

## Значение озимой ржи для сохранения природного агроэкологического баланса и здоровья человека (обзор)

© 2020. В. А. Сысеев, академик РАН, научный руководитель,  
Л. И. Кедрова, д. с.-х. н., в. н. с., Е. И. Уткина, д. с.-х. н., зав. отделом,  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный аграрный  
научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого»,  
610007, Россия, Кировская обл., г. Киров, ул. Ленина, д. 166-а,  
e-mail: utkina.e.i@mail.ru

Рассмотрено значение озимой ржи (*Secale cereale* L.) в изменяющихся погодно-климатических условиях и нарастающей химико-техногенной нагрузке в растениеводстве. Высокая адаптационная способность позволяет получать стабильный урожай зерна ржи во многих регионах страны. Сохраняя плодородие и улучшая фитосанитарное состояние почвы, она является незаменимым предшественником в севообороте. Это оптимальная зерновая культура для развития органического земледелия. В Госреестре РФ среди отечественных зимостойких сортов 8 – селекции ФАНЦ Северо-Востока. Наиболее востребованы Фалёнская 4, Рушник, Флора и Графиня. Создан первый в стране кислотоустойчивый сорт Кипрез; передан на сортоиспытание новый сорт Батист. Наряду с многофункциональным использованием ржи в кормопроизводстве и на технические цели, основное её назначение – продовольственное. По пищевой и физиологической ценности зерно ржи имеет много преимуществ по сравнению с пшеницей. Так, содержание витамина Е в зерне озимой ржи больше в 1,5–2,0 раза. Зерно характеризуется повышенным содержанием природных антиоксидантов. Культура более устойчива к накоплению микотоксинов, менее требовательна к внесению удобрений и обработке ядохимикатами. Озимая рожь является совершенным сырьём для производства здорового и профилактического питания.

**Ключевые слова:** озимая рожь, адаптивность, стрессоустойчивость, средолучшающие свойства, многофункциональное использование, здоровое питание.

## Importance of winter rye for maintaining natural agroecological balance and human health ((review)

© 2020. V. A. Sysuev ORCID: 0000-0002-1172-005X<sup>†</sup>  
L. I. Kedrova ORCID: 0000-0001-9840-860X<sup>†</sup>  
E. I. Utkina ORCID: 0000-0001-5650-6906<sup>†</sup>

Federal Agricultural Scientific Center of the North-East named N.V. Rudnitskiy,  
166-a, Lenina St., Kirov, Kirov Region, Russia, 610007,  
e-mail: utkina.e.i@mail.ru

The significance of winter rye (*Secale cereale* L.) under changing weather and climatic conditions and increasing chemical-technogenic load in crop production is considered. High adaptive ability allows you to get a stable crop of rye grain in many regions of the country. Preserving fertility and improving the phytosanitary condition of the soil, it is an indispensable precursor in crop rotation. This is the optimal grain crop for the development of organic farming. In the State Register of the Russian Federation, among domestic winter-hardy varieties, there are 8 breeds of the North-East FARC. The most popular are Falenskaya 4, Rushnik, Flora and Grafinya. The country's first acid-resistant Kiprez variety has been created; a new variety of Batiste was submitted for variety testing. Along with the multifunctional use of rye in food, feed production and for technical purposes, its main purpose is food. In terms of nutritional and physiological value, rye grain has many advantages over wheat. So, the content of vitamin E is 1.5–2.0 times greater, characterized by a high content of natural antioxidants, more resistant to the accumulation of mycotoxins, less demanding on fertilizer application and processing with pesticides. It is the perfect raw material for the production of healthy and preventive nutrition.

**Keywords:** winter rye, adaptability, stress resistance, medium-improving properties, multifunctional use, healthy nutrition.

Для эффективного использования разнообразных природных условий регионов страны необходимо правильно подбирать генофонд возделываемых сельскохозяйственных культур. В северной части Европейского Нечерноземья особого внимания заслуживает озимая рожь. Тысячелетиями продвигаясь как сорняк с юга на север, рожь прочно заняла одно из главенствующих положений в земледелии многих регионов России. Её высокая адаптационная способность, стабильность получения урожая зерна, агротехническая значимость как хорошего предшественника в сочетании с традиционным использованием в питании, кормопроизводстве, получении крахмала, спирта, при производстве дрожжевых препаратов пищевого и лечебного назначения и т. д., ставят рожь в ряд стратегических сельскохозяйственных культур [1, 2].

