

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.3.301-312>

УДК 633.1: 631.331

**Гребнистый способ посева зерновых культур
на осушаемых землях**

© 2020. Ю. И. Митрофанов, О. Н. Анциферова ✉

Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель – филиал ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт имени В. В. Докучаева», Тверская область, п. Эммаусс, Российская Федерация

Исследования проводили в 1991-1994 и 2012-2019 гг. в условиях Тверской области. Изучали эффективность двух модификаций гребнистого ленточно-разбросного способа посева зерновых культур. Почвы опытного участка дерново-подзолистые хорошо окультуренные легкосуглинистые и супесчаные глееватые, осушаемые закрытым дренажом. Выявлено, что в условиях северо-западной части Нечерноземной зоны зерновые культуры (озимая рожь, озимая тритикале, ячмень, овес, полба) на осушаемых землях целесообразно выращивать на гребнях высотой 40-80 мм с использованием улучшенного гребнистого ленточно-разбросного способа посева, обеспечивающего выравнивание поверхности почвы, создание уплотненного ложа и хороший контакт семян с почвой путем их вдавливания. При гребнистом ленточно-разбросном способе посева зерновых культур отмечено повышение полевой всхожести семян на 10,3 % в среднем по всем культурам, выживаемости растений – на 5,8 %, сохранности растений озимой ржи при перезимовке – на 12,5-19,0 %, усиление фотосинтетической деятельности растений, улучшение структуры и повышение урожая на 0,21-1,19 т/га. Прирост урожая был получен как за счет увеличения количества продуктивных стеблей на 17,8 % (в среднем по культурам), так и за счет более высокой массы зерна в колосе (метелке) – на 10,0 %. Наиболее значительное увеличение количества продуктивных стеблей при гребнистом посеве было у полбы и озимой тритикале (на 26,0-83,1 %), числа зерен – у овса и озимой ржи (на 4,7-17,9 %), массы 1000 зерен – у ячменя, массы зерна в колосе (метелке) – у овса (на 17,0-24,0 %) и озимой ржи (на 8,0-10,1 %). Преимущество гребнистого ленточно-разбросного способа посева формируется за счет оптимизации площади питания растений и улучшения агрофизических условий в посевном слое почвы.

Ключевые слова: полевая всхожесть, сохранность, выживаемость, структура урожая, урожайность

Благодарности: работа выполнена в рамках Государственного задания ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель» (№ 0651-2019-0006).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Митрофанов Ю. И., Анциферова О. Н. Гребнистый способ посева зерновых культур на осушаемых землях. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020;21(3):301-312.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.3.301-312>

Поступила: 18.03.2020

Принята к публикации: 23.04.2020

Опубликована онлайн: 23.06.2020

Ridge method of sowing crops on drained lands

© 2020. Yuri. I. Mitrofanov, Olga N. Antsiferova ✉

All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands – Branch of the Federal Research Centre V. V. Dokuchaev Soil Science Institute, Tver Region, Emmaus Village, Russian Federation

The research was carried out in 1991-1994 and in 2012-2019 in the conditions of the Tver region. The effectiveness of two variants of ridge band-broadcast method of sowing grain crops was studied. The soils of the experimental plot were soddy-podzolic, well cultivated, light loamy and loamy sand gleyic drained by closed drainage. It has been established, that in the conditions of the northwestern part of the Non-chernozem zone on drained lands, grain crops (winter rye, winter triticale, barley, oats, spelt) should be grown on ridges 40-80 mm high using an improved ridge band-broadcast method of sowing that ensures smoothing of the soil surface, creation of a compacted bed and good contact of seeds with the soil by pressing them. By ridge band-broadcast method of grain crop sowing, an average 10.3 % increase in field germination of seeds was noted for all crops, plant survival – by 5.8 %, viability of winter rye plants during wintering – by 12.5-19.0 %, enhancing photosynthetic activity of plants, improving the structure and increasing the yield – by 0.21-1.19 t / ha. The yield increase was obtained both due to an increase in the number of productive stems by 17.8 % (on average in crops), and due to a higher grain mass in the ear (panicle) – by 10.0 %. The most significant increase in the number of productive stems during ridge sowing was observed in spelt and winter triticale (by 26.0-83.1 %), in the number of grains – in oats and winter rye (by 4.7-17.9 %), in the weight of 1000 grains – in barley, in grain mass in an ear (panicle) – in oats (17.0-24.0 %) and winter rye (8.0-10.1 %).

The advantage of the ridge band-broadcast method of sowing is due to optimizing the area of plant nutrition and improving the agrophysical conditions in the seed layer of the soil.

Keywords: field germination, viability, survival, crop structure, productivity

Acknowledgments: the research was carried out within the state assignment of the All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands (No. 0651-2019-0006).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

For citation: Mitrofanov Yu. I., Antsiferova O. N. The ridge method of sowing crops on drained lands. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2020;21(3):301-312. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.3.301-312>

Received: 18.03.2020

Accepted for publication: 23.04.2020

Published online: 23.06.2020

В земледелии способы посева являются важнейшими технологическими приемами, позволяющими путем создания необходимых условий для прорастания семян, оптимизации ширины междурядий и расстояния между растениями в рядке создавать благоприятные условия для реализации основных принципов построения культурного агрофитоценоза: равномерность размещения семян в пространстве, исключение ценотического взаимодействия растений на ранних этапах развития и снижение активности конкурентной борьбы между растениями в посеве [1].

Технология посева в значительной степени предопределяет начальную густоту стояния растений и дальнейшую динамику продукционного процесса – интенсивность кущения растений, уровень сохранности растений и стеблей, параметры основных элементов продуктивности (количество продуктивных стеблей на 1 м², число зерен в колосе (метелке), масса 1000 зерен) [1, 2, 3]. Густота всходов формируется под влиянием расчетной нормы высева и полевой всхожести семян, которая, как правило, существенно меньше лабораторной. Снижение всхожести семян в полевых условиях связано с воздействием на посевной слой почвы большого количества нерегулируемых и плохо прогнозируемых факторов (почвенные и погодные условия, недостаточная и избыточная обеспеченность влагой, воздухом, теплом и т. д.), с технологическим несовершенством применяемых способов посева, плохим качеством подготовки почвы и высеваемых семян, нарушением сроков сева, глубины заделки семян и т. д. [4, 5, 6].

В Нечерноземной зоне основным способом посева зерновых культур является обычный рядовой посев сеялками с двухдисковыми сошниками и шириной междурядий 15 см [7, 8]. Анализ работы сошников различных типов, их положительных качеств и недостатков показывает, что дисковый сошник в силу конструктивных особенностей не может фор-

мировать плотное семенное ложе, а также обеспечить равномерную по глубине заделку семян и гарантировать их высокую полевую всхожесть [1]. Поэтому, в среднем, практически третья часть высеянных семян не участвует в формировании урожая. К достоинствам двухдисковых сошников относят то, что они более устойчиво, по сравнению с другими сошниками, работают на почвах, богатых растительными остатками и плохо разделанных при предпосевной подготовке почвы.

