

Особенности подбора сортов овса и ячменя для использования в технологиях получения белково-липидно-углеводных композиций со сбалансированным нутриентным составом

Гапонова Лилия Валентиновна

ФИЦ ВИР им Н.И. Вавилова

Адрес: 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 42-44

E-mail: dietotherapy@vniig.org, lilia.gaponova@yandex.ru

Полежаева Татьяна Андреевна

ВНИИЖиров

Адрес: 191118, г. Санкт-Петербург, ул. Черняховского, д. 10

E-mail: polezhaevata@yandex.ru

Матвеева Галина Алексеевна

ВНИИЖиров

Адрес: 191118, г. Санкт-Петербург, ул. Черняховского, д. 10

E-mail: galinamatveeva57@mail.ru

Блинова Елена Владимировна

E-mail: blinova.blinovalena2015@yandex.ru

ФИЦ ВИР им Н.И. Вавилова

Адрес: 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 42-44

Лоскутов Игорь Градиславович

ФИЦ ВИР им Н.И. Вавилова

Адрес: 190000, г. Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 42-44

E-mail: i.loskutov@vir.nw.ru

В технологии специализированных продуктов и продуктов детского питания особая роль принадлежит зерновым культурам, составляющим значительную часть сырья предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности. Наиболее перспективным сырьём для производства белково-липидных композиций среди зерновых культур являются такие широко распространенные в РФ и важные зерновые культуры, как овёс и ячмень, благодаря своей способности формировать экономически эффективные, стабильные урожаи зерна в широком диапазоне почвенных и климатических условий. Генетический потенциал сорта в значительной мере определяет уровень урожайности и качество продукции. В связи с этим актуальна селекция голозёрного овса и ячменя, который имеет ценное по качеству зерно и более технологичен в переработке по сравнению с плёнчатым. Материалом для данного исследования служили 27 сортов ячменя и овса (голозёрные и плёнчатые подвиды) из мировой коллекции Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР). У сортов ячменя и овса были измерены и рассчитаны геометрические характеристики зерна (линейные размеры, площадь внешней поверхности, сферичность, объём зерна, отношение объёма зерна к площади внешней поверхности), определены характеристики зерна, связанные с плотностью (физическая плотность, насыпная плотность (натура), масса и объём 1000 семян); исследованы содержание влаги, белка и жира в зёрнах овса и ячменя. В результате изучения отобраны голозёрные два сорта овса («Самсон 57» и «Першерон») и два сорта ячменя («Нудум 95» и «Омский голозёрный 4»), характеризующиеся повышенным содержанием белка и жира, повышенной плотностью и достаточным размером зёрен. Показатели выделенных

голозерных сортов ячменя и овса превышают стандартные геометрические и физические зерновые показатели и обладают биохимическими свойствами, необходимыми для получения белково-липидно-углеводных композиций из зернового сырья со сбалансированным нутриентным составом для последующего использования в специализированном и массовом, в т.ч. детском питании.

Ключевые слова: зерно, овёс, ячмень, селекция, сырьё, лечебное и детское питание, белково-липидно-углеводные композиции

Введение

Зерновые, зернобобовые культуры и орехи занимают значительное место в рационе питания человека. По пищевой и биологической ценности они немного уступают другим пищевым продуктам, в частности, мясу и молоку. Потребительские свойства зерновой и зернобобовой продукции определяются пищевой ценностью, в том числе безопасностью. Пищевая ценность подразумевает сбалансированный нутриентный состав и наличие биологически активных веществ – белков, жиров, витаминов, минеральных веществ, клетчатки, усвояемых углеводов. Безопасность означает соответствие уровня содержания токсичных элементов, микотоксинов, нитратов, радионуклидов, пестицидов и патогенной микрофлоры требованиям таможенных регламентов. Снижение уровня содержания опасных контаминантов (тяжёлых металлов, радионуклидов, пестицидов, микотоксинов) обеспечивается использованием соответствующих технологических приёмов переработки зернового сырья: сухая и мокрая очистка, влаготепловая обработка с последующим удалением околоплодных оболочек, в которых обычно концентрируется основная часть ядовитых веществ; предварительное замачивание и пропаривание зерна.

Задачи исследования – применение комплексного подхода для исследования физико-химических показателей зерна овса и ячменя и осуществление научно обоснованного выбора сортов этих культур для производства овсяной и ячменной основы и продуктов из неё, характеризующихся повышенной питательной и биологической ценностью.

Цель исследований на данном этапе – определить и рассчитать такие технологические показатели зерна, как геометрические характеристики (длина, ширина, толщина, объём единичного зерна, площадь внешней поверхности, сферичность, отношение объёма к площади поверхности) и показатели плотности зерна (физическая плотность, истинная плотность, насыпная плотность (натура) и масса 1000 зерен); исследовать физико-химические показатели зерна (массовая доля влаги, жира и протеина). Далее, анализируя данные показатели, отобрать сорта, оптимально отвечающие

требованиям для производства овсяной и ячменной основы.

Теоретическое обоснование

Аналитический обзор литературы показывает, что экологическая обстановка, характеризующаяся повышением радиоактивного фона и химическим загрязнением окружающей среды, неизбежно приводит к поступлению токсичных веществ с продуктами питания в организм человека. Наиболее рациональным путем предупреждения попадания токсичных веществ в организм человека является поиск способов повышения безопасности пищевых продуктов и повышение их лечебно-профилактических свойств. Зерновая и семенная продукция наряду с высоким содержанием в ней ценных питательных веществ в значительной степени подвержена загрязнению радионуклидами, тяжелыми металлами, пестицидами. В то же время многие вещества в зерне зерновых культур и семенах зернобобовых культур обладают прямыми или косвенными радиопротекторными и антиоксидантными свойствами (белки, витамины, минеральные вещества, биофлавоноиды, пищевые волокна).

Во ВНИИЖиров разработан широкий ассортимент продуктов лечебно-профилактического и детского питания на зернобобовой основе для лечения и профилактики ряда широко распространённых заболеваний: желудочно-кишечные, сердечно-сосудистые, обмена веществ, аллергия и пищевая непереносимость и т.д. В медико-биологических и клинических исследованиях неоднократно доказана эффективность применения продуктов на основе соевых бобов в качестве диетотерапии различных патологий у людей и животных: алиментарная дистрофия, токсический и хронический гепатит, язва желудка, ожирение, гастродуодениты, колиты и энтериты, аллергия, лактазная недостаточность, дисбактериоз, острые респираторные заболевания и бронхиальная астма (Бульон и др., 1994; Хныченко и др., 2000; Гапонова и др., 2013; Гапонова, Полежаева, Тарасова и др., 2019; Гапонова, Полежаева, & Матвеева, 2019; Хныченко и др., 2000).