Среди зерновых рожь предъявляет самые низкие требования к плодородию почвы, внесению удобрений и пестицидов, т. е. позволяет получать экологически чистое и дешёвое зерно, что необходимо для развития перспективного направления – органического земледелия.

Отдавая предпочтение озимой ржи как продовольственной культуре, мы признаём её многофункциональное универсальное назначение: на кормовые и технические цели, как незаменимое звено в севообороте для создания устойчивого агрофитоценоза; для эффективного использования и сохранения природной среды и др.

В условиях нарастающей химико-техногенной интенсификации растениеводства, глобального и локального изменения погодноклиматических условий возрастает средоулучшающая роль культуры озимой ржи при формировании агробиогеоценологических процессов.

Рожь отличается хорошо развитой корневой системой, проникающей на глубину до полутора метров и высокой усвояющей способностью. У ржи, по сравнению с пшеницей, в 1,5 раза мощней развита корневая система, которая эффективно поглощает воду и питательные вещества из глубинных слоёв почвы, что позволяет формировать стабильный урожай на низкоплодородных землях и при дефиците влаги.

Глубоко проникающие корни растений ржи, улучшая структуру и плодородие почвы, положительно влияют на её фитосанитарное состояние. Средообразующие возможности способствуют очищению полей от сорняков,

которые являются резерваторами болезней и вредителей. Благодаря фитосанитарной роли, обогащающим плодородие и очищающим от сорных трав свойствам, рожь считается незаменимым предшественником в севообороте на почвах с низким плодородием. При посеве озимой ржи в смеси с бобовыми культурами улучшается биологическое равновесие и физическое состояние почвы за счёт способности бобовых к симбиотической азотфиксации [3].

Во многих странах мира рожь эффективно используют для разработки заброшенных и малоплодородных земель в качестве первой культуры. Количество вовлечённых в сельское хозяйство заброшенных пахотных земель в РФ достигает почти 50 млн га. При их освоении ведущая роль в севообороте может быть отведена озимой ржи, как ключевой культуре в восстановлении нарушенных земель и улучшении агроэкологического баланса территории страны.

Исключительное преимущество озимой ржи состоит в том, что она является самой холодостойкой культурой среди зерновых злаков, что особенно важно для северных регионов Нечерноземья страны [4]. Способность ржи более полно использовать осенне-зимние осадки и сравнительно небольшой коэффициент транспирации обуславливают засухоустойчивость этой культуры [5].

Неоспоримым достоинством озимой ржи перед другими зерновыми культурами является её высокая кислотоустойчивость. Кислые почвы, которых в Нечернозёмной зоне России более 60 млн га от общей площади пашни [6], способны снизить урожайность сельскохозяйственных культур до 80% [7]. В Северо-Восточном регионе низкоплодородные кислые почвы занимают более 70% пашни, а в Кировской области их более 80%. При этом почти 35% – почвы сильнокислые ( $pH < 4,5$ ) с повышенным содержанием ионов  $Al^{3+}$  [8].

Кислая среда почвы снижает поступление в растения элементов питания, тормозит развитие благоприятных микробиологических процессов [9], способствует развитию различных заболеваний, особенно снежной плесени *Microdochium nivale*, что характерно для Кировской области, Удмуртской Республики и Пермского края. На почвах с повышенной кислотностью среди зерновых культур наиболее успешно может произрастать только озимая рожь [6].

Ни одна зерновая культура не может сравниться с рожью по адаптивности и стрессоустойчивости, способности давать стабильный урожай зерна в неблагоприятные и экс-

тремальные по погодным условиям годы, какими были почти половина лет последнего десятилетнего периода. Являясь культурой низкого экологического и экономического риска, рожь традиционно считается страховой зерновой культурой в большинстве сельскохозяйственных регионов страны. При этом важно внедрение адаптивных, высокозимостойких и урожайных сортов.

