

ПЕРСПЕКТИВЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ГОЛОЗЕРНОГО ОВСА

Г.А. БАТАЛОВА, профессор, доктор сельскохозяйственных наук, член-корр. РАСХН
НИИСХ Северо-Востока, г. Киров
E-mail: g.batalova@mail.ru

Привлечение в селекцию пленчатого овса голозерных форм и развитие селекции голозерного овса имеет важное значение в повышении качества питания людей и при откорме животных. С использованием голозерного образца Адам (Польша) из генофонда ВИР был создан сорт голозерного овса Вятский. Сорт Вятский сформировал урожайность на 0,66 т/га выше стандарта - сорта Тюменский голозерный в среднем за 2005...2006 гг. изучения на ГСУ Кировской области. Максимальная прибавка получена на Яранском ГСУ по предшественнику клевер - 1,35 т/га. Голозерный овес Першерон получен с привлечением в скрещивания в качестве материнской формы голозерного образца ОА 503/1 (Канада), отцовской – пленчатого сорта Улов (Россия). Для стабилизации голозерности в процессе селекции применили полевую и лабораторную браковки (негативный отбор) по пленчатости в F₄ - F₅ и последующих поколениях.

Ключевые слова: овес голозерный, сорт, качество зерна, урожайность, голозерность.

В посевах России, как и в мире, распространен овес пленчатый. Голозерные формы посевного овса являются по сути новой в земледелии культурой. В РФ начало внедрения сортов овса голозерного относится к 2000 г., когда был включен в Госреестр сорт Тюменский голозерный (НИИСХ Северного Зауралья). В настоящее время допущено в производство 10 сортов овса голозерного, из них только сорта Вятский, Першерон (НИИСХ Северо-Востока, Фаленская СС), Владыка (Беларусь) и Тюменский голозерный включены в Госреестр для регионов европейской территории страны.

Урожайный потенциал голозерного овса составляет 5,5-6,0 т/га. Одной из причин пониженной, по сравнению с пленчатыми генотипами, урожайности у голозерного овса является низкая масса 1000 зерен (26-30 г), в связи с отсутствием пленки [1, 2]. Однако выход крупы из голозерных сортов овса составляет 99,2 %, а из пленчатых только 71,5 %. В результате урожай крупы овса голозерного равен 4891 кг/га, пленчатого – 4867 кг/га [3]. Выход овсяных хлопьев при урожайности голозерного овса на уровне ядра пленчатых генотипов на 27-28 % выше, чем у пленчатых. Пленчатость важна в определении качества зерна, т.к. пленки имеют низкую питательную ценность. Снижение пленчатости – лучший способ повышения качества как продовольственного, так и фуражного зерна овса.

Крупа и хлопья из голозерного овса имеют лучшие вкусовые качества по сравнению с таковыми у пленчатых сортов. Изготовление пищевых концентратов из овса голозерного упрощает процесс производства, увеличивает выход готовой продукции на 20...25 % и снижает ее себестоимость. Он имеет более высокую питательную и энергетическую ценность при использовании на кормовые цели [4]. При кормлении поросят голозерным овсом денежный доход от каждого килограмма прироста живой массы выше на 3...5 % по сравнению с шелушенным пленчатым овсом. Включение голозерного овса в рационы кур-несушек до 40 % обеспечивает дополнитель-

ную прибыль до 250 долларов в расчёте на 1000 голов и позволяет заменить зерна кукурузы и пшеницы [5, 6]. Считается, что голозерный овес может стать культурой альтернативой кукурузе в северных регионах, где она не возделывается на зерно. Несомненным достоинством голозерного овса является его устойчивость к осыпанию [2, 4].

Интерес к возделыванию и использованию овса без пленки значительно возрос в последние годы в большинстве стран мира. Это связано с диетическими и лечебно-профилактическими свойствами зерна. Безусловным преимуществом голозерного овса является более высокое процентное содержание белка (до 20,2 % и более), масла (до 7 % и более), аминокислот (лизина и аргинина) по сравнению с плёнчатыми формами [Белкина Р.И., Марикова М.И. 2009.]. Белок его имеет наибольшую биологическую ценность среди зерновых культур [7].