Среди них, в первую очередь, можно назвать соевую основу и соевый нерастворимый остаток (окара), бифисоин, соевый белковый продукт, напитки на соевой основе (в т.ч. с наполнителями, ферментированные, сокодержательные коктейли и т.д.); напитки, белковые продукты и десерты на зернобобовой, ореховой основе и комбинированной основе в т.ч. безглютеновые (кедровое и соево-кедровое «молоко», миндальное и соево-миндальное «молоко»; овсяная, рисовая, гречневая основы). Данные продукты теоретически можно рекомендовать для питания онкобольных, проходящих различные виды терапии.

Для создания специализированного питания используют поэтапную схему разработки рецептур и технологий продуктов здорового питания, состоящую из нескольких основных этапов, каждый из которых предусматривает реализацию нескольких подэтапов (Корнен и др., 2015).

В технологии специализированных продуктов и продуктов детского питания особая роль принадлежит зерновым культурам. Зерно составляет значительную часть сырья предприятий пищевой и перерабатывающей промышленности, тем самым формируя межотраслевые пропорции не только в агропромышленном производстве, но и во всей экономике страны¹. В этом плане наиболее перспективным сырьём для производства белково-липидных композиций среди зерновых культур являются овёс и ячмень.

Ячмень, как и пшеница, и рожь, относится к древним зерновым культурам и содержит разнообразные ферменты (амилаза, протеаза, пероксидаза и др.). Некоторые сорта ячменя способны образовывать клейковину в количестве от 3 до 28%. В России возделывается около 200 сортов ячменя, из них 6 голозерных сортов. Наиболее ценные по качествам сорта: Абава, Бачан, Белогорский, Визит, Винер, Волгарь, Гонар, Московский 2, Нутанс 187 и др.

Овёс является более молодой культурой, чем пшеница и ячмень. Овёс посевной (*Avena sativa* L.) имеет два подвида — овес пленчатый (*A. sativa* subsp. *sativa* L.)² и голозерный (*A. sativa* subsp. *nudisativa* (Husn.) Rod. et Sold.) (Лоскутов, 2007; Лоскутов и др., 2020).

В России возделывается более 100 сортов овса, из них 16 голозерных сортов. Наиболее ценные по

качествам сорта: Аргамак, Борец, Всадник, Драгун, Друг, Залп, Кентер, Макс, Скакун, Стиплер и др. (Баталова & Шевченко, 2018).

Зерновка овса удлиненно-цилиндрической формы, на брюшной её стороне находится продольная глубокая бороздка. Длина зерновки колеблется от 8 до 16 мм, ширина от 1,5 до 4 мм, толщина от 1,2 до 3,8 мм. Масса 1000 зёрен от 16 до 35 г. Геометрические характеристики зерновки голозерного овса также обладают большим разнообразием (Иванова и др., 2018). В здоровом питании человека роль овса неуклонно повышается. Овес – одна из наиболее распространенных и важных зерновых культур. Он способен формировать экономически эффективные, стабильные урожаи зерна в широком диапазоне почвенных и климатических условий. Актуальна селекция голозерного овса, который имеет ценное по качеству зерно и более технологичен в переработке по сравнению с пленчатым. Селекция сортов голозерного овса в СССР началась во второй половине прошлого столетия. Первый голозерный сорт овса в РФ был зарегистрирован в 2000 г. – это был сорт Тюменский голозерный. В НИИСХ Северо-Востока селекция голозерного овса возобновилась в 1994 г., а в 2007 г. в реестр был включён сорт Вятский (оригинатор НИИСХ Северо-Востока), а в 2013 г. – Першерон. Сорт Першерон имеет среднюю урожайность 4,8 т/га, характеризуется высоким содержанием белка (15,09%) и жира (5,62%). Голозерные сорта Бекас (включён в госреестр в 2019 году) и Багет (включён в госреестр в 2020 году), оригинатор которых также является НИИСХ Северо-Востока, формируют ценное по качеству зерно с пониженным содержанием глютена (менее 20 мг/г), содержат олеиновую (36,42 и 33,49%) и линолевою (35,89 и 38,37%) кислоты соответственно.

Следует отметить, что урожайность культуры в России остается невысокой и значительно варьирует по годам, что во многом определяют экологические факторы среды, технологии выращивания и используемый в производстве сортимент. Генетический потенциал сорта, в значительной мере, определяет уровень урожайности и качество продукции, что указывает на целесообразность отбора сортов, допущенных в производство. Значение овса недооценено по сравнению с пшеницей, рисом и ячменем, несмотря на содержание полезных макро и микронутриентов, способствующих лечению и профилактики ряда заболеваний, в том

¹ Гордеев, А. В., & Бутковский, В. А. (2009). *Россия – зерновая держава: Учебник (2-е изд.)*. М.: ДеЛиПринт.

² Лоскутов, И. Г., Ковалева, О. Н., & Блинова, Е. В. (2012). *Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса (4-е изд.)*. СПб.: ГНЦ РФ ВИР.

числе предупреждающих метаболический синдром, злокачественные новообразования, возрастные нарушения на клеточном уровне (Stewart & McDougall, 2014).

Овес относят к группе зернофуражных культур, но его всегда использовали в питании. Использование овса приобретает все большее значение, особенно в связи с новыми медико-биологическими и биохимическими исследованиями, указывающими на его бесспорную эффективность в питании человека. В зерне овса содержатся вещества, которые великий русский физиолог И.П. Павлов называл «подлинными возбуждателями жизни»³. Латинское название овса (*Avena*) буквально означает «быть здоровым», продукты из овса относят к здоровой – функциональной пище, они имеют повышенное содержание β-глюканов и полисахаридов, которые снижают риск сердечно-сосудистых заболеваний, антиоксидантов (авенантрамиды и витамин E), положительно влияющих на здоровье человека (Красильников и др., 2017; Daou & Zhang, 2012; Leonova et al., 2020; Shvachko et al., 2021; Singh et al., 2013). Их могут потреблять люди, страдающие глютеновой энтеропатией – целиакией (Гаврилюк и др., 2013; Meydani, 2009; Pawlowska et al., 2012). Овес обладает повышенным содержанием микроэлементов в свое зерновке, которые важны в питании человека (Bityutskii et al., 2019). Показатели качества зерна овса являются сортовыми наследственными признаками, как и признаки продуктивности, что указывает на возможность их дальнейшего улучшения (Leonova et al., 2008; Liu, 2011). Голозерные сорта овса имеют ряд преимуществ по сравнению с сортами пленчатыми, а по качеству зерна превосходят их по питательной ценности. Так, содержание белка в зерне голозерных генотипов на 1,9...3,5% больше, чем в зерне пленчатых (Юсова & Васюкевич, 2014). Белковый комплекс пленчатого овса представлен в основном низкомолекулярными белками (альбумины и глобулины) – 38,3...0,7%, у голозерного преобладают глютенины – 47,3...50,4%, при более сбалансированном аминокислотном составе (Козлова & Акимова, 2009). Наличие масла отличает овсяное зерно от зерна других хлебных зла-

ков, отмечают потенциальную возможность его использования в качестве масличной культуры (Koehler & Wieser, 2013). Голозерный овес обладает устойчивостью к фузариозу зерна и накапливает меньше микотоксинов (Гагкаева и др., 2012; Лоскутов, Гагкаева и др., 2016) и имеет повышенное содержание многих биохимических компонентов (Красильников и др., 2017; Leonova et al., 2020; Лоскутов и др., 2016; Иванова и др., 2018).