Россия располагает широким набором отечественных сортов озимой ржи. Сегодня, несмотря на активные попытки по интенсивному продвижению на рынок зарубежных сортов, посевные площади озимой ржи в России почти на 100% заняты сортами отечественной селекции, что свидетельствует о конкурентоспособности достижений российских селекционеров. Отработаны технологии производства зерна с учётом природных ресурсов и изменяющихся условий среды для экологически безопасного развития экономики регионов.

В Федеральном аграрном научном центре Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого (ФАНЦ Северо-Востока) созданы адаптивные сорта озимой ржи для широкого ареала распространения. В настоящее время в Госреестре селекционных достижений РФ находится 8 сортов с допуском к использованию в 6 регионах страны. Наиболее востребованы в производстве сорта Фалёнская 4, Рушник, Флора и Графиня, возделываемые в 32 областях и республиках России. Создан первый в стране кислотоустойчивый сорт озимой ржи Кипрез, защищённый патентом в 2019 г.; передан на Государственное сортоиспытание новый сорт Батист. Уникальность сортов ФАНЦ Северо-Востока заключается в том, что они сочетают высокую зимостойкость, стабильную продуктивность, устойчивость к полеганию, толерантность к основному, лимитирующему урожайность заболеванию снежной плесени, с высокими хлебопекарными свойствами. Свообразные почвенно-климатические условия региона позволяют создавать долговечные сорта, такие как Вятка 2 с 70-ти летней историей производственного использования. В ФАНЦ

Северо-Востока на основе сортов озимой ржи с высокими хлебопекарными свойствами разработаны 26 сортов хлеба и 16 видов мучных кондитерских изделий, которые характеризуются пониженной калорийностью, повышенной пищевой и биологической ценностью. В рецептуре новых хлебных изделий содержание ржаного сырья достигает 75% [10].

На протяжении XII–XIX вв. рожь была на Руси не только главной продовольственной, но и стратегической культурой в оптимизации системы «биологические ресурсы – питание – здоровье». По пищевой и физиологической ценности рожь имеет целый ряд преимуществ, в сравнении с пшеницей. Зерно ржи располагает богатейшим спектром природно-сбалансированных питательных веществ, включая витамины, микроэлементы, незаменимые аминокислоты, клетчатку – всё, что жизненно необходимо для человека [11]. По сравнению с белком молока питательная ценность белка в зерне ржи достигает 83%, тогда как пшеницы – в два раза меньше [12].

Селен, хром и витамин Е, представленные в ржаном хлебе в оптимальном соотношении, обеспечивают организму отличную защиту от онкологических заболеваний и преждевременного старения. Содержание витамина Е в ржаном зерне в 1,5–2,0 раза больше, чем в пшеничном. Важная функция этого витамина заключается в сохранении плода, оптимальной работе мышц, вынашивании и появлении на свет здорового потомства. Комплекс витаминов группы В благоприятно влияет на состояние нервной системы человека. По количеству витамина В<sub>2</sub> рожь значительно превосходит пшеницу [12] (табл. 1).

Ржаное зерно является источником повышенного содержания иода и железа. Благодаря богатому содержанию полиненасыщенных жирных кислот Омега-3 и Омега-6 нормализуется уровень холестерина и работа сердца.

Настоящий ржаной хлеб – это продукт с высоким содержанием клетчатки. По данным финских учёных по содержанию раство-

Таблица 1 / Table 1

Содержание витаминов в зерне ржи и пшеницы, мг/100 г  
Vitamin content in rye and wheat grains, mg/100 g

Витамины / Vitamins	Рожь / Rye	Пшеница / Wheat
В <sub>1</sub>	0,13–0,78	0,20–0,70
В <sub>2</sub>	0,10–0,80	0,02–0,16
Е	10	4,20–7,50
Бета-каротин / Beta carotene	0,3	0,21–0,27

Таблица 2 / Table 2

Результаты оценки образцов хлеба из разных сортов муки (2006 г.)  
Results of evaluation of bread samples from different flour kinds (2006)