Наши исследования по совершенствованию технологий возделывания зерновых культур были направлены на создание способов их посева, обеспечивающих более устойчивое функционирование посевов зерновых культур в условиях повышенного увлажнения. Первоначально была разработана упрощенная технологическая схема гребнистого ленточно-разбросного способа посева, которая предусматривала рассев семян лентой на поверхность почвы и заделку их путем нагребания на них почвы с формированием гребней. Посев проводится переоборудованной для этих целей зерновой сеялкой СЗ-3,6 (СЗГ-3,6). Недостатком этого варианта являлось то, что при посеве не создавалось уплотненное семенное ложе и не обеспечивался хороший контакт семян с почвой. Для устранения этого недостатка технологическая схема была усовершенствована – на сеялку были установлены катки (ширина 10 см), обеспечивающие локальное уплотнение почвы в зоне расположения семян и их вдавливание в почву. Посев осуществляется гребне-катковой сеялкой СЗГК-3,6 [8]. Исследования показали, что гребнистый ленточно-разбросной способ посева обладает, по сравнению с обычным рядовым, более высокой технологичностью и адаптивностью к погодным и почвенно-мелиоративным условиям осушаемых земель, обеспечивает более надежную защиту растений от негативных последствий, связанных с повышенным увлажнением почвы.

Свою эффективность в условиях Нечерноземной зоны гребнистый ленточно-разбросной способ посева показал, прежде всего, на озимой ржи, посевы которой в этом регионе часто страдают от нарушения водно-воздушного режима почвы, образования ледяной корки в периоды зимних оттепелей, от истощения и выпревания растений, застоя воды и вымокания, а также других неблагоприятных факторов [9, 10]. Как показали исследования, размещение растений на гребнистой поверхности позволяет существенно улучшить водно-воздушный режим в зоне расположения семян и узла кущения растений, условия для развития растений в осенний период, повысить устойчивость посевов против переувлажнения почвы, вымокания, ледяной корки, сохранность растений при перезимовке, увеличить количество продуктивных стеблей на единице площади, массу зерна колоса и урожайность. Прирост урожая обеспечивается как за счет улучшения площади питания растений, так и за счет улучшения агрофизических условий в посевном слое почвы. В настоящее время результаты исследований по озимой ржи широко опубликованы в мировой научной литературе [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19].

При использовании СЗГК-3,6 для посева яровых зерновых культур, в целом, были также получены положительные результаты. Одновременно было установлено, что в отдельные засушливые годы, при недостаточном увлажнении верхней части посевного слоя, семена при рассеве на поверхность могут ложиться на пересохшую почву, следствием чего может быть задержка появления всходов, снижение полевой всхожести семян и количества растений на единице площади. Для устранения этого недостатка на сеялке были установлены специальные устройства, позволяющие выравнивать поверхность и освобождать семенное ложе от сухой почвы перед рассевом семян до уплотнения почвы.

Цель исследований – изучить эффективность гребнистого ленточно-разбросного способа посева зерновых культур на осушаемых землях с использованием различных модификаций сеялок.

Материал и методы. Исследования проводили в 1991-1994 и 2012-2019 гг. на экспериментальном участке Всероссийского научно-исследовательского института мелиорированных земель (Тверская область, мелио-

ративный объект «Губино»), осушаемом закрытым дренажом (междреннее расстояние 20-30 м, глубина заложения дрен 0,9-1,2 м). Почва опытного участка дерново-подзолистая легкосуглинистая глееватая, слабокислая, содержание подвижного фосфора высокое, обменного калия – повышенное, гумуса – 1,80-2,70 %. Изучали 3 способа посева: 1) рядовой – СЗ-3,6 – контроль; 2) гребнистый ленточно-разбросной – СЗГК-3,6; 3) улучшенный гребнистый ленточно-разбросной – СЗГК-3,6У. В улучшенном варианте сеялки перед катками установлены устройства, выравнивающие поверхность почвы. Технологическая схема гребнистого улучшенного ленточно-разбросного способа посева предусматривает выравнивание поверхности почвы в зоне расположения семян, рассев семян лентами на выровненную поверхность поля, вдавливание семян в почву катками и закрытие их загортачами. Растения размещаются на гребнях высотой 40-80 мм лентами шириной 13-15 см [8].

В 1991-1994 гг. озимая рожь, ячмень и овес выращивали по интенсивным технологиям с внесением минеральных удобрений под запланированный урожай. Возделывали сорта: озимой ржи – Орловская 9, ячменя – Абава, овса – Санг. Способы посева сравнивали на фоне двух вариантов предпосевной обработки почвы: 1) культивация на глубину 4-6 см в 2 следа, 2) культивация + обработка комбинированным агрегатом РВК-3,6.

В 2012-2019 гг. культуры выращивали по нормальным среднеинтенсивным технологиям. Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию – N50P50K50. Возделывали сорта: озимой ржи – Дымка, овса – Аргамак, озимой тритикале – Немчинский 56, полбы – Руно. Предпосевная обработка почвы состояла из культивации на глубину 4-6 см и обработки комбинированным агрегатом КБМ-4,2. Способы посева сравнивали на одном фоне предпосевной обработки почвы. Предшественниками озимых зерновых культур были клевер 1 г. п. и рапс яровой на сидерат, яровых зерновых – картофель, озимая рожь, клевер 1 г. п. Повторность опытов 3-4-кратная. Общая площадь делянок 200-280 м², учетная – 40-80 м².

Сопутствующие исследования, анализы и наблюдения в полевых опытах проводили по общепринятым в растениеводческой науке методикам опытного дела^{1, 2}.

¹Майсурия Н.А. Практикум по растениеводству. М.: Колос, 1970. 446 с.

²Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Метеоусловия в годы исследований в период вегетации были разными – от благоприятных до неблагоприятных, прежде всего, по условиям увлажнения. ГТК по Селянинову за вегетацию по годам изменялся от 2,50 (2012 г.) до 0,92 (1992 г.), в т. ч. в мае (время сева яровых зерновых культур) от 0,64 до 3,12 и в августе (время сева озимых культур) от 0,44 до 2,0. Погодные условия в период проведения посевных работ характеризовались в интервале от острозасушливых до избыточно влажных. Количество выпавших в мае осадков (% от нормы) по годам изменялось от 42,0 (1993 г.) до 172 % (2015 г.), в августе – от 37,0 (2018 г.) до 216 % (2019 г.).