Для создания новых сортов семян необходим исходный материал, позволяющий выводить сорт устойчивый к заболеваниям и одновременно обладающий высокой продуктивностью и качественными характеристиками, удовлетворяющими запросы потребителей для создания новых видов продуктов, в том числе специализированного питания. При создании сортов овса в скрещиваниях используется очень часто исходный материал из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР) (Кабашов и др., 2020).

Материалы и методы исследования

Объекты исследования

Объектами исследования служили: зерно овса и ячменя (в т.ч. материал из коллекции Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР). Зерно урожая 2020 года; стандартные условия хранения.

Методы

В работе применялись следующие методы исследований:

- метод отбора проб и выделение навесок семян – по ГОСТ 10852⁴ и ГОСТ 13586.3⁵;
- определение цвета и запаха – по ГОСТ 27988⁶;
- определение примесей – по ГОСТ 10854⁷ и ГОСТ 30483-97⁸;
- определение массовой доли жира семян – по ГОСТ 10857⁹;

³ Лапина, С. Очищающая сила овса. <https://hozyain.by/zdorovie/ochishhayushhaya-sila-ovsa>

⁴ ГОСТ 10852-86. (2010). *Семена масличные. Правила приемки и методы отбора проб*. М.: Стандартинформ.

⁵ ГОСТ 13586.3-2015. (2019). *Зерно. Правила приемки и методы отбора проб*. М.: Стандартинформ.

⁶ ГОСТ 27988-88. (2010). *Семена масличные. Методы определения цвета и запаха*. М.: Стандартинформ.

⁷ ГОСТ 10854-2015. (2019). *Семена масличные. Методы определения сорной, масличной и особо учитываемой примеси*. М.: Стандартинформ.

⁸ ГОСТ 30483-97. (1997). *Зерно. Методы определения общего и фракционного содержания сорной и зерновой примесей; содержания мелких зерен и крупности; содержания зерен пшеницы, поврежденных клопом-черепашкой; содержания металломагнитной примеси*. Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации.

⁹ ГОСТ 10857-64. (2010). *Семена масличные. Метод определения масличности*. М.: Стандартинформ.

- определение массовой доли сырого протеина семян – по ГОСТ 13496.4¹⁰;
- определение насыпной плотности (натуры) семян по ГОСТ 10840-2017 и ГОСТ 30046-93;
- определение массы 1000 семян по ГОСТ 10842-89.

Свойства сортов овса и ячменя из коллекции ВИР исследовали в соответствии с выше приведёнными методами. Определение каждого показателя проводили двукратно и трёхкратно. Показатели усредняли с применением системы статистического анализа, указанной ниже.

Математическая обработка результатов эксперимента осуществлялась с помощью системы статистического анализа – Statistica 10,0.

Результаты и их обсуждение

В результате проведённых исследований установлено, что все исследуемые сорта ячменя и овса по своим показателям соответствуют требованиям нормативных документов сырья для продовольственных целей (влажность, содержание сорной примеси, натура (насыпная плотность)), кроме сортов К-15691 (К- номер каталога ВИР), плёнчатый «Петрович» (натура 355 кг/м³) и К-13780, плёнча-

тый «Скакун» (натура 437 кг/м³) при норме в соответствии с ГОСТ 28673-90¹¹-460 кг/м³.

Геометрические характеристики исследуемых зерновок овса и ячменя соответствуют усреднённым показателям и зависят от сорта и состояния зерна (шелушёное и нешелушёное зерно). Так, линейные размеры, объём зерна и площадь внешней поверхности нешелушёного зерна овса в 2-3 раза превышают соответствующие показатели шелушёного зерна (Таблица 1 и Таблица 3). Наибольшие размеры нешелушёного и очищенного зерна у сортов овса «Бекас» и «Петрович»; среднюю позицию занимают «Скакун», «Самсон 57» и «Багет»; наименьшие размеры - у семян «Першерон» (Таблица 1). Что касается исследуемых сортов ячменя, наибольшие значения геометрических характеристик – у сортов «Суздалец» и «Нудум 95», средние значения – у «Inari Nutans» наименьшие – у Омского голозёрного 4 (Таблица 3).

Форма зерна является сортовым признаком, который оценивается показателем сферичности. Сферичность исследуемых образцов овса соответствует овальной форме зерновки, которая наблюдается более, чем у половины сортов овса. Большие объём и площадь внешней поверхности обеспечиваются в основном шириной и толщиной зерна, что согласуется с данными других

Таблица 1

Геометрические характеристики исследуемых образцов овса (очищенное зерно)

Сорт	Линейные размеры, мм			Объем (V), мм ³	Площадь внешней поверхности (F), мм ²	Сферичность (Ψ)	Отношение V/ F, мм
	длина (l)	ширина (a)	толщина (b)				
1	2	3	4	5	6	7	8
К-15615, голозёрный «Бекас», Кировская область	9,0±1,0	3,0±0,1	2,0±0,1	22,9±4,4	53,65±8,15	0,72±0,01	0,43±0,02
К-15691, плёнчатый «Петрович», Краснодарский край	9,5±0,5	3,5±0,1	3,0±0,1	42,1±4,9	74,9±6,4	0,63±0,13	0,56±0,02
К-15757, голозёрный «Самсон 57», Орловская область	7,0±1,0	2,5±0,5	1,8±0,2	18,9±1,3	36,6±11,2	0,74±0,02	0,36±0,06
К-13780, плёнчатый «Скакун», Московская область	8,0±1,0	2,1±0,1	1,6±0,1	12,4±4,2	34,2±5,8	0,77±0,03	0,35±0,06
К-15275, голозёрный «Першерон», Кировская область	7,0 ±0,2	2,3±0,2	1,3±0,2	8,5±2,8	28,6±5,6	0,69±0,03	0,29±0,04
К-15754, голозерный «Багет», Кировская область	8,4±0,3	2,3±0,2	1,9±0,1	15,2±3,1	51,3±14,6	0,70±0,01	0,31±0,02
Овес без плёнок, усреднённые данные	12,3±4,3	2,7±1,3	2,4±1,2	27,5±8,5	47,5±17,5	0,71±0,06	0,45±0,09

¹⁰ ГОСТ 13496.4-93. (2019). *Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина*. М.: Стандартиформ.

¹¹ ГОСТ 28673-90. (2015). *Овес. Требования при заготовках и поставках*. М.: Стандартиформ.