Показатели / Traits	Образцы хлеба / Bread samples		
	хлеб из обойной муки грубого помола (95%-ного выхода) coarse bread from dark rye flour (95%-yield)	хлеб из обдирной муки (87%-ного выхода) bread from medium rye flour (87%-yield)	± к хлебу из обдирной муки, % ± to bread from medium rye flour, %
Энергетическая ценность, ккал/100 г Energy value, kcal/100 g	165,9	172,7	-3,9
Общий жир, % / Total fat, %	1,13	1,36	-16,9
Белки, % / Protein, %	6,88	6,35	+8,3
Крахмал, % / Starch, %	29,39	31,39	-6,4
Пищевые волокна, % Dietary fibers, %	11,1	9,4	+18,1
в т. ч. нерастворимые Including insoluble	10,2	7,9	+29,1
Зола, % / Ash, %	1,84	1,65	+11,5
K, мг/кг / K, mg/kg	3241	2200	+47,3
Ca, мг/кг / Ca, mg/kg	253	209	+21,1
Mg, мг/кг / Mg, mg/kg	430	346	+24,3
Fe, мг/кг / Fe, mg/kg	13,1	10,2	+28,4
Витамин В <sub>2</sub> , мг% В <sub>2</sub> vitamin, mg%	0,14	0,10	+40,0
В <sub>6</sub> , мг% / mg %	0,18	0,16	+12,5
Е, мг% / E, mg%	1,24	1,06	+17,0

римой клетчатки, наиболее ценной диетологами, ржаной хлеб намного превышает распространённые овощи и фрукты [13]. Содержание клетчатки в зерне ржи на 100 г продукта составляет 14,0, в т. ч. растворимой – 4,97 г. При этом в зерне пшеницы содержится клетчатки 11,0 г, а растворимой – 2,75 г. Клетчатка ржаного хлеба улучшает работу желудочно-кишечного тракта, регулирует уровень сахара и холестерина в крови, нормализует кровяное давление [14]. При этом среднее потребление клетчатки современного россиянина в 4 раза ниже дневной нормы, что, безусловно, отрицательно влияет на состояние здоровья населения.

В Финляндии и некоторых других скандинавских странах, где ржаной хлеб составляет основу здорового питания, практически отсутствует массовая проблема ожирения, которой сейчас страдают более 2 млрд человек или 30% населения Земли, проживающих в 10 странах мира, включая Россию. Главная угроза состоит в том, что растёт частота ожирения среди детей. За последние 30 лет число детей, страдающих от ожирения и избыточного веса, возросло на 50%.

Ни один народ в мире не изменил так кардинально своё питание, как российский, отказавшись от самого необходимого – настоящего ржаного хлеба. Рожь, когда-то главная по значимости хлебная культура России, сейчас утратила ведущие позиции. В два раза уменьшилось производство хлеба, вырабатываемого с использованием ржаной муки. Доля хлебобулочных изделий из смеси пшеничной и ржаной муки составляет около 30%, а из чисто ржаной муки – всего 4%.

Сегодня практически не стало ржаного хлеба из муки грубого помола. А полноценным можно назвать ржаной хлеб только из муки грубого помола на заквасках, который был и остаётся символом национальной самобытности.

Мука из цельного зерна (обойная) имеет повышенное содержание белков, жиров, зольных элементов и пищевых волокон. Современные технологии и оборудование производят менее полноценную сеяную и обдирную муку, которая в основном используется в хлебопечении.

Наши совместные исследования с Институтом питания РАМН показали, что хлеб из ржаной обойной муки (95%-ного выхода)

превосходит хлеб из ржаной обдирной муки (87%-ного выхода) по содержанию калия, кальция, магния и железа на 47,3; 21,1; 24,3 и 28,4% соответственно. Витамина Е больше на 17,0%, пищевых волокон – на 18,1% (табл. 2).

Поэтому ржаной хлеб грубого помола благотворно влияет на состояние всего организма, поддерживая сердечнососудистую систему и работу кишечника. Благодаря оптимальному сочетанию жизненно необходимых компонентов настоящий ржаной хлеб из муки грубого помола способствует выведению из организма токсинов, тяжёлых металлов и других вредных веществ, поддерживает уровень сахара в крови и является профилактикой сахарного диабета второго типа.