Для зерна овса характерно высокое содержание наиболее биологически ценных белковых фракций. Доминирующими фракциями являются глобулины и глютелины [Рядчиков В.Г., 1978]. По сравнению с пшеницей, рожью и ячменем белок овса наиболее сбалансирован по аминокислотному составу, легко усваивается организмом, отличается от белка пшеницы и ячменя повышенным содержанием аминокислот: лизин, валин, цистин, лейцин и другие [Митрофанов А.С., Митрофанова К.С., 1972; Robbins G.S., Pomeranz I., Briggie L.W. , 1971.]. Голозерные сорта отличаются от плёнчатых меньшим количеством спирторастворимых белков, что также свидетельствует о лучшей сбалансированности белка голозерных форм по аминокислотному составу. Белковый комплекс зерна плёнчатого овса представлен в основном низкомолекулярными белками (альбумины и глобулины) – 38,3...40,7 %, у голозерного преобладают глютелины – 47,3...50,4 % [Козлова Г.Я., Акимова О.В. , 2009.].

Проблемой современного мира является целиакия – генетически обусловленное хроническое заболевание, для которого характерна непереносимость белков глютена пшеницы, ржи и ячменя. Частота заболевания в различных регионах мира достигает 6 %. Этой болезни подвержено также до 10 % людей, болеющих сахарным диабетом первого типа. Основным методом лечения является пожизненная диета, при которой исключаются все продукты, в которых они встречаются. Одним из путей решения данной проблемы является использование овсяных продуктов, поскольку овес в отличие от пшеницы, ржи, ячменя и ряда других культур имеет в семенах второй запасной белок – глобулин. Больные целиакией могут употреблять овсяных продуктов из расчета 100 г сухого овса в день без каких-либо проблем. Отсутствие аллергенных свойств у овсяных продуктов позволяет расширять сортимент изделий, не имеющих противопоказаний при аглютеновой диете. По мнению ученых Всероссийского института растениеводства и Санкт-Петербургского медико-генетического центра, больные целиакией могут разнообразить свой безглютеновый рацион продуктами из овса. Главное достоинство овсяных продуктов – лечебно-профилактические и функциональные свойства, возможность применения в питании как больных, так и здоровых людей. В ряде стран Европы и США приняты Национальные программы по овсу. По имеющимся в открытой печати данным, реализация такой программы в Финляндии, наряду с программой по ржи, при полной поддержке государства позволила увеличить продолжительность жизни населения на 10 лет. В Финляндии потребление овсяного цельнозернового хлеба в 40 раз выше, чем в других странах Европы.

В сравнении с другими хлебными злаками зерно овса содержит в 2...3 раза больше жиров (3...11 %). Жир овса обладает высокой энергетической ценностью, благоприятным соотношением жирных кислот - низкое содержание линоленовой (18 : 3) и высокое олеиновой (18 : 1) и ли-

нолевой (18 : 2), имеет высокий уровень содержания антиоксидантов, отличается высокой перевариваемостью, хорошо усваивается организмом [Баталова Г.А., 2008; Лоскутов И.Г., Хорева В.И., Блинова Е.В., 2008; Kalbasi-Ashnfrri A., Hammond E.G., 1997; Peterson D.M., Wood D.F., 1997]. Зерно овса – один из источников витамина Е (токоферола), который важен для нормальной деятельности органов воспроизводства, является антиокислителем, препятствует образованию свободных радикалов в оболочках клеток и сосудов, предупреждает отложение холестерина.

В последнее время повысился интерес к овсу как средству борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями, повышенным содержанием холестерина в крови, заболеваниями органов желудочно-кишечного тракта. Крахмал овса значительно отличается от крахмала других зерновых, а β-глюкан, входящий в углеводный комплекс овсяной муки, способствует снижению уровня холестерина в сыворотке крови.

Как отмечалось ранее, привлечение в селекцию пленчатого овса голозерных форм и развитие селекции голозерного овса имеет важное значение в повышении качества питания людей и при откорме животных. Первый этап селекции голозерного овса в НИИСХ Северо-Востока и Фаленской селекционной станции относится к 60-м годам XX века, когда были созданы сорта Любимец и Пионер. Однако в силу низкой, относительно сортов пленчатого овса, урожайности, отсутствия достаточной информации по биологии культуры, ее требованиях к технологии и условиям возделывания сорта голозерного овса не были востребованы в производстве, а исследования были прекращены. Селекцию возобновили в 1994 г., когда изменились социально-экономические условия сельскохозяйственного производства, повысились требования к качеству питания населения. Голозерный овес стал востребован для производства продуктов детского, диетического, функционального питания, а современные машинные технологии обеспечили создание благоприятных условий для получения достаточно высоких урожаев качественного зерна. Наряду с этим селекционным путем была повышена урожайность и качество зерна