Уборку урожая зерновых культур проводили комбайном «Сампо». Достоверность приростов урожая определяли методом дисперсионного анализа³.

Результаты и их обсуждение. При оценке способов посева в качестве основных технологических критериев, характеризующих качество посева ржи, определяли полноту и глубину заделки семян, полевую всхожесть семян и другие. Обобщение результатов ранее проведенных опытов показало, что в условиях повышенного увлажнения растения, прежде всего, отрицательно реагируют на излишне глубокую заделку семян в почву. При глубокой заделке семян образуются длинные подсеменные колена, непродуктивно расходуются пластические вещества, задерживается появление всходов и начало кущения, возрастает опасность поражения болезнями, у озимых культур ухудшается сохранность растений при перезимовке. Каждый дополнительный сантиметр подсеменного колена сверх оптимального приводит к потере до одного и более центнеров зерна урожая. Для озимой ржи оптимальная глубина заделки семян составляет 2-3 см. Установлено, что при повышенном увлажнении узел кущения у зерновых культур закладывается в почве неглубоко. У озимой ржи, по данным наших опытов, при глубине заделки семян 2-4 см средняя глубина залегания узла кущения составила 1,25 см, а при глубине 4-6 см – 1,65 см. Узел кущения очень чувствителен к условиям аэрации. Переувлажнение почвы в зоне расположения узла кущения снижает интенсивность кущения, ослабляет закалку растений и их устойчивость к неблагоприятным факторам.

Исследования по глубине и равномерности заделки семян ячменя показали, что наиболее высокая полевая всхожесть семян этой

культуры наблюдалась в варианте, где семена заделывали на глубину 2-4 см. Излишне мелкая заделка семян (0-2 см) снижала полевую всхожесть по отношению к оптимальной глубине на 20,1 %, а более глубокая (4-6 см) – на 11,3 % (НСР₀₅ 4,6 %).

Профилирование поверхности существенно улучшает агрофизическое состояние посевного слоя почвы. В опытах с озимой рожью в вариантах с гребнистой поверхностью почва в посевном слое (0-5 см) в течение всего вегетационного периода, по сравнению с контролем (ровная поверхность), имела более рыхлое сложение. Объемная масса в осенний период была меньше на 0,04-0,11 г/см³, весной (в начале возобновления вегетации) – на 0,05-0,10 и перед уборкой – на 0,04 г/см³ (НСР₀₅ 0,02-0,04 г/см³). При этом влажность почвы в фазу всходов и кущения осенью в этих вариантах была ниже, чем в контроле, на 3,4-3,5 % (НСР₀₅ 2,3 %). Гребнистая поверхность обеспечивает более устойчивый режим аэрации почвы в зоне расположения узла кущения – пористость устойчивой аэрации (расчетная величина) в посевном слое (0-5 см) на гребнях в течение всего вегетационного периода выше на 27,7-71,1 %. При гребнистом посеве узел кущения всегда размещается выше основания гребня, что исключает застой воды в зоне его расположения и создает повышенную защищенность растений от переувлажнения. Улучшение агрофизических условий в зоне расположения узла кущения под влиянием гребнистой поверхности оказывает благоприятное влияние на рост, развитие и процесс кущения растений.

При гребнистом посеве семена зерновых культур заделывались в почву на оптимальную глубину, более равномерно и несколько мельче, чем при рядовом. При посеве зерновой дисковой сеялкой (СЗ-3,6) глубина заделки семян в опытах по культурам колебалась от 2,7 (рожь) до 5,2 см (овес), при гребнистом посеве – от 2,0 (рожь) до 3,7 см (овес, тритикале) (табл. 1). В среднем по всем культурам глубина заделки семян при обычном рядовом посеве составила 4,0 см, при гребнистом – 3,0 см. При гребнистом посеве, под влиянием катков и выравнивающих устройств, глубина заделки семян несколько увеличивалась. Предпосевное уплотнение почвы на глубину заделки семян, наоборот, уменьшалось. Излишне глубокая заделка семян в почву в опытах наблюдалась только при посеве дисковой сеялкой без предпосевного уплотнения почвы.

³Там же

Таблица 1 – Влияние гребнистого ленточно-разбросного способа посева на технологические и биометрические показатели посевов зерновых культур /
Table 1 – The effect of ridge band-broadcast method of sowing on technological and biometric indicators of grain crops

Показатель / Indicator	Культура / Crop		Способ посева, марка сеялки / Sowing method, seeder brand		К конт- ролю, ± / To control, ±
			рядовой – СЗ-3,6 – контроль / in rows – SZ-3.6 – control	гребнистый ленточно- разбросной – СЗГК-3,6 / ridge band-broadcast – SZGK-3.6	
Глубина заделки семян, см / Seeding depth, cm	Озимая рожь / Winter rye	1	2,7	2,0	-0,7
		2	3,5	2,9	-0,6
	Озимая тритикале / Winter triticale		3,4	3,7	+0,3
	Овес / Oats	1	4,5	2,7	-1,8
		2	5,2	3,7*	-1,5
	Ячмень / Barley		4,1	2,9	-1,2
	Полба / Spelt		4,6	3,1*	-1,5
	Среднее по культурам / Average in crops		4,0	3,0	-1,0
Полевая всхожесть семян, % / Field germination of seeds, %	Озимая рожь / Winter rye	1	53,9	55,4	+1,5
		2	77,3	88,7*	+11,4
	Озимая тритикале / Winter triticale		74,0	89,0	+15,0
	Овес / Oats	1	78,0	80,9	+2,9
		2	65,0	88,0*	+23,0
	Ячмень / Barley		67,3	67,7	+0,4
	Полба / Spelt		57,0	75,0*	+18,0
	Среднее по культурам / Average in crops		67,5	77,8	+10,3
Сохранность растений, % / Viability of plants, %	Озимая рожь / Winter rye	1	75,3	81,3	+6,0
		2	74,0	74,9*	+0,9
	Озимая тритикале / Winter triticale		56,3	55,1	-1,2
	Овес / Oats	1	84,7	70,3	-14,4
		2	77,1	66,3*	-10,8
	Ячмень / Barley		63,8	61,9	-1,9
	Полба / Spelt		76,0	81,3*	+5,3
	Среднее по культурам / Average in crops		72,5	70,2	-2,3
Выживаемость растений, % / Plant survival, %	Озимая рожь / Winter rye	1	40,5	45,8	+5,3
		2	56,8	66,5*	+9,7
	Озимая тритикале / Winter triticale		42,0	49,6	+7,6
	Овес / Oats	1	64,7	56,8	-7,9
		2	49,3	58,3*	+9,0
	Ячмень / Barley		43,0	41,9	-1,1
	Полба / Spelt		43,3	61,0*	+17,7
	Среднее по культурам / Average in crops		48,5	54,3	+5,8