В последние годы возрастает интерес учёных к природным антиоксидантам, так как они способны защитить человека не только от онкологических заболеваний, но и от преждевременного старения. Зарубежными исследователями установлено, что среди зерновых культур по данному показателю выгодно отличается зерно озимой ржи [15].

На современном этапе всё больше заостряется внимание на загрязнении зерна и зернопродуктов микотоксинами. Это представляет серьёзную опасность для здоровья человека. Среди зерновых культур рожь считается наиболее безопасной в отношении накопления в зерне микотоксинов [16].

Учитывая многие преимущества зерна ржи, ему отдаётся предпочтение в производстве продуктов здорового и диетического питания. В своё время Национальное космическое Агентство США (НАСА) еженедельно доставляло специально выпеченный ржаной хлеб из Москвы для астронавтов. Ржаной хлеб рекомендован морякам-подводникам и всем работникам атомной промышленности. Тяжёлых металлов и радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в зерне ржи накапливается в 3–4 раза меньше, чем в бобовых, гречке и пшенице [17].

В странах Западной Европы ржаному хлебу давно уделяется особое внимание. ЮНЕСКО признало ржаной хлеб объектом мирового культурного наследия. Активно проводят исследования по значению ржи в питании и медицине учёные скандинавских стран. В Финляндии на протяжении десятилетий успешно работает государственная программа «Рожь», направленная на оздоровление населения страны. Не случайно сегодня средняя продолжительность жизни в Финляндии составляет 75 лет у мужчин, 82 года – у женщин (в России – соответственно 59 и 73 года).

Помимо продовольственного назначения озимая рожь всегда служила незаменимым высокоэнергетичным кормом для животных. Во-первых, это самый ранний зелёный корм для всех видов животных и птицы. Зелёную массу можно использовать для закладки раннего силоса и сенажа, на приготовление травяной муки, гранул и т. д. Возделывание в смеси с бобовыми культурами значительно обогащает корм протеином, что эффективно для закладки зерносенажа. Зерно озимой ржи традиционно используется в комбикормах, как основной источник энергии и достаточного количества протеина [18]. За последние годы в Германии для кормопроизводства используется 40–50% выращенной ржи, в Польше – 1/3 урожая [19]. В европейских странах повышается интерес ко ржи для откорма свиней, что позволяет получать высококачественное «зернистое сало» [20]. В России на кормовые цели используется всего 8–12% от общего производства зерна этой культуры. При этом совместными исследованиями с Институтом кормов им. В.Р. Вильямса доказана возможность увеличения норм скармливания зерна ржи крупному рогатому скоту в составе концентрированных кормов до 70%, так как при дополнительных обработках действие антипитательных факторов снижается [21–23].

Рационы скота и птицы, обогащённые ценным ржаным кормом, обеспечивают качественную продукцию животноводства, которая поступает в организм человека согласно естественной цепи «корма – сельскохозяйственные животные – мясомолочная продукция – человек» и способствует поддержанию здоровья.

В западных странах отмечается прогресс в направлении глубокой переработки зерна ржи на крахмал, сахаристые и белковые продукты пищевого, кормового и даже медицинского назначения [24]. В России не используется выгодная возможность переработки ржи на крахмал высокого качества, ежегодный импорт которого составляет более 140 тыс. т. Разработка технологии белковых продуктов, композитов с заданным составом и функциональными свойствами является одним из приоритетных направлений увеличения и совершенствования ресурсов продовольственного белка из зерна озимой ржи [25–27].

В условиях негативной тенденции изменения экологического состояния окружающей природной среды важен поиск и реализация путей снижения загрязнения атмосферы. Озимая рожь является идеальной культу-

рой в решении мировой проблемы производства биологической энергии из возобновляемого растительного сырья. Активно развивается данный сектор экономики в Германии [28, 29]. Для производства биогаза и биоэтанола здесь используется почти третья часть производимого зерна ржи, что улучшает экологическое равновесие и существенно повышает конкурентоспособность этой культуры [30].