Таблица 2
Основные характеристики исследуемых образцов овса

Сорт	Плотность, 10 ³ кг/м ³	Масса 1000 зерен, г	Объём 1000 зёрен, см ³	Натура, кг/м ³
1	2	3	4	5
К-15615, голозёрный «Бекас», Кировская область	1,308	31,4	24,0	512,5
К-15691, плёнчатый «Петрович», Краснодарский край	1,006	36,2	36,0	355,0
К-15757, голозёрный «Самсон 57», Орловская область	1,544	27,8	18,0	688,0
К-13780, плёнчатый «Скакун», Московская область	1,003	29,1	29,0	437,0
К-15275, голозёрный «Першерон», Кировская область	1,432	27,2	19,0	683,5
К-15754, голозерный «Багет», Кировская область	1,280	28,4	22,2	503,7
Овес, усреднённые и нормативные данные	1,41±0,10	30±15	—	552±10;

исследователей. Содержание эндосперма в зерне, обеспечивающего его питательные свойства, прямо пропорционально объёму зерна, площади внешней поверхности и массе 1000 зерен, составляющую для крупнозерновых образцов от 22,6 до 31,2 г (Фомина & Аверьясова, 2016; Исачкова & Ганичев, 2012).

При изучении показателей зерна овса, связанных с плотностью, установлено, что наибольшей физической и насыпной плотностью обладают сорта «Першерон» и «Самсон 57», средней - «Бекас» и «Багет», наименьшей - «Петрович» и «Скакун» (Таблица 2). Данные по насыпной плотности (натуре) для сорта голозёрного овса «Першерон» несколько превышают, а для сорта «Бекас» ниже значения натуре, приведённой в исследованиях ФГБНУ Федерального аграрного научного центра Северо-Востока (Баталова & Шевченко, 2018). Показатель масса 1000 зёрен для сорта «Першерон» приблизительно соответствует аналогичному показателю в исследованиях ФАНЦ Северо-Востока. Насыпная плотность и масса 1000 семян для го-

лозёрного сорта овса «Самсон 57» соответствуют аналогичным показателям ФГБНУ «ВНИИ зернобобовых и крупяных культур» (Сидоренко & Наумкин, 2016). Показатели насыпной плотности сортов ячменя составили максимальные значения – для «Омского голозёрного 4» и «Нудум-95», средние значения – для «Суздальца» и «Inari Nutans» (Таблица 4). Данные для сортов «Омского голозёрного» и «Нудум» согласуются с аналогичными показателями ВНИИ зернобобовых и крупяных культур (Сидоренко & Наумкин, 2016).

Исследование физико-химических показателей зерна овса дало следующие результаты: максимальное содержание белка для сортов Першерон и Самсон 57, средние значения этого показателя для сортов «Скакун» и «Багет», минимальное содержание - для сорта «Багет»; максимальное содержание жира для сорта «Бекас», «Самсон 57» и «Петрович», среднее – для сорта «Першерон» и «Багет», минимальное для сорта «Скакун» (Таблица 5). Данные по содержанию белка и жира в сорте «Першерон» и «Багет» приблизительно со-

Таблица 3
Геометрические характеристики исследуемых образцов ячменя (зерно в оболочке)

Сорт	Линейные размеры, мм			Объём (V) мм ³	Площадь внешней по- верхности (F), мм ²	Сферич- ность (Ψ)	Отноше- ние V/F, мм
	длина (l)	ширина (a)	толщина (b)				
1	2	3	4	5	6	7	8
К-30314, плёнчатый «Суздадец» Московская область	8,3±0,7	4,5±0,5	2,8±0,2	54,6±15,6	73,4±14,6	0,95±0,01	0,73±0,04
К-31125, голозёрный «Нудум 95» Челябинская область	8,0±1,0	4,5±0,5	2,3±0,2	43,8±14,7	70,9±10,5	0,82±0,06	0,60±0,12
К-30457, плёнчатый «Inari Nutans» Финляндия	7,0–9,5	4,0–5,5	1,5–3,0	21,8–81,5	45,1–97,56	0,80–0,93	0,48–0,83
Ячмень, усреднён. данные	7,0–14,6	2,0–5,0	1,4–4,5	20–40	38–60	0,76–0,83	0,45–0,65

Таблица 4.
Основные характеристики исследуемых образцов ячменя

Культура	Плотность, 10 ³ кг/м ³	Масса 1000 зерен, г	Объём 1000 зёрен, см ³	Натура, кг/м ³
1	2	3	4	5
К-30314, плёнчатый «Суздалец», Московская область	1,447	55,0	38,0	720,5
К-31125, голозёрный «Нудум 95», Челябинская область	1,476	50,2	34,0	756,9
К-31419, голозёрный «Омский голозёрный 4», Омская область	1,488	53,6	36,0	789,3
К-30457, плёнчатый «Inari Nutans», Финляндия	1,420	52,8	37,0	703,0
Ячмень, усреднённые и нормативные данные	1,3±0,1	37,5±17,5	45,5±5,0	616±70

ответствуют аналогичным показателям в исследованиях ФАНЦ Северо-Востока (Баталова & Шевченко, 2018). Исследование сортов овса подтверждает преимущество использования голозёрного овса по сравнению с плёнчатыми формами в диетическом и лечебно-профилактическом питании за счёт более высокого содержания белка и жира (Баталова, 2014).

У исследуемых сортов ячменя установлены следующие физико-химические показатели: максимальное содержание белка для сортов «Нудум-95» и «Омский голозёрный 4», средние значения этого показателя для сорта «Inari Nutans», минимальное содержание - для сорта «Суздалец»; максималь-

ное содержание жира для сорта «Омский голозёрный 4» и «Суздалец», среднее – для сорта «Нудум-95» и минимальное – для сорта «Inari Nutans» (Таблица 6).

Для производства ячменной и овсяной основы, и различных продуктов из неё (напитки, белковые аналоги творога и сыра, полуфабрикаты) предъявляются особые требования к содержанию растворимого белка и жира в зерне, поскольку, наряду с растворимыми углеводами, они составляют сухие вещества овсяной и ячневой основы, которые определяют органолептические, физико-химические показатели и питательную ценность продукта. В связи с этим предпочтение отдаётся сортам

Таблица 5
Основные физико-химические показатели исследуемых образцов овса.

Сорт	Массовая доля влаги, %	Массовая доля протеина на а.с.в., %	Массовая доля жира на а.с.в., %
1	2	3	4
К-15615, голозёрный «Бекас», Кировская область	9,04	13,05	8,23
К-15691, плёнчатый «Петрович», Краснодарский край	8,85	13,90	7,60
К-15757, голозёрный «Самсон 57», Орловская область	9,06	16,96	7,95
К-13780, плёнчатый «Скакун», Московская область	8,68	14,51	5,27
К 15275, голозёрный «Першерон», Кировская область	9,09	17,77	6,70
К-15754, Голозерный «Багет», Кировская область	7,97	15,74	6,95
Усреднённые данные	13,5	13,3	4,7

Таблица 6.