Примечания: * посев – СЗГК-3,6У; годы проведения опытов: озимая рожь: 1 – 1991-1993, 2 – 2016-2018; озимая тритикале – 2015-2018; овес: 1 – 1991-1993, 2 – 2015-2018; ячмень – 1991-1994; полба – 2017-2019; 1991-1994 – среднее по 2-м вариантам предпосевной обработки почвы /

Note: * sowing – SZGK-3.6U; years of experiment: winter rye: 1 – 1991-1993, 2 – 2016-2018; winter triticale – 2015-2018; oats: 1 – 1991-1993, 2 – 2015-2018; barley – 1991-1994; spelt – 2017-2019; 1991-1994 – the average in 2 variants of pre-sowing tillage

Полевая всхожесть семян на всех культурах при гребнистом посеве была выше, особенно с улучшенным вариантом. В среднем по культурам и опытам полевая всхожесть семян при гребнистом способе посева составила 77,8 % и была на 10,3 абс.% больше, чем при рядовом. В улучшенном варианте гребнистого посева (с выравнивающими устройствами) полевая всхожесть семян, в среднем по годам, составила: у овса – 88,0 %, ржи – 88,7, тритикале – 89,0 %. Наиболее значительное

увеличение полевой всхожести семян при гребнистом посеве получено у озимой тритикале, полбы и овса – на 15,0-23,0 %.

Всходы при гребнистом посеве, прежде всего в улучшенном варианте, появлялись дружнее и на 2-4 дня раньше. Динамика появления всходов овса показана на рисунке 1. Положительное влияние на полевую всхожесть семян оказывало выравнивание посевного ложа, а также уплотнение его катками с одновременным вдавливанием семян в почву.

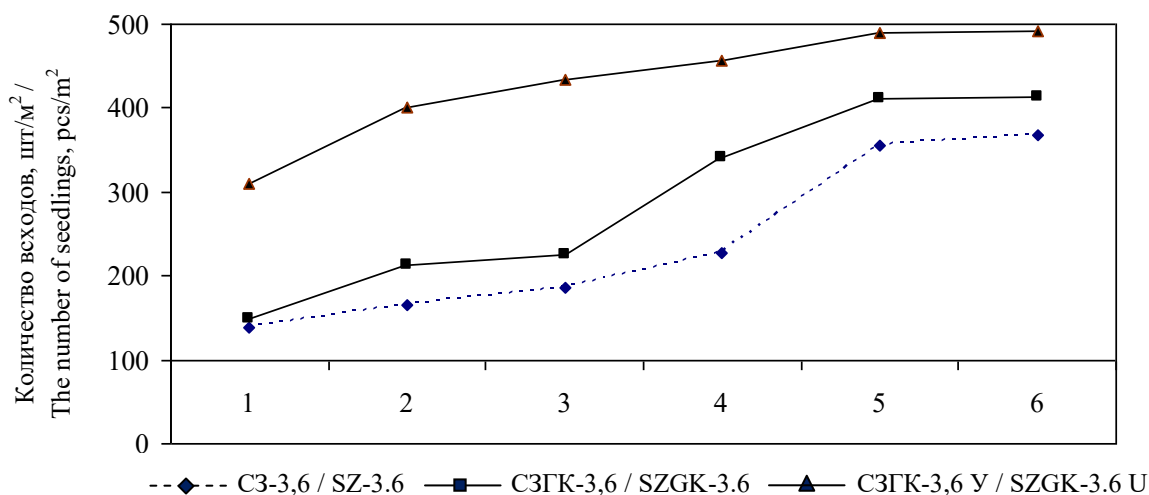


Рис. 1. Динамика появления всходов овса при разных способах посева (среднее за 2015-2018 гг.) (первый учет всходов овса осуществляли на 10-й день после посева, последующие – с интервалом 2...5 суток) /

Fig. 1. The dynamics of emergence of oat seedlings by different methods of sowing (the average for 2015-2018) (the first record of oat seedlings was carried out on the 10th day after sowing, the following – with an interval of 2...5 days)

При уплотнении посевного ложа с вдавливанием семян овса в почву полевая всхожесть их увеличивалась на 10,3 %, по сравнению с обычным рядовым посевом, за счет выравнивающих устройств – на 12,7 % (НСР₀₅ 4,8 %). В целом полевая всхожесть овса при улучшенном гребнистом посеве, по сравнению с рядовым, увеличилась – на 23,0 %, у полбы – на 18 абс.%. Выравнивающее устройство (при среднем давлении катков) увеличило глубину заделки семян полбы с 1,6 до 3,1 см, полевую всхожесть семян – с 66 до 75 %, глубину заложения узла кущения – с 1,2 до 2,0 см.

Сохранность и выживаемость растений. При гребнистом способе посева сохранность растений, в среднем по культурам, была ниже, чем при рядовом; выживаемость, наоборот, выше. Связано это с тем, что на сохранность растений большое влияние оказали показатели полевой всхожести семян, начальной густоты стояния растений и плотности стеблестоя. В более плотных посевах сохранность растений, как правило, снижается, в бо-

лее разреженных – повышается. При гребнистом посеве густота всходов была существенно выше. Высокая выживаемость растений при гребнистом посеве сформировались за счет большей полевой всхожести семян. В среднем по всем культурам выживаемость растений увеличилась на 5,8 абс.%. Наиболее значительные положительные изменения в биометрических параметрах под влиянием улучшенного гребнистого способа посева наблюдались в посевах полбы. По сравнению с рядовым способом посева сохранность растений у полбы увеличилась на 5,3 % (НСР₀₅ 4,2 %), выживаемость – на 17,7 абс.% (НСР₀₅ 5,2 %).

Осеннее развитие озимых зерновых культур и сохранность растений при перезимовке. Более равномерное распределение растений по площади питания и создание за счет гребнистой поверхности благоприятных агрофизических условий в зоне расположения узла кущения оказывает положительное влияние на рост, развитие растений и процесс кущения ржи. Осенью, перед уходом растений

в зиму, коэффициент кущения у ржи, по сравнению с обычным рядовым способом посева, был больше на 8,5-21,5 %, количество стеблей – на 18,8-22,7 %, биомасса одного растения – на 11,7-25,0 %. Сохранность растений ржи при перезимовке в варианте с гребнистым посевом увеличивалась на 12,5-19,1 %. В разных опытах процент сохранившихся после перезимовки растений при гребнистом способе посева составлял 83,0-92,7 %, в отдельные годы гибель растений практически отсутствовала. Положительное влияние профилированной поверхности на сохранность растений было особенно заметно в неблагоприятные по условиям перезимовки годы. У озимой тритикале процент перезимовавших растений в варианте с гребнистым посевом был больше только

на 2,6 % (НСР₀₅ 3,0 %). Вместе с тем, с учетом различий начальной густоты всходов, количество растений на 1 м² после перезимовки в варианте с гребнистым посевом было на 67,0 шт., или 25,0 % больше, чем при обычном рядовом посеве, прежде всего, за счет более высокой начальной густоты стояния растений.

