесывающие жатки, оставляющие после уборки урожая более 80% стеблестоя неповрежденным. Использование очесывающих жаток является одним из способов, позволяющих увеличить запасы снега без дополнительных операций по снегозадержанию.

В 2021, 2022 гг. на полях научно-производственного хозяйства (НПХ) «Новоуральское» Омского аграрного научного центра были проведены исследования, целью которых стало изучение влияния высокого стеблестоя зерновых культур, оставшегося после уборки методом очеса на корню, на высоту снежного покрова и величину весеннего влагонакопления в почве как резерва для увеличения урожайности в степной зоне земледелия Западной Сибири.

В задачи исследования входили определение в осенний период уровня влагозапасов в почве, сравнение высоты снежного покрова весной и запасов продуктивной влаги перед посевом на участках после уборки зерновых прямым комбайнированием и методом очеса на корню, оценка возможности использования указанных методов для повышения уровня урожайности на территории Западной Сибири.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Осенью 2021 г. на полях с различным состоянием поверхностного слоя, расположенных в степной зоне Омской области, были размечены участки для проведения весенних измерений. Опыт предусматривал следующие варианты: чистый пар (контроль), поле после однофазной уборки зерновых с последующей обработкой плоскорезом,

⁵Макаров А.Р., Черепанов М.Е., Юшкевич Л.В. Ресурсы почвенной влаги в засушливом земледелии Западной Сибири: монография. Омск, 1992. 146 с.

⁶Домрачев В.А., Кем А.А., Ковтунов В.Е., Красильников Е.В., Шевченко А.П. Механизация процессов селекции, земледелия и растениеводства: монография. Омск, 2011. 190 с.

⁷Лобанов В.И., Макарычев С.В., Демиденко С.В., Демин В.А. Влияние полосного снегозадержания на температурный режим черноземов в зимний период // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2009. № 2 (52). С. 19–22.

⁸Слесарев В.Н., Юшкевич Л.В., Ковтунов В.Е., Щитов А.Г. Щелевание почвы – важный фактор влагонакопления // Земледелие. 1986. № 8. С. 35–38.

⁹Танюкевич В.В., Михеев Н.В. Мелиоративное влияние ползащитных лесных полос в степной зоне при малоснежных зимах // Мелиорация и водное хозяйство. 2012. № 5. С. 21–23.

¹⁰Михальцов Е.М., Даманский Р.В. О повышении эффективности эксплуатации тракторов в сельском хозяйстве // Перспективные технологии в аграрном производстве: человек, «цифра», окружающая среда: материалы междунар. науч.-практ. конф. Омск, 2021. С. 317–321.

поле после уборки зерновых прямым комбайнированием без обработки и поле зерновых, убранное методом очеса при высоте стеблестоя во время уборки до 0,55 м. Почва – обыкновенный среднесиловый легкосуглинистый чернозем с содержанием гумуса 5,4%.

Весной 2022 г. до начала таяния снега на размеченных участках были проведены замеры величины снежного покрова, сформировавшегося в зимний период, позднее (перед посевом) определены запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы. Необходимость повторных измерений высоты снежного покрова возникла после выпадения порции осадков в виде снега через несколько дней после проведения первичных замеров. Снегоъемка осуществлялась на полях, имеющих различные характеристики поверхностного слоя.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Измерение снежного покрова проводили 9 и 29 марта 2022 г. с помощью весового снегомера ВС-43 согласно методике, изложенной в руководстве по эксплуатации прибора, по диагонали поля в 15-кратной повторности (см. табл. 1).

Анализ данных, представленных в табл. 1, свидетельствует о том, что к весен-

нему периоду снежный покров наименьшей высоты сформировался на паровом фоне. При этом высота снежного покрова росла по мере увеличения количества и высоты пожнивных остатков на поверхности. Таким образом, с учетом величины снежного покрова варианты можно расположить в следующем порядке (по возрастанию): 1) чистый пар; 2) поле, убранное с помощью жатки для прямого комбайнирования с последующей плоскорезной обработкой; 3) поле со стерней зерновых на поверхности после уборки жаткой для прямого комбайнирования; 4) поле со стеблестоем пшеницы высотой до 55 см после уборки методом очеса.