Основные физико-химические показатели исследуемых образцов ячменя.

Сорт	Массовая доля влаги, %	Массовая доля протеина на а.с.в.,%	Массовая доля жира на а.с.в., %
1	2	3	4
К-30314, плёнчатый «Суздавец», Московская Область	9,10	10,24	4,00
К-31125, голозёрный «Нудум 95», Челябинская Область	8,99	16,24	2,80
К-31419, голозёрный «Омский голозёрный 4», Омская область	9,27	14,67	5,46
К-30457, плёнчатый «Inari Nutans», Финляндия	9,10	12,26	2,33
Усреднённые данные	14,0; Не более 14,5% по ГОСТ 28672-90	13,37	2,35

зерна с повышенным содержанием белковой и липидной составляющей.

Проведенное исследование позволяют рекомендовать в качестве сырья для производства овсяной основы сорта «Самсон 57» и «Першерон», содержание белка в которых доходит до 17-18% на абсолютно сухое вещество зерна, а жира – до 7-8%. При этом для зерна этих сортов характерны достаточно высокая физическая (не менее 1430 кг/м³) и насыпная (не менее 680 кг/м³) плотности (Таблица 2 и Таблица 5).

Изучение показателей отобранных сортов ячменя выявило целесообразность использования в качестве сырья для производства ячменной основы сортов «Нудум 95» и «Омский голозёрный 4», содержание белка в которых достигает 14-16% на абсолютно сухое вещество зерна, а жира – 2,8-5,5%. К тому же у зерна вышеуказанных сортов достаточно высокая физическая (не менее 1470 кг/м³) и насыпная (не менее 750 кг/м³) плотности (Таблица 4 и Таблица 6).

Выводы

В результате проведенного изучения отобраны два голозёрных сорта овса («Самсон 57» и «Першерон») и два сорта ячменя («Нудум 95» и «Омский голозёрный 4»), характеризующиеся повышенным содержанием белка и жира, повышенной плотностью и достаточным размером зёрен. Показатели отобранных голозёрных сортов ячменя и овса превышают стандартные геометрические и физические показатели зерновых, зерно данных сортов обладает необходимыми биохимическими

свойствами и может быть использовано как основа для разработки технологий получения белково-липидно-углеводных композиций из зернового сырья со сбалансированным нутриентным составом для последующего использования в специализированном и массовом, в т.ч. детском питании.

Литература

- Баталова, Г. А., & Шевченко, С. Н. (2018). Некоторые результаты селекции голозерного овса для европейской территории России. *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*, 20(2), 198-203.
- Баталова, Г. А. (2014). Перспективы и результаты селекции голозёрного овса. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 2, 64-69.
- Бульон, В. В., Малышкин, К. А., Хныченко, Л. К., Гапонова, Л. В., & Лаптева, Е. Н. (1994). Фармако- и диетотерапия алиментарной дистрофии в эксперименте. В *Актуальные вопросы экспериментальной и клинической фармакологии* (с. 23-24). Смоленск: Саратовский государственный медицинский институт.
- Гаврилюк, И. П., Губарева, Н. К., Перчук, И. Н., Алпатьева, Н. В., Мартыненко, Н. М., Лоскутов, И. Г., & Красильников, В. Н. (2013). Овес в безглютеновом питании. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*, 171, 269-270.
- Гагкаева, Т. Ю., Гаврилова, О. П., Лоскутов, И. Г., Блинова, Е. В., Аникина, Л. В. (2012). Характеристика образцов овса по устойчивости к фузариозу. *Каталог мировой коллекции ВИР*, 808, 58.
- Гапонова, Л. В., Полежаева, Т. А., Матвеева, Г. А., Ловцова, Л. Б., Степанова, А. П., & Гапоно-

- ва, О. М. (2013). Роль зернобобовых продуктов и масличного сырья в решении актуальности проблем школьного питания. *Пищевая промышленность*, 12, 24-28.
- Гапонова, Л. В., Полежаева, Т. А., Тарасова, Л. И., Тагиева, Т. Г., & Матвеева, Г. А. (2019). Основные аспекты специализированного питания детей с пищевой аллергией и непереносимостью в детском саду. В *Пища. Экология. Качество: Сборник материалов XVI Международной научно-практической конференции* (т. 1, с. 186-190). Барнаул: Алтайский государственный университет.
- Гапонова, Л. В., Полежаева, Т. А., & Матвеева, Г. А. (2019). Использование зернобобового и орехового сырья в технологии специализированных продуктов для профилактики и лечения аллергических заболеваний. *Пищевая промышленность: Наука и технологии*, 12(3), 49-55.
- Иванова, Ю. С., Лоскутов, И. Г., Фомина, М. Н., & Блинова, Е. В. (2018). Геометрическая характеристика зерна голозерных сортов овса в зоне Северного Зауралья. *Каталог мировой коллекции ВИР*, 854, 36.
- Иванова, Ю. С., Фомина, М. Н., & Лоскутов, И. Г. (2018). Биохимические показатели качества зерна у коллекционных образцов овса голозерного в условиях северной лесостепи. *Достижения науки и техники АПК*, 32(6), 38-41. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-106090>
- Исачкова, О. А., & Ганичев, Б. Л. (2012). Крупность зерна сортообразцов голозерного овса в условиях северной лесостепи кемеровской области. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 12, 11-14.
- Кабашов, А. Д., Лоскутов, И. Г., Власенко, Н. М., Лейбович, Я. Г., Маркова, А. С., Филоненко, З. В., & Разумовская Л. Г. (2020). Сорты овса Немчиновской селекции, включенные в Госреестр в последние годы. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*, 181(1), 110-118. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-1-110-118>
- Козлова, Г. Я., & Акимова, О. В. (2009). Сравнительная оценка голозерных и пленчатых сортов овса по основным показателям качества зерна. *Сельскохозяйственная биология*, 5, 87-89.
- Корнен, Н. Н., Викторова, Е. П., & Евдокимова, О. В. (2015). Методологические подходы к созданию продуктов здорового питания. *Вопросы питания*, 84(1), 95-99.
- Красильников, В. Н., Гаврилюк, И. П., Баталова, Г. А., Афонин, Д. В., Попов, В. С., Сергеева, С. С., Лоскутов, И. Г., & Губарева, Н. К. (2017). Пищевые волокна и авенины зерна голозерных сортов овса новой селекции. *Международный научно-исследовательский журнал*, 1, 111-116. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.55.183>
- Лоскутов, И. Г. (2007). Овес (*Avena L.*). *Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность*. СПб.: ВИР.
- Лоскутов, И. Г., Гагкаева, Т. Ю., Гаврилова, О. П., & Блинова, Е. В. (2016). Разнообразие культурного овса по хозяйственно ценным признакам и их связь с устойчивостью к фузариозу. *Вавиловский журнал генетики и селекции*, 20(3), 286-294. <https://doi.org/10.18699/VJ16.151>
- Лоскутов, И. Г., Шеленга, Т. В., Конарев, А. В., Варгач, Ю. И., Пороховинова, Е. А., Блинова, Е. В., Гнутиков, А. А., & Родионов, А. В. (2020). Новый подход к структурированию сортового разнообразия голозерных и пленчатых форм культурного овса (*Avena sativa L.*). *Экологическая генетика*, 18(1), 27-41. <https://doi.org/10.17816/ecogen12977>
- Сидоренко, В. С., Наумкин, Д. В., Костромичева, В. А., Старикова, Ж. В., & Ухова, Ф. В. (2016). Перспективы селекции голозерного ячменя и овса в Центральной России. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 1, 78-83.
- Фомина, М. Н., Аверьясова, Ю. С. (2016). Геометрическая характеристика зерна голозерных сортов овса в зоне северной лесостепи Тюменской области. *Аграрная наука Северо-Востока*, 3, 4-9.
- Хныченко, Л. К., Бульон, В. В., Заводская, И. С., Сапронов, Н. С., & Гапонова, Л. В. (2000). Гепато-защитные свойства белков сои и возможность их использования в диетотерапии хронического токсического гепатита. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины*, 3, 283-286.
- Юсова, О. А., & Васюкевич, С. В. (2014). Оценка коллекционных образцов овса по продуктивности и биохимическим показателям в условиях южной лесостепи западной Сибири. *Вестник Алтайского государственного университета*, 7, 33-37.
- Bityutskii, N., Loskutov, I., Yakkonen, K., Konarev, A., Shelenga, T., Khoreva, V., Blinova, E., & Rymin, A. (2019). Screening of *Avena sativa* cultivars for iron, zinc, manganese, protein and oil contents and fat-ty acid composition in whole grains. *Cereal Research Communication*, 48, 87-94. <https://doi.org/10.1007/s42976-019-00002-2>
- Daou, C., & Zhang, H. (2012). Oat beta-glucan: Its role in health promotion and prevention of diseases. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11(4), 355-365. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2012.00189.x>
- Koehler, P., & Wieser, H. (2013). *Chemistry of cereal grains, in handbook on sourdough biotechnology*. Springer Science and Business Media, New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5425-0_2