Урожайность. У всех изучаемых культур при гребнистом способе посева урожайность, по сравнению с обычным рядовым, была выше, особенно в опытах с его улучшенным вариантом. Прибавки урожая по культурам и отдельным опытам колебались от 0,21 до 1,19 т/га (от 6,3 до 68,0 %). Наиболее значительное увеличение урожайности было получено у озимой тритикале, озимой ржи и полбы (табл. 2).

Таблица 2 – Влияние гребнистого ленточно-разбросного способа посева на урожайность зерновых культур, т/га /

Table 2 – The effect of ridge band-broadcast method of sowing on the yield of grain crops, t/ha

Культура / Crop	Годы проведения опытов / Years of exper- iments	Способ посева, марка сеялки / Sowing method, seeder brand		К контролю / To control		НСР ₀₅ , т/га / LSD ₀₅ , t/ha
		рядовой – СЗ-3,6 – контроль / in rows – SZ-3.6 – control	гребнистый ленточно- разбросной – СЗГК-3,6 / the ridge band-broadcast – SZGK-3.6	±	%	
Озимая рожь / Winter rye	1991-1993	5,00	5,75	+0,75	115,2	0,32
	2012-2014	3,60	4,15	+0,55	115,3	0,28
	2016-2018	3,32	4,45*	+1,13	134,0	0,34
Озимая тритикале / Winter triticale	2014-2016	4,46	5,45	+0,99	122,1	0,22
Овес / Oats	1991-1993	3,53	3,74	+0,21	106,3	0,20
	2015-2018	2,75	3,48*	+0,73	126,5	0,28
Ячмень / Barley	1991-1994	3,54	3,89	+0,35	110,2	0,22
Полба / Spelt	2017-2019	1,75	2,94*	+1,19	168,0	0,24

Примечания: * посев проведен СЗГК-3,6У; 1991-1994 гг. – среднее по 2-м вариантам предпосевной обработки почвы / Note: * Sowing was carried out by SZGK-3.6U; 1991-1994 – the average in 2 variants of pre-sowing tillage.

Улучшенный вариант гребнистого способа посева по урожайности существенно превосходил и обычный гребнистый способ (без выравнивающих устройств). Особенно заметно это проявилось на озимой ржи, овсе и полбе. Прибавки урожая, по сравнению с обычным гребнистым способом посева (без выравнивающих устройств), составили соответственно 0,62 т/га (116,2 %), 0,44 (114,5 %), 0,74 т/га (133,6 %). Лучшие результаты при усовершенствованном гребнистом способе посева были получены при среднем и максимальном режимах давления катков на почву. Наибольшие приросты урожая от выравнивающего устройства были получены в годы

с засушливыми посевными периодами; наименьшие – с избыточно влажными условиями.

Структура урожая. Все основные структурные элементы продуктивности посевов зерновых культур представлены в таблице 3. В среднем по всем культурам при гребнистом способе посева количество продуктивных стеблей, по сравнению с контролем, увеличилось на 17,8 %, масса зерна с колоса (метелки) – на 10,0 %. Наиболее значительное увеличение количества продуктивных стеблей при гребнистом посеве было у озимой тритикале и полбы (на 26,0-83,1 %), числа зерен – у овса и озимой ржи (на 4,7-17,9 %), массы 1000 зерен – у ячменя, массы зерна с колоса (метелки) – у овса (на 17,0-24,0 %) и озимой ржи (на 8,0-10,1 %).

Таблица 3 – Влияние гребнистого ленточно-разбросного способа посева на структуру урожая зерновых культур /

Table 3 – The effect of ridge band-broadcast method of sowing on the structure of the crop yield

Показатель / Indicator	Культура / Crop		Способ посева, марка сеялки / Sowing method, seeder brand		К контролю / To control	
			рядовой – СЗ-3,6 – контроль / in rows – SZ-3.6 – control	гребнистый ленточно- разбросной – СЗГК-3,6 / the ridge band-broadcast – SZGK-3.6	±	%
Количество продуктивных стеблей, шт/м ² / The number of productive stems, pcs/m ²	Озимая рожь / Winter rye	1	440	519	+79	117,9
		2	365	385	+20	105,5
	Озимая тритикале / Winter triticale		384	484	+100	126,0
	Овес / Oats	1	386	345	-41	89,4
		2	290	320*	+30	110,7
	Ячмень / Barley		515	553	+38	107,4
	Полба / Spelt		296	542*	+246	183,1
Количество зерен в колосе (метелке), шт. / The number of grains in the ear (panicle), pcs	Озимая рожь / Winter rye	1	61,3	66,5	+5,2	108,5
		2	53,5	56,0	+2,5	104,7
	Озимая тритикале / Winter triticale		45,0	46,0	+1,0	102,2
	Овес / Oats	1	39,6	46,7	+7,1	117,9
		2	39,5	45,5*	+6,0	115,2
	Ячмень / Barley		22,4	21,7	-0,7	97,0
	Полба / Spelt		21,0	22,0*	+1,0	104,8
Масса 1000 зерен, г / Mass of 1000 grains, g	Озимая рожь / Winter rye	1	34,0	34,5	+0,5	101,5
		2	28,0	28,9	+0,9	103,2
	Озимая тритикале / Winter triticale		45,6	44,5	-1,1	97,6
	Овес / Oats	1	31,6	33,2	+1,6	105,1
		2	32,8	33,2*	+0,4	101,2
	Ячмень / Barley		43,4	46,7	+3,3	107,6
	Полба / Spelt		32,1	29,5*	-2,6	91,9
Масса зерна с колоса (метелки), г / The mass of grain in the ear (panicle), g	Озимая рожь / Winter rye	1	2,08	2,29	+0,21	110,1
		2	1,50	1,62	+0,12	108,0
	Озимая тритикале / Winter triticale		2,07	2,07	0	0
	Овес / Oats	1	1,25	1,55	+0,30	124,0
		2	1,29	1,51*	+0,22	117,0
	Ячмень / Barley		0,97	1,02	+0,05	105,1
	Полба / Spelt		0,67	0,65*	-0,02	97,0
Среднее по культурам / Average in crops			1,40	1,54	+0,14	110,0

Примечания: * посев – СЗГК-3,6У; годы проведения опытов: озимая рожь: 1 – 1991-1993, 2 – 2016-2018; озимая тритикале – 2015-2018; овес: 1 – 1991-1993, 2 – 2015-2018; ячмень – 1991-1994; полба – 2017-2019; 1991-1994 – среднее по 2-м вариантам предпосевной обработки почвы /

Note: * sowing – SZGK-3.6U; years of experiment: winter rye: 1 – 1991-1993, 2 – 2016-2018; winter triticale – 2015-2018; oats: 1 – 1991-1993, 2 – 2015-2018; barley – 1991-1994; spelt – 2017-2019; 1991-1994 – the average in 2 variants of pre-sowing tillage.