Для определения результирующего влияния стеблестоя, оставшегося на поле после уборки зерновых методом очеса, на содержание продуктивной влаги в почве установлены запасы влаги в вариантах с уборкой прямым комбайнированием и разбрасыванием измельченной соломы, а также с уборкой методом очеса. Полученные результаты представлены в табл. 2 и на рисунке.

На основе анализа показателей влагозапаса можно отметить, что в районе проведения опыта в 2022 г. от схода снега до посева осадков в виде дождя не выпадало.

Сравнение данных об осенних (во время уборки) и весенних (перед посевом) запасах

Табл. 1. Высота снежного покрова и запасы влаги в снеге на полях с различным состоянием поверхностного слоя почвы

Table 1. The height of the snow cover and the moisture reserves in the snow in the fields with different conditions of the surface soil layer

Вариант	09.03.2022 г.		29.03.2022 г.		Превышение относительно контроля, %	
	Высота снежного покрова, см	Запасы влаги в снеге, мм	Высота снежного покрова, см	Запасы влаги в снеге, мм	по высоте снежного покрова	по запасам влаги в снеге
Чистый пар (контроль)	8,1	21,3	10,4	28,7	–	–
Стерня после прямого комбайнирования с последующей плоскорезной обработкой	11,1	23,1	12,8	31,6	23,1	10,1
Стерня после прямого комбайнирования без обработки	19,9	37,5	19,3	47,1	85,6	64,1
Стеблестой после уборки методом очеса	51,3	111,6	49,3	116,3	374,0	305,2

продуктивной влаги свидетельствует об интенсивной потере влаги почвой в весенний период. Так, весенние запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на стерневом фоне после уборки прямым комбайнированием составили всего 48,6 мм, или 60,5%. На участке, где уборка проводилась методом

очеса на корню, в 100 см почвы к моменту посева сохранилось 96,6 мм продуктивной влаги, или 120,3%. Здесь наблюдается результирующее влияние инфильтрации в почву влаги зимних осадков и ее испарения с поверхности почвы преимущественно в весенний период.

Табл. 2. Запасы продуктивной влаги в почве на 30.09.2021 г. и 19.05.2022 г., мм

Table 2. Reserves of productive moisture in the soil as of 30.09.2021 and 19.05.2022, mm

Вариант	Слой почвы, см		
	0–50	50–100	0–100
<i>30.09.2021 г.</i>			
Посевы до уборки урожая	35,4	44,9	80,3
<i>19.05.2022 г.</i>			
Стерня после уборки традиционной жаткой с разбрасыванием измельченной соломы (высота среза 12–15 см)	30,5	18,1	48,6
Стеблестой после уборки очесом (высота стеблестоя 55 см)	49,2	47,4	96,6
Прибавка на участке, убранном методом очеса на корню, по сравнению с традиционно убраным участком, %	61,3	161,9	98,8

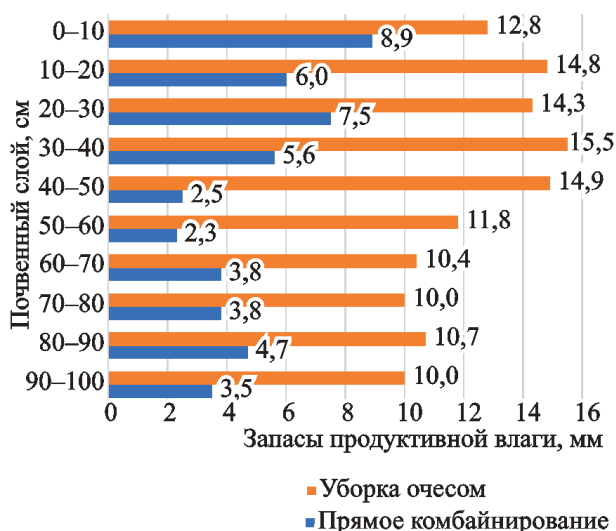
Показатели, представленные в табл. 2, свидетельствуют о том, что в метровом слое почвы к моменту посева на участке, убранном методом очеса на корню, сохранилось практически вдвое больше продуктивной влаги относительно участка, убранного по

технологии прямого комбайнирования. Еще значительнее эта разница для нижнего слоя почвы (50–100 см). В нем увлажнение на участке, убранном методом очеса, более чем в 2,6 раза превышает увлажнение на участке, убранном прямым комбайнированием.