- Leonova, S., Gnutikov, A., Loskutov, I., Blinova, E., Gustafsson, K.-E., & Olsson, O. (2020). Diversity of avenanthramide content in wild and cultivated oats. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*, 181(1), 30-47. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-1-30-47>
- Leonova, S., Shelenga, T., Hamberg, M., Konarev, A. V., Loskutov, I., & Carlsson, A. S. (2008). Analysis of oil composition in cultivars and wild species of oat (*Avena sp.*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(17), 7983-7991. <https://doi.org/10.1021/jf800761c>
- Liu, K. (2011). Comparison of lipid content and fatty acid composition and their distribution within seeds of 5 small grain species. *Journal of Food Science*, 76(2), 334-342. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.02038.x>
- Meydani, M. (2009). Potential health benefits of avenanthramides of oats. *Nutrition Reviews*, 67(12), 731-735. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2009.00256.x>
- Pawlowska, P., Diowksz, A., & Kordialik-Bogacka, E. (2012). State of the art incorporation of oats into a gluten-free diet. *Food Reviews International*, 28(3), 330-342. <https://doi.org/10.1080/87559129.2012.660715>
- Shvachko, N. A., Loskutov, I. G., Semilet, T. V., Popov, V. S., Kovaleva, O. N., & Konarev, A. V. (2021). Bioactive components in oat and barley grain as a promising breeding trend for functional food production. *Molecules*, 26, Article 2260. <https://doi.org/10.3390/molecules26082260>
- Singh, R., De, S., & Belkheir, A. (2013). *Avena sativa* (Oat), a potential nutraceutical and therapeutic agent: an overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(2), 126-144. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.526725>
- Stewart, D., & McDougall, G. (2014). Oat agriculture, cultivation and breeding targets: implications for human nutrition and health. *British Journal of Nutrition*, 112, 50-57. <https://doi.org/10.1017/S0007114514002736>

Selection of Oats and Barley Varieties for the Production of Protein-lipid-carbohydrate Compositions with a Balanced Nutrient Composition

Lilia V. Gaponova

Vniizhirov

10 Chernyakhovsky str., Saint Petersburg, 191118

E-mail: dietotherapy@vniig.org, lilia.gaponova@yandex.ru

Tatiana A. Polezhaeva

Vniizhirov

10 Chernyakhovsky str., Saint Petersburg, 191118

E-mail: polezhaevata@yandex.ru

Galina A. Matveeva

Vniizhirov:

10 Chernyakhovsky str., Saint Petersburg, 191118

E-mail: galinamatveeva57@mail.ru

Elena V. Blinova

VIR

42-44 Bolshaya Morskaya str., Saint Petersburg, 190000

E-mail: blinova.blinovalena2015@yandex.ru

Igor G. Loskutov

VIR

42-44 Bolshaya Morskaya str., Saint Petersburg, 190000

E-mail: i.loskutov@vir.nw.ru

The special role in the technology of specialized products and baby food products belongs to grain crops, which make up a significant part of the raw materials of food and processing industry enterprises. The most promising raw materials for the production of protein-lipid compositions among grain crops are such widespread and important crops in the Russian Federation as oats and barley, due to their ability to form cost-effective, stable grain yields in a wide range of soil and climatic conditions. The genetic potential of the variety largely determines the level of yield and product quality. In this regard, the selection of naked oats and barley is relevant, which has a grain of valuable quality and is more technologically advanced in processing compared to film. The material for this study was 27 varieties of barley and oats (naked and filmy subspecies) from the world collection of the Federal Research Center of the All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N.I. Vavilov (VIR). The geometric characteristics of the grain in barley and oat varieties were measured and calculated (linear dimensions, external surface area, sphericity, grain volume, the ratio of grain volume to the external surface area), grain characteristics related to density were determined (physical density, bulk density (nature), mass and volume of 1000 seeds); the moisture content, protein and fat in oat and barley grains were studied. As a result of the study, two naked varieties of oats ("Samson 57" and "Percheron") and two varieties of barley ("Nudum 95" and "Omsk naked 4") were selected. They were characterized by an increased protein and fat content, increased density and sufficient grain size. The indicators of the isolated naked varieties of barley and oats exceed the standard geometric and physical grain indicators and have the biochemical properties necessary to obtain protein-lipid-carbohydrate compositions from grain raw materials with a balanced nutrient composition for subsequent use in specialized and mass, including baby food.