Несмотря на неоспоримо важное значение и многофункциональное использование стратегической для России зерновой культуры, наиболее приспособленной к почвенно-климатическим и этническим особенностям, производство зерна озимой ржи в нашей стране находится в глубоком кризисе. Сейчас посевные площади этой культуры составляют в стране менее 1 млн га.

В российском климате производство озимой ржи на протяжении веков было гарантом продовольственной безопасности государства. Её посевы стабильно удерживались на уровне 25–27 млн га и составляли 50–58% от мировых. Сейчас Россия занимает чуть более трети посевных площадей; удельный вес в мировом производстве зерна ржи составляет всего 23,4%. Россия, для которой рожь была национальным символом страны, теряет свою вековую культуру.

Россия уступает Германии и Польше по площадям, валовым сборам зерна ржи и значительно отстаёт от производства зерна на душу населения. Считается, что для нормального жизнеобеспечения необходимо производить около 100 кг зерна ржи в год на человека. В начале прошлого века в России на одного человека приходилось 140 кг, в настоящее время – почти в 5 раз меньше. По этому показателю РФ уже уступает странам Евросоюза и в 4 раза – Республике Беларусь [30].

Теряются исторически сложившиеся приоритеты производства зерна ржи в Кировской, Нижегородской областях, Пермском крае, Республике Удмуртия, где преобладают низкоплодородные кислые почвы, на которых стабильно может расти только рожь. Почвенно-климатические ресурсы многих регионов страны используются неэффективно.

Таким образом, краткий обзор значения традиционной для России культуры озимой ржи показывает, что она является наиболее адаптивной среди зерновых культур к почвенно-климатическим условиям большинства регионов страны. Её средоулучшающие возможности способствуют укреплению, сохранению и восстановлению природного

экологического равновесия. Зерно озимой ржи является совершенным сырьём для производства продуктов здорового и диетического питания, особенно для населения северных регионов России.

Для того, чтобы преодолеть кризис производства зерна ржи в стране, требуется создание Федеральной целевой программы «Рожь России». Необходимо разработать механизмы стимулирования производства зерна ржи, пересмотреть «дискриминационную» ценовую политику, посредством которой она вытесняется с наших полей [30], расширить возможности диверсификации зерна, поднять значение культуры на более высокий уровень для обеспечения внутренних потребностей страны и оздоровления населения.

## References

1. Sysuev V.A., Ren Changzhong, Kedrova L.I., Utkina E.I., Lapteva N.K. Rye for a food and health of man. Baicheng, the Peopl's Republic of China, 2011. 196 p. (in Chinese).
2. Sysuev V.A., Kedrova L.I., Utkina E.I., Chanchzhun Zh. Prospects of production of winter rye for multifunctional use // Management and research on scientific & technological events. 2016. No. 6. P. 31–34 (in Chinese).
3. Figurin V.A. Growing perennial herbs for food. Kirov: NIISH Northeast, 2013. 188 p. (in Russian).
4. Janda T., Szalai G., Rios-Gonzalez K., Veisz O., Paldi E. Correlation between frost tolerance and antioxidant activities in cereals // Acta Biologica Szegediensis. 2002. V. 46 (3–4). P. 67–69.
5. Parfenova E.S., Shamova M.G., Nabatova N.A., Psareva E.A. Assessment of the relative drought resistance of varieties of winter rye, method of germination on sucrose // Mezhdunarodny zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniy. 2018. No. 11 (Part 2). P. 347–351 (in Russian).
6. Yugaj A.M. Efficiency of production and level of soil acidity // Vestnik APK Verkhnevolzh'ya. 2015. No. 4 (32). P. 3–8 (in Russian).
7. Kedrova L.I., Utkina E.I., Shlyahtina E.A., Konovalova S.V. Adaptive potential of winter rye varieties in conditions of soil stress in the North-East of the Non-Black Earth Zone of Russia // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2012. No. 6. P. 26–28 (in Russian).
8. Burkov N.A. Environmental protection of the Kirov region: Problems and prospects. Kirov, 1993. 352 p. (in Russian).
9. Shirokih I.G., Shirokih A.A. Microbial communities of acid soils of Kirov region. Kirov: NIISH Northeast, 2004. 332 p. (in Russian).
10. Lapteva N.K. The range of bakery and flour confectionery products using rye raw materials and its role in

the nutrition of modern man // Dostizhenie nauki i tekhniki APK. 2012. No 6. P. 75–78 (in Russian).