Исследования на озимой ржи показали, что более высокий урожай ее формируется при гребнистом ленточно-разбросном способе посева как за счет более равномерного распределения семян по площади питания, так и за счет улучшения почвенных условий в зоне расположения узла кушения в осенний и ранневесенний периоды вегетации. При этом за счет улучшения площади питания формируется 35,2 % прибавки урожая, за счет профилирования поверхности – 64,8 %.

В структурном отношении увеличение урожая ржи в первом опыте (1991-1993 гг.) произошло, в основном, за счет большего количества продуктивных стеблей на единице площади – на 54,0 % и лучшей озерненности колоса – на 30,5 %. Долевое участие числа зерен в увеличении массы зерна колоса составило 66,7 %. Во втором опыте (2016-2018 гг.) при гребнистом посеве увеличение урожайности за счет количества стеблей с колосом составило 42,1 %, за счет массы зерна с колоса – 57,5 %. Прирост массы зерна с колоса на 60,0 % был получен за счет увеличения количества зерен в колосе. В целом, за счет увеличения количества продуктивных стеблей и числа зерен в колосе, в первом опыте у ржи сформировалось 84,0 % прибавки урожая, во втором – 78,4 %.

У овса (1991-1993 гг.) в первом опыте весь прирост урожая при гребнистом посеве был получен за счет увеличения массы зерна метелки (135,2 %) при некотором снижении количества стеблей с метелкой. Масса зерна метелки увеличилась, в основном, за счет большего количества зерен в метелке – на 88,0 %. Во втором опыте (2015-2018 гг.) 41,6 % прироста урожая при гребнистом улучшенном способе посева было получено от увеличения количества продуктивных стеблей и 58,4 % – от увеличения массы зерна метелки. При этом, как и в первом опыте, основной прирост массы зерна метелки (90,4 %) сформировался за счет увеличения числа зерен.

У ячменя, наоборот, основная масса прироста урожая была получена за счет увеличения количества стеблей с колосом (74,4 %). От увеличения массы зерна с колоса прирост урожая составил только 25,6 % и был полностью получен за счет большей массы 1000 зерен. Весь прирост урожая озимой тритикале и полбы на гребнистых посевах был получен за счет увеличения количества продуктивных стеблей.

Наблюдения показали, что при гребнистом ленточно-разбросном способе посева

зерновых культур создавались более благоприятные условия для фотосинтетической деятельности посевов и реализации их фотосинтетического потенциала. На растениях это проявлялось, прежде всего, в увеличении площади листовой поверхности. У ржи максимальная площадь листьев при ленточно-разбросном гребнистом посеве ржи увеличилась на 9,1 %, а биомасса растений в фазу полной спелости – на 13,8 %. Фотосинтетический потенциал посевов озимой ржи увеличился на 505 единиц. У озимой тритикале в осенний период в фазу кушения, по сравнению с обычным рядовым посевом, листовая поверхность была больше на 42,3 %, в фазу выхода растений в трубку – на 31,3, в фазу колошения – на 33,1 %. У овса улучшенный вариант гребнистого посева, по сравнению с обычным, увеличивал воздушно-сухую массу растений овса в фазу кушения на 12,2 %, максимальную площадь листьев – на 14,1 %, ФПП – на 3,0 %. По сравнению с рядовым посевом площадь листьев у овса при посеве СЗГК-3,6У в фазу кушения была больше на 47,6 %, а фазу выметывания – на 11,6 %. У полбы в фазу полного кушения растений площадь листьев при гребнистом ленточно-разбросном способе посева (СЗГК-3,6), по сравнению с рядовым, была больше на 1,4 тыс. м²/га (на 34,1 %), при улучшенном гребнистом (в среднем) – на 3,1 тыс.м²/га (на 75,6 %). По сравнению с обычным гребнистым посевом улучшенный вариант, в зависимости от режима вдавливания семян, увеличивал площадь листьев на 0,9-3,3 тыс. м²/га, или 16,4-60,0 %.

При посеве зерновых культур гребнистым ленточно-разбросным способом снижается засоренность посевов. Наблюдения проводили на озимой ржи, озимой тритикале, овсе, полбе. Засоренность посевов озимой тритикале при гребнистом ленточно-разбросном способе посева (СЗГК-3,6) снижалась по количеству сорных растений на 50 % и по массе – на 25 %. У полбы при гребнистом ленточно-разбросном способе посева наблюдали заметное снижение в посевах, прежде всего, количества однолетних сорняков. По данным за 2 года, воздушно-сухая биомасса малолетних сорняков при гребнистом ленточно-разбросном способе посева уменьшилась, по сравнению с контролем, на 45,4-54,7 %, многолетних – на 15,4-30,8 %. Засоренность посевов овса однолетними сорняками также уменьшилась и по количеству, и по массе сорняков. Следует отметить, что на греб-

нистых посевах действие гербицида на засоренность овса было более эффективным, чем при обычном рядовом, что связано, видимо, с инфраструктурными особенностями размещения растений по площади при ленточно-разбросном способе посева. Отмечено также, что при гребнистом способе посева снижалось поражение растений снежной плесенью и корневыми гнилями. При гребнистом способе распространение снежной плесени снижалось, по сравнению с контролем, на 2,3 абс.%, корневых гнилей с 31,5-42,6 до 21,8-30,8 %, развитие с 16,0-17,8 до 10,0-13,0 %.

При одинаковой металлоемкости и производительности сравниваемых вариантов сеялок экономическая эффективность гребнистого ленточно-разбросного способа посева определяется стоимостью дополнительно полученной продукции. При обычном гребнистом способе посева стоимость дополнительно полученной продукции с 1 га по культурам составила 1620-6000 руб., при улучшенном – 5840-9520 руб.

Выводы. Таким образом, в условиях северо-западной части Нечерноземной зоны Российской Федерации на осушаемых землях зерновые культуры (озимые рожь и тритикале, овес, ячмень, полба) целесообразно выращивать на специально профилированной гребнистой поверхности почвы. Для озимых зерновых культур при гребнистом ленточно-разбросном

способе посева существенно улучшаются условия для осеннего развития растений и более полной сохранности их при перезимовке. На яровых зерновых культурах улучшенный гребнистый ленточно-разбросной способ посева является эффективным приемом, позволяющим адаптировать технологию посева к засушливым погодным условиям в период проведения посевных работ и повышенному увлажнению почвы после посева. При его применении повышается полевая всхожесть семян, улучшаются биометрические параметры посевов, усиливается их фотосинтетическая деятельность, увеличивается выживаемость растений, количество продуктивных стеблей, озерненность колоса (метелки) и масса 1000 зерен, повышается продуктивность посевов. Прибавки урожая по культурам и опытам колебались от 0,21 до 1,19 т/га (от 6,3 до 68,0 %).