Большее количество продуктивной влаги зафиксировано во всех горизонтах метрового слоя почвы на участке, где уборка пшеницы проводилась методом очеса (см. рисунок). Наибольшее различие наблюдалось в слоях 40–50 и 50–60 см: 12,4 и 9,5 мм соответственно, или 496 и 413% от уровня увлажненности участка, убранного методом однофазной уборки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Уборка зерновых методом очеса способствует накоплению снега на поверхности поля. В ходе исследования установлено, что к моменту таяния снега при уборке методом очеса запасы влаги в снежном покрове оказались в 2,2 раза больше по сравнению со стерневым фоном, в 3,7 раза выше относительно стерневого фона, обработанного плоскоре-



Распределение запасов продуктивной влаги по 10-сантиметровым слоям

Distribution of productive moisture reserves in 10-cm layers

зом, в 4,1 раза больше по сравнению с паровым полем (контроль).

Результаты проведенного опыта показали, что стеблестой, оставшийся после уборки зерновых методом очеса на корню, имеет преимущества перед уборкой прямым комбайнированием в плане не только формирования снежного покрова большей высоты, но и накопления и сохранения влаги в почве. За период от уборки до весеннего посева на стерневом участке наблюдалось снижение запасов продуктивной влаги в метровом слое почвы до 48,6 мм (60,5% от уровня осенних влагозапасов), в то время как на стеблестое после очеса этот же показатель составил 96,6 мм (120,3% от уровня осенних влагозапасов).

Полученные данные свидетельствуют о том, что на поверхности поля зерновых, убранных методом очеса, создаются условия, препятствующие сносу снежного покрова с поверхности поля и способствующие сохранению почвенной влаги до посева. Таким образом, уборка зерновых методом очеса позволяет без дополнительных финансовых затрат на проведение механизированного снегозадержания создать более благоприятные условия для повышения весенних влагозапасов и, как следствие, урожайности культур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Неверов А.А. Прогнозирование почвенных влагозапасов на основе статистического моделирования природных процессов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 2 (82). С. 14–18.
2. Ковтунов В.Е., Мяло В.В., Байдинова Т.М. Технология и средства механизации для снегозадержания на полях Сибири // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2013. № 4 (12). С. 69–70.
3. Константинов М.М., Коровин Ю.И., Глушков И.Н., Пашинин С.С. Оценка качества снегозадержания на стерневых кулисах, сформированных при работе порционной жатки со специальным устройством // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2019. № 1 (41). С. 114–119.
4. Максютков Н.А., Жданов В.М., Скороход

дов В.Ю., Кафтан Ю.В., Митрофанов Д.В., Зенкова Н.А., Жижин В.Н. Влагосберегающие приемы и технологии в земледелии Оренбуржья // Зерновое хозяйство России. 2015. № 6. С. 67–72.

5. Гусев А.Ю., Хосиев Б.Н., Шкапенков С.И., Харчева И.В. Проблемы и перспективы развития ценовой политики на примере АПК Рязанской области // Вестник Тверского государственного университета. Сер.: Экономика и управление. 2016. № 2. С. 166–173.
6. Шитиков Н.В., Пигорев И.Я. Снегозадержание и формирование водного режима сельскохозяйственных земель Центрального Черноземья России // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2022. № 3. С. 39–47.
7. Максютков Н.А., Жданов В.М., Скороходов В.Ю., Кафтан Ю.В., Митрофанов Д.В., Зенкова Н.А., Жижин В.Н. Влагосберегающие приемы и технологии в земледелии Оренбуржья // Вестник мясного скотоводства. 2015. № 2 (90). С. 126–133.
8. Ирмулатов Б.Р., Власенко А.Н. Повышение влагообеспеченности агроценозов и урожайность культур в условиях Павлодарского Прииртышья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2017. Т. 47. № 2 (255). С. 5–12.
9. Астафьев В.Л., Иванченко П.Г., Малыгин С.Л. Эффективный способ накопления влаги зимних осадков и технические средства для его осуществления // АПК России. 2016. Т. 75. № 1. С. 59–64.
10. Астафьев В.Л. Рациональный способ формирования стерневых кулис в Северном Казахстане // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2019. Т. 13. № 1. С. 9–13.