Keywords: grain, oat, barley, selection, raw materials, functional and children food products, protein-lipid-carbohydrate compositions

Reference

- Batalova, G. A. (2014). Perspektivy i rezul'taty selektsii golozernogo ovsa [Prospects and results of naked oat breeding]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* [Legumes and Cereal Crops], 2, 64-69.
- Batalova, G. A., & Shevchenko, S. N. (2018). Nekotorye rezul'taty selektsii golozernogo ovsa dlya evropeiskoi territorii Rossii [Some results of naked oat breeding for the European territory of Russia]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk* [Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences], 20(2), 198-203.
- Bul'on, V. V., Malyshkin, K. A., Khnychenko, L. K., Gaponova, L. V., & Lapteva, E. N. (1994). Farmakoi dietoterapiya alimentarnoi distrofii v eksperimente [Pharmaco- and diet therapy of alimentary dystrophy in experiment]. In *Aktual'nye voprosy eksperimental'noi i klinicheskoi farmakologii* [Topical issues of experimental and clinical pharmacology] (pp. 23-24). Smolensk: Saratovskii gosudarstvennyi meditsinskii institut.
- Fomina, M. N., Aver'yasova, Yu. S. (2016). Geometricheskaya kharakteristika zerna golozernykh sortov ovsa v zone severnoi lesostepi Tyumenskoi oblasti [Geometrical characteristics of the grain of naked oat varieties in the zone of the northern forest-steppe of the Tyumen region]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* [Agricultural science of the Euro-North-East], 3, 4-9.
- Gagkaeva, T. Yu., Gavrilova, O. P., Loskutov, I. G., Blinova, E. V., Anikina, L. V. (2012). Kharakteristika obraztsov ovsa po ustoychivosti k fuzariozu [Characteristics of oat samples for resistance to Fusarium]. *Katalog mirovoi kolleksii VIR* [Catalog of the world collection All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N. I. Vavilov], 808, 58.
- Gaponova, L. V., Polezhaeva, T. A., Tarasova, L. I., Tagieva, T. G., & Matveeva, G. A. (2019). Osnovnye aspekty spetsializirovannogo pitaniya detei s pishchevoi allergiei i neperenosimost'yu v detskom sadu [The main aspects of specialized nutrition for children with food allergies and intolerances in kindergarten]. In *Pishcha. Ekologiya. Kachestvo: Sbornik materialov XVI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii* [Food. Ecology. Quality: Proceedings of the XVI International Scientific and Practical Conference] (vol. 1, pp. 186-190). Barnaul: Altaiskii gosudarstvennyi universitet.
- Gaponova, L. V., Polezhaeva, T. A., & Matveeva, G. A. (2019). Ispol'zovanie zernobobovogo i orekhovogo syr'ya v tekhnologii spetsializirovannykh produktov dlya profilaktiki i lecheniya allergicheskikh zabolevanii [The use of leguminous and nut raw materials in the technology of specialized products for the prevention and treatment of allergic diseases]. *Pishchevaya promyshlennost': Nauka i tekhnologii* [Food Industry: Science and Technology], 12(3), 49-55.
- Gaponova, L. V., Polezhaeva, T. A., Gaponova, O. M., & Matveeva, G. A. (2014). Bezlaktoznye bezglyutenovye produkty na zernobobovoi osnove dlya pitaniya lyudei s tseliakiei i laktoznoi nedostatochnost'yu [Lactose-free, gluten-free, legume-based foods for people with celiac disease and lactose intolerance]. *Eksperimental'naya i klinicheskaya gastroenterologiya* [Experimental and Clinical Gastroenterology], 105(5), 47-48.
- Gaponova, L. V., Polezhaeva, T. A., Matveeva, G. A., & Lisitsyn, D. A. (2017). Deserty na zernobobovoi osnove v pitanii bol'nykh s neperenosimost'yu komponentov korov'ego moloka i tseliakiei [Desserts based on legumes in the nutrition of patients with intolerance to cow's milk components and celiac disease]. *Gastroenterologiya Sankt-Peterburga* [Gastroenterology of St. Petersburg], 1, 72-72b.
- Gaponova, L. V., Polezhaeva, T. A., Matveeva, G. A., Lovtsova, L. B., Stepanova, A. P., & Gaponova, O. M. (2013). Rol' zernobobovykh produktov i maslichnogo syr'ya v reshenii aktual'nosti problem shkol'nogo pitaniya [The role of leguminous products and oilseeds in solving the urgency of school meals]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food Industry], 12, 24-28.
- Gaponova, L. V., Polezhaeva, T. A., Volotovskaya, N. V., Kuz'min, A. L., & Matveeva, G. A. (2006). Kontsentraty na osnove zlakovykh dlya lechebnogo pitaniya detei i vzroslykh, stradayushchikh neperenosimost'yu korov'ego moloka [Cereal-based concentrates for therapeutic nutrition of children and adults suffering from cow's milk intolerance]. *Gastroenterologiya Sankt-Peterburga* [Gastroenterology of St. Petersburg], 1-2, 31.
- Gaponova, L. V., Polezhaeva, T. A., Zabolalova, L. A., Volotovskaya, N. V., & Kuz'min, A. L. (2005). Adaptirovannye spetsializirovannye smesi s izolyatom soevogo belka v pitanii detei s pishchevoi neperenosimost'yu [Adapted specialized formulas with soy protein isolate in the nutrition of children with food intolerance]. *Gastroenterologiya Sankt-Peterburga* [Gastroenterology of St. Petersburg], 1-2, 28.
- Gavrilyuk, I. P., Gubareva, N. K., Perchuk, I. N., Alpat'eva, N. V., Martynenko, N. M., Loskutov, I. G., & Krasil'nikov, V. N. (2013). Oves v bezglyutenovom pitanii [Oats in a gluten-free diet]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii* [Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding], 171, 269-270.
- Isachkova, O. A., & Ganichev, B. L. (2012). Krupnost' zerna sortoobraztsov golozernogo ovsa v uslovi-