Преимущество гребнистого посева формируется путем оптимизации площади питания растений и агрофизических условий в посевном слое почвы за счет удаления пересохшей почвы с посевного ложе, лучшего контакта семян с почвой, оптимальной глубины заделки семян, более высокой полевой всхожести семян и интенсивного стартового роста растений. Посев зерновых культур гребнистым ленточно-разбросным способом проводится переоборудованными для этих целей зерновыми сеялками СЗ-3,6.

Список литературы

1. Савицкий М. С. Теоретические основы методики определения норм высева зерновых культур по оптимальному стеблестоя. Нормы высева, способы посева и площади питания сельскохозяйственных культур: науч. тр. ВАСХНИЛ. М.: Колос, 1971. С. 5-12.
2. Синягин И. И. Площади питания растений. М.: Россельхозиздат, 1970. 232 с.
3. Усанова З. И. Теория и практика создания высокопродуктивных посевов полевых культур. Тверь, 1999. 330 с.
4. Пыхтин И. Г., Гостев А. В., Нитченко Л. Б., Плотников В. А. Теоретические основы эффективного применения современных ресурсосберегающих технологий возделывания зерновых культур. Земледелие. 2016;(6):16-19. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-osnovy-effektivnogo-primeneniya-sovremennyh-resursosberegayuschih-tehnologiy-vozdelyvaniya-zernovyh-kultur>
5. Бакиров Ф. Г. Роль способа посева в повышении эффективности ресурсосберегающих технологий и урожайности. Зерновое хозяйство. 2006;(8):11-12.
6. Несмиян А. Ю., Ценч Ю. С. Тенденции и перспективы развития отечественной техники для посева зерновых культур. Сельскохозяйственные машины и технологии. 2018;12(3):45-52. DOI: <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2018-12-3-45-52>
7. Фатыхов И. Ш., Колесникова В. П. Адаптация технологий возделывания овса посевного. Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2013;(1 (34)):4-8. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20505450>
8. Митрофанов Ю. И. Совершенствование способов и технических средств посева зерновых культур на осушаемых землях. Механізація і електрифікація сільського господарства. 2012;96:60-67. Режим доступа: http://nbuv.gov.ua/UJRN/mesg_2012_96_7
9. Абашев В. Д. Озимая рожь на осушаемой пашне. Достижения науки и техники АПК. 2012;(6):45-47. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17771282>

10. Распегова Е. В., Леонова Т. А., Очеретенко Т. И. Озимая твердая пшеница. Зерновое хозяйство. 1990;(5):27-28.
11. Митрофанов Ю. И., Анциферова О. Н., Пугачева Л. В., Лукьянов С. А. Технологические особенности возделывания озимой ржи на осушаемых землях Нечерноземной зоны. Бюллетень науки и практики. 2018;4(5):162-171. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34976868>
12. Belous I., Shapovalov V., Malyavko G., Prosyannikov E., Yagovenko G. The effectiveness of chemicals in the cultivation of winter rye on soil contaminated by radiation. Amazonia Investiga. 2019;8 (23):759-766. URL: <https://www.amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/931/864>
13. Shao X., DiMarco K., Richard T. L., Lynd L. R. Winter rye as a bioenergy feedstock: impact of crop maturity on composition, biological solubilization and potential revenue. Biotechnol Biofuels. 2015;8(35). DOI: <https://doi.org/10.1186/s13068-015-0225-z>
14. Kantar M., Porter P. Relationship between planting date growing degree days and the winter rye (*Secale cereale* L.) variety «Rymin» in Minnesota. Crop Management. 2014;13 (1):1-9. URL: <https://doi.org/10.2134/cm-2013-0096-rs>
15. Serenius M., Huusela-Veistola E., Avikainen H., Pakkala K., Laine A. Effects of sowing time on pink snow mould, leaf rust and winter damage in winter rye varieties in Finland. Agricultural and Food Science in Finland. 2005;14(4):362-376. DOI: <https://doi.org/10.2137/145960605775897696>
16. Гончаренко А. А., Макаров А. В., Ермаков С. А., Семенова Т. В., Точилин В. Н., Цыганкова Н. В., Скатова С. Е., Крахмалева О. А. Экологическая устойчивость сортов озимой ржи с различным типом короткостебельности. Российская сельскохозяйственная наука. 2019;(3):3-9. DOI: <https://doi.org/10.31857/S2500-2627201933-9>
17. Гончаренко А. А., Макаров А. В., Ермаков С. А., Семенова Т. В., Точилин В. Н. Оценка экологической стабильности и пластичности инбредных линий озимой ржи. Российская сельскохозяйственная наука. 2015;(2):3-9. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22857291>
18. Уткина Е. И., Кедрова Л. И., Шляхтина Е. А., Шамова М. Г., Парфенова Е. С. Технологические особенности возделывания сорта озимой ржи Фаленская 4 в условиях изменяющегося климата. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015;5(48):34-38. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24113601>
19. Уткина Е. И., Кедрова Л. И. Зимостойкость озимой ржи: проблемы и решения. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2018;1(62):11-18. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.62.1.11-18>