REFERENCES

1. Neverov A.A. Prediction of soil moisture reserves on the basis of statistical modeling of natural processes. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University*, 2020, no. 2 (82), pp. 14–18. (In Russian).
2. Kovtunov V.E., Myalo V.V., Baydikova T.M. Improvement of technology and means of mechanization for snow retention on fields of Siberia. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Omsk*

- SAU, 2013, no. 4 (12), pp. 69–70. (In Russian).
3. Konstantinov M.M., Korovin Yu.I., Glushkov I.N., Pashinin S.S. Assessment of the quality of snow retention on stubble wings formed during the operation of a portion harvester with a special device. *Vestnik Ryzanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta imeni P.A. Kosticheva = Herald of Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostichev*, 2019, no. 1 (41), pp. 114–119. (In Russian).
 4. Maksyutov N.A., Zhdanov V.M., Skorokhodov V.Yu., Kaftan Yu.V., Mitrofanov D.V., Zenkova N.A., Zhizhin V.N. Moisture saving methods and technologies in Orenburg agriculture. *Zernovoye hoziaystvo Rossii = Grain Economy of Russia*, 2015, no. 6, pp. 67–72. (In Russian).
 5. Gusev A.Yu., Khosiev B.N., Shkapenkov S.I., Kharcheva I.V. Problems and prospects of pricing policy development on the example of agro-industrial complex in Ryazan region. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika i upravleniye = Bulletin of Tver State University. Series: Economics and Management*, 2016, no. 2, pp. 166–173. (In Russian).
 6. Shitikov N.V., Pigorev I.Ya. Snow retention and formation of water regime of agricultural land in the Central Chernozem region of Russia. *Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhoziaystvennoy akademii = Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*, 2022, no. 3, pp. 39–47. (In Russian).
 7. Maksyutov N.A., Zhdanov V.M., Skorokhodov V.Yu., Kaftan Yu.V., Mitrofanov D.V., Zenkova N.A., Zhizhin V.N. Moisture-saving methods and technologies in agriculture of the Orenburg region. *Vestnik miasnogo skotovodstva = Herald of Beef Cattle Breeding*, 2015, no. 2 (90), pp. 126–133. (In Russian).
 8. Irmulatov B.R., Vlasenko A.N. Improvement of moisture availability of agrocenoses and productivity of crops in the areas of Pavlodar region near the Irtysh. *Sibirskii vestnik sel'skokhoziaystvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2017, vol. 47, no. 2 (255), pp. 5–12. (In Russian).
 9. Astafiev V.L., Ivanchenko P.G., Malygin S.L. An effective way of accumulating winter precipitation moisture and technical equipment for its implementation. *APK Rossii = Agro-Industrial Complex of Russia*, 2016, vol. 75, no. 1, pp. 59–64. (In Russian).
 10. Astafiev V.L. Rational way of forming stubble coulisses under North Kazakhstan conditions. *Sel'skokhoziaystvenniye mashini i tekhnologii = Agricultural Machinery and Technologies*, 2019, vol. 13, no. 1, pp. 9–13. (In Russian).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Чекусов М.С., кандидат технических наук, директор

Юшкевич Л.В., доктор сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией, главный научный сотрудник

Михальцов Е.М., кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник

✉ **Кем А.А.**, кандидат технических наук, заведующий отделом, ведущий научный сотрудник; **адрес для переписки:** Россия, 644012, г. Омск, пр. Академика Королева, 26; e-mail: kem@anc55.ru

Даманский Р.В., научный сотрудник

Шмидт А.Н., научный сотрудник

Ющенко Д.Н., старший научный сотрудник

AUTHOR INFORMATION

Maxim S. Chekusov, Candidate of Science in Engineering, Director

Leonid V. Yushkevich, Doctor of Agricultural Sciences, Laboratory Head, Head Researcher

Evgeny M. Mikhaltsov, Candidate of Science in Engineering, Lead Researcher

✉ **Alexander A. Kem**, Candidate of Science in Engineering, Department Head, Lead Researcher; **address:** 26, Akademika Koroleva Ave., Omsk, 644012, Russia; e-mail: kem@anc55.ru

Roman V. Damansky, Researcher

Andrey N. Schmidt, Researcher

Denis N. Yushchenko, Senior Researcher

Дата поступления статьи / Received by the editors 13.10.2022
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 10.01.2023
Дата публикации / Published 22.05.2023