11. Sysuev V.A., Kedrova L.I., Utkina E.I. Rye – strategic grain culture in the development of adaptive crop production and food security of Russia // Obrazovanie, nauka i proizvodstvo. 2014. No. 2–3. P. 31–33 (in Russian).

12. Kobylyanskij V.D., Korzun A.E., Katerova A.G., Lapikov N.S., Soloduhina O.V. Cultural flora of the USSR. Leningrad: Agropromizdat: Leningradskoe Otdelenie, 1989. V. II. Part I. 368 p. (in Russian).

13. Rauramo U., Koskinen R. Nutrition reference (new). Finlyandiya: Leipatiedotus, 2004. P. 24 (in Russian).

14. Aman P. Health aspects of rye // EUCARPIA: International Symposium on rye breeding and genetics. Germane, 2006. P. 22.

15. Zelinski H., Koslowska H. Antioxidant activity and total phenolics in selected cereal grains and their different morphological fractions // J. Agric. Food Chem. 2000. V. 48 (6). P. 2008–2016.

16. Herman V. Calm, calm only // Novoe selskoe khozyaystvo. 2019. No. 3. P. 82–85 (in Russian).

17. Skorik V. Rye, which we lost // Zerno. 2012. No. 11. P. 48–53 (in Russian).

18. Voloshina T.A. Energy efficiency of winter rye growing on feed in the conditions of the Maritime Territory // Dalnevostochny agrarny vestnik. 2015. No. 4. P. 5–8 (in Russian).

19. Boros D. European rye for enhanced food and feed // Conference abstracts: International conference on rye breeding and genetics. Wroclaw, Poland, 2015. P. 56.

20. Urban E.P. Winter rye in Belarus: breeding, seed growing, cultivation technology. Minsk: Belaruskaya nauka, 2009. 269 p (in Russian).

21. Rusakov R.V., Kosolapov V.M. Efficiency of various methods of preparation of winter rye grain in feeding

highly productive cows // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2012. No. 6. P. 61–65 (in Russian).

22. Kosolapov V.M., Kosolapova V.G., Lapteva N.K. Use of winter rye grain in diets of young cattle // Vestnik Rossiyskoy akademii selskokhozyaystvennykh nauk. 2004. No. 1. P. 30–32 (in Russian).

23. Rusakov R.V., Timkina E.Y., Zhvakina V.M. Method of preparation of rye grain for feeding // Proshloe, nastoyashee i budushchee zootekhnicheskoy nauki: Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii k 75-letiyu VMZha, 2004. V. 62. T. 3. P. 373–374 (in Russian).

24. Severov V., Kalashnikov K., Kryukov V. Agroecosis forming under conditions of radionuclide soil contamination // The ecologically safe plant-growing output production. Regional recommendations. Part 2. Pushchino, 1996. P. 15–17.

25. Andreev N.R., Lukin N.D., Papahin A.A. Deep processing of grain of winter rye // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2014. No. 6 (43). P. 9–12 (in Russian).

26. Andreev N.R. Basics of native starch production. Moskva: Pishchepromizdat, 2001. P. 245–268 (in Russian).

27. Andreev N.R., Lukin N.D., Filippova N.I. Rye – raw materials for production of saccharic and protein products // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2008. No. 11. P. 248–253 (in Russian).

28. Roux S., Wortmann H., Schlathölter M. Breeding capability of rye (*Secale cereal* L.) for biogas production // EUCARPIA. International Symposium on rye breeding and genetics. Minsk, Belarus, 2010. P. 85.

29. Hübner M., Wilde P., Oechsner H., Miedaner T. Factors affecting biogas production in winter rye // EUCARPIA. International Symposium on rye breeding and genetics. Minsk, Belarus, 2010. P. 86.

30. Goncharenko A.A. Topical issues of winter rye breeding. Moskva: FGBNU “Rosinformagrotekh”, 2014. 372 p. (in Russian).