References

1. Savitskiy M. S. *Teoreticheskie osnovy metodiki opredeleniya norm vyseva zernovykh kul'tur po optimal'nomu steblestoyu*. [Theoretical foundations of the methodology for determining the norms of sowing of grain crops by the optimal stalk]. *Normy vyseva, sposoby poseva i ploshchadi pitaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur: nauch. tr. VASKhNIL*. [Sowing norms, methods of sowing and nutrition area of agricultural crops: Scientific works of VASKhNIL]. Moscow: Kolos, 1971. pp. 5-12.
2. Sinyagin I. I. *Ploshchadi pitaniya rasteniy*. [Area of plant nutrition]. Moscow: Rossel'khozizdat, 1970. 232 p.
3. Usanova Z. I. *Teoriya i praktika sozdaniya vysokoproduktivnykh posevov polevykh kul'tur*. [The theory and practice of creating highly productive sowings of field crops]. Tver', 1999. 330 p.
4. Pykhtin I. G., Gostev A. V., Nitchenko L. B., Plotnikov V. A. *Teoreticheskie osnovy effektivnogo primeneniya sovremennykh resursosberegayushchikh tekhnologiy vozdel'yvaniya zernovykh kul'tur*. [Theoretical Basis for Effective Application of Modern Resource-Saving Technologies of Grain Crops Cultivation]. *Zemledelie*. 2016;(6):16-19. (In Russ.). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-osnovy-effektivnogo-primeneniya-sovremennykh-resursosberegayushchih-tehnologiy-vozdel'yvaniya-zernovykh-kul'tur>
5. Bakirov F. G. *Rol' sposoba poseva v povyshenii effektivnosti resursosberegayushchikh tekhnologiy i urozhaynosti*. [The role of the method of sowing in improving the efficiency of resource-saving technologies and productivity]. *Zernovoe khozyaystvo*. 2006;(8):11-12. (In Russ.).
6. Nesmiyan A. Yu., Tsench Yu. S. *Tendentsii i perspektivy razvitiya otechestvennoy tekhniki dlya poseva zernovykh kul'tur*. [Tendencies and Prospects for the Development of Domestic Machinery for Sowing Grain Crops]. *Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii* = Agricultural Machinery and Technologies. 2018;12(3):45-52. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.22314/2073-7599-2018-12-3-45-52>
7. Fatykhov I. Sh., Kolesnikova V. P. *Adaptatsiya tekhnologiy vozdel'yvaniya ovsa posevnogo*. [Adaptation oat cultivation technology]. *Vestnik Izhevskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii* = The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy. 2013;(1 (34)):4-8. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=20505450>
8. Mitrofanov Yu. I. *Sovershenstvovanie sposobov i tekhnicheskikh sredstv poseva zernovykh kul'tur na osushaemykh zemlyakh*. [Perfection of ways and mean of crop of grain crops on the drained grounds]. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva*. 2012;96:60-67. (In Ukraine). URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/mesg_2012_96_7
9. Abasheev V. D. *Ozimaya rozh' na osushaemoy pashne*. [Winter rye on drained arable land]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2012;(6):45-47. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17771282>

10. Raspetova E. V., Leonova T. A., Ocheretenko T. I. *Ozimaya tverdaya pshenitsa*. [Durum winter wheat. Grain Farming]. *Zernovoe khozyaystvo*. 1990;(5):27-28. (In Russ.).
11. Mitrofanov Yu. I., Antsiferova O. N., Pugacheva L. V., Luk'yanov S. A. *Tekhnologicheskie osobennosti vozdeleyvaniya ozimoy rzhi na osushaemykh zemlyakh Nechernozemnoy zony*. [Innovative technology of cultivation of winter rye on drained lands]. *Byulleten' nauki i praktiki* = Bulletin of Science and Practice. 2018;4(5):162-171. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34976868>
12. Belous I., Shapovalov V., Malyavko G., Prosyannikov E., Yagovenko G. The effectiveness of chemicals in the cultivation of winter rye on soil contaminated by radiation. *Amazonia Investiga*. 2019;8 (23):759-766. URL: <https://www.amazoniainvestiga.info/index.php/amazonia/article/view/931/864>
13. Shao X., DiMarco K., Richard T. L., Lynd L. R. Winter rye as a bioenergy feedstock: impact of crop maturity on composition, biological solubilization and potential revenue. *Biotechnol Biofuels*. 2015;8(35). DOI: <https://doi.org/10.1186/s13068-015-0225-z>
14. Kantar M., Porter P. Relationship between planting date growing degree days and the winter rye (*Secale cereale* L.) variety «Rymin» in Minnesota. *Crop Management*. 2014;13 (1):1-9. URL: <https://doi.org/10.2134/cm-2013-0096-rs>
15. Serenius M., Huusela-Veistola E., Avikainen H., Pakkala K., Laine A. Effects of sowing time on pink snow mould, leaf rust and winter damage in winter rye varieties in Finland. *Agricultural and Food Science in Finland*. 2005;14(4):362-376. DOI: <https://doi.org/10.2137/145960605775897696>
16. Goncharenko A. A., Makarov A. V., Ermakov S. A., Semenova T. V., Tochilin V. N., Tsygankova N. V., Skatova S. E., Krakhmaleva O. A. *Ekologicheskaya ustoychivost' sortov ozimoy rzhi s razlichnym tipom korotkostebel'nosti*. [Ecological stability of varieties of winter rye with various type of a short-stem]. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka* = Russian Agricultural Sciences. 2019;(3):3-9. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.31857/S2500-2627201933-9>
17. Goncharenko A. A., Makarov A. V., Ermakov S. A., Semenova T. V., Tochilin V. N. *Otsenka ekologicheskoy stabil'nosti i plastichnosti inbrednykh liniy ozimoy rzhi*. [Estimation of ecological stability and plasticity inbred lines of a winter rye]. *Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka* = Russian Agricultural Sciences. 2015;(2):3-9. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=22857291>
18. Utkina E. I., Kedrova L. I., Shlyakhtina E. A., Shamova M. G., Parfenova E. S. *Tekhnologicheskie osobennosti vozdeleyvaniya sorta ozimoy rzhi Falenskaya 4 v usloviyakh izmenyayushchegosya klimata*. [Technological features of cultivation of winter rye Falenskaya 4 under conditions of changing climate]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2015;5(48):34-38. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=24113601>
19. Utkina E. I., Kedrova L. I. *Zimostoykost' ozimoy rzhi: problemy i resheniya*. [Winter hardiness in winter rye: problems and solutions]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2018;1(62):11-18. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2018.62.1.11-18>

Сведения об авторах

Митрофанов Юрий Иванович, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела земледелия, Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель – филиал ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт имени В. В. Докучаева», д. 27, п. Эммаусс, Калининский р-н, Тверская обл., Российская Федерация, 170530, e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0994-6743>

✉ **Анциферова Ольга Николаевна**, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник отдела биотехнологий, Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель – филиал ФГБНУ Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт имени В. В. Докучаева», д. 27, п. Эммаусс, Калининский р-н, Тверская обл., Российская Федерация, 170530, e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5494-710X>

Information about the authors

Yuri. I. Mitrofanov, PhD in Agricultural science, leading researcher, All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands – Branch of the Federal Research Centre V. V. Dokuchaev Soil Science Institute (VNIIMZ FRC V. V. Dokuchaev Soil Science Institute), Emmaus Village, 27, Kalininsky District, Tver Region, Russian Federation, 170530, e-mail: 2016vniimz-noo@list.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0003-0994-6743>

✉ **Olga N. Antsiferova**, PhD in Agricultural science, leading researcher, the Department of Biotechnologies, All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands – Branch of the Federal Research Centre V. V. Dokuchaev Soil Science Institute (VNIIMZ FRC V. V. Dokuchaev Soil Science Institute), Emmaus Village, 27, Kalininsky District, Tver Region, Russian Federation, 170530, 2016vniimz-noo@list.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-5494-710X>

✉ – Для контактов / Corresponding author