- yakh severnoi lesostepi kemerovskoi oblasti [Grain size of bare-grained oat varieties in the conditions of the northern forest-steppe of the Kemerovo region]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Bulletin of the Altai State Agrarian University], 12, 11-14.
- Ivanova, Yu. S., Fomina, M. N., & Loskutov, I. G. (2018). Biokhimicheskie pokazateli kachestva zerna u kollektсионnykh obraztsov ovsa golozer-nogo v usloviyakh severnoi lesostepi [Biochemical indicators of grain quality in collection samples of naked oats in the conditions of the northern forest-steppe]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Achievements of science and technology of the agro-industrial complex], 32(6), 38-41. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-106090>
- Ivanova, Yu. S., Loskutov, I. G., Fomina, M. N., & Blinova, E. V. (2018). Geometricheskaya kharakteristika zerna golozerных сортов овса в зоне Северного Зурал'я [Geometric characteristics of the grain of naked oat varieties in the zone of the Northern Trans-Urals]. *Katalog mirovoi kollekt-sii VIR* [Catalog of the world collection All-Russian Institute of Plant Genetic Resources named after N. I. Vavilov], 854, 36.
- Kabashov, A. D., Loskutov, I. G., Vlasenko, N. M., Leibovich, Ya. G., Markova, A. S., Filonenko, Z. V., & Razumovskaya L. G. (2020). Sorta овса Nemchinovskoi selektsii, vklyuchennye v Gosreestr v poslednie gody [Oat varieties of Nemchinov breeding, included in the State Register in recent years]. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selektsii* [Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding], 181(1), 110-118. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-1-110-118>
- Khnychenko, L. K., Bul'on, V. V., Zavodskaya, I. S., Saponov, N. S., & Gaponova, L. V. (2000). Gepato-zashchitnye svoystva belkov soi i vozmozhnost' ikh ispol'zovaniya v dietoterapii khronicheskogo toksicheskogo gepatita [Hepato-protective properties of soy proteins and the possibility of their use in the diet therapy of chronic toxic hepatitis]. *Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny* [Bulletin of Experimental Biology and Medicine], 3, 283-286.
- Kornen, N. N., Viktorova, E. P., & Evdokimova, O. V. (2015). Metodologicheskie podkhody k sozdaniyu produktov zdorovogo pitaniya [Methodological approaches to the creation of healthy food products]. *Voprosy pitaniya* [Nutrition Issues], 84(1), 95-99.
- Kozlova, G. Ya., & Akimova, O. V. (2009). Sravnitel'naya otsenka golozerных i plenchatykh sortov овса po osnovnym pokazatelyam kachestva zerna [Comparative evaluation of naked and filmy varieties of oats according to the main indicators of grain quality]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* [Agricultural Biology], 5, 87-89.
- Krasil'nikov, V. N., Gavrilyuk, I. P., Batalova, G. A., Afonin, D. V., Popov, V. S., Sergeeva, S. S., Loskutov, I. G., & Gubareva, N. K. (2017). Pishchevye volokna i aveniny zerna golozerных сортов овса novoi selektsii [Dietary fibers and avenins in grains of naked oat varieties of a new selection]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal* [International Research Journal], 1, 111-116. <https://doi.org/10.23670/IRJ.2017.55.183>
- Loskutov, I. G. (2007). Oves (*Avena L.*). *Rasprostranenie, sistematika, evolyutsiya i selektsionnaya tsennost'* [Distribution, taxonomy, evolution and breeding value]. S-Petersburg: VIR.
- Loskutov, I. G., Gagkaeva, T. Yu., Gavrilova, O. P., & Blinova, E. V. (2016). Raznoobrazie kul'turnogo овса po khozyaistvenno tsennym priznakam i ikh svyaz' s ustoichivost'yu k fuzariozu [Variety of cultivated oats according to economically valuable traits and their relationship with resistance to Fusarium]. *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii* [Vavilov Journal of Genetics and Breeding], 20(3), 286-294. <https://doi.org/10.18699/VJ16.151>
- Loskutov, I. G., Shelenga, T. V., Konarev, A. V., Vargach, Yu. I., Porokhvinova, E. A., Blinova, E. V., Gnutikov, A. A., & Rodionov, A. V. (2020). Novyi podkhod k strukturirovaniyu sortovogo raznoobraziya golozerных i plenchatykh form kul'turnogo овса (*Avena sativa L.*) [A new approach to structuring the varietal diversity of naked and filmy forms of cultivated oats (*Avena sativa L.*)]. *Ekologicheskaya genetika* [Environmental Genetics], 18(1), 27-41. <https://doi.org/10.17816/ecogen12977>
- Sidorenko, V. S., Naumkin, D. V., Kostromicheva, V. A., Starikova, Zh. V., & Ukhova, F. V. (2016). Perspektivy selektsii golozerного yachmenya i овса v Tsentral'noi Rossii [Prospects for selection of naked barley and oats in Central Russia]. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury* [Legumes and Cereal Crops], 1, 78-83.
- Yusova, O. A., & Vasyukevich, S. V. (2014). Otsenka kollektсионnykh obraztsov овса po produktivnosti i biokhimicheskim pokazatelyam v usloviyakh yuzhnoi lesostepi zapadnoi Sibiri [Evaluation of collection samples of oats in terms of productivity and biochemical parameters in the conditions of the southern forest-steppe of Western Siberia]. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo universiteta* [Bulletin of the Altai State University], 7, 33-37.
- Bityutskii, N., Loskutov, I., Yakkonen, K., Konarev, A., Shelenga, T., Khoreva, V., Blinova, E., & Rymin, A. (2019). Screening of *Avena sativa* cultivars for iron, zinc, manganese, protein and oil contents and fat-ty acid composition in whole grains. *Cereal*

- Research Communication*, 48, 87-94. <https://doi.org/10.1007/s42976-019-00002-2>
- Daou, C., & Zhang, H. (2012). Oat beta-glucan: Its role in health promotion and prevention of diseases. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 11(4), 355-365. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2012.00189.x>
- Koehler, P., & Wieser, H. (2013). *Chemistry of cereal grains, in handbook on sourdough biotechnology*. Springer Science and Business Media, New York. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5425-0_2
- Leonova, S., Gnutikov, A., Loskutov, I., Blinova, E., Gustafsson, K.-E., & Olsson, O. (2020). Diversity of avenanthramide content in wild and cultivated oats. *Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding*, 181(1), 30-47. <https://doi.org/10.30901/2227-8834-2020-1-30-47>
- Leonova, S., Shelenga, T., Hamberg, M., Konarev, A. V., Loskutov, I., & Carlsson, A. S. (2008). Analysis of oil composition in cultivars and wild species of oat (*Avena sp.*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(17), 7983-7991. <https://doi.org/10.1021/jf800761c>
- Liu, K. (2011). Comparison of lipid content and fatty acid composition and their distribution within seeds of 5 small grain species. *Journal of Food Science*, 76(2), 334-342. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.02038.x>
- Meydani, M. (2009). Potential health benefits of avenanthramides of oats. *Nutrition Reviews*, 67(12), 731-735. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2009.00256.x>
- Pawlowska, P., Diowksz, A., & Kordialik-Bogacka, E. (2012). State of the art incorporation of oats into a gluten-free diet. *Food Reviews International*, 28(3), 330-342. <https://doi.org/10.1080/87559129.2012.660715>
- Shvachko, N. A., Loskutov, I. G., Semilet, T. V., Popov, V. S., Kovaleva, O. N., & Konarev, A. V. (2021). Bioactive components in oat and barley grain as a promising breeding trend for functional food production. *Molecules*, 26, Article 2260. <https://doi.org/10.3390/molecules26082260>
- Singh, R., De, S., & Belkheir, A. (2013). *Avena sativa* (Oat), a potential nutraceutical and therapeutic agent: an overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(2), 126-144. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.526725>
- Stewart, D., & McDougall, G. (2014). Oat agriculture, cultivation and breeding targets: implications for human nutrition and health. *British Journal of Nutrition*, 112, 50-57. <https://doi.org/10.1017/S0007114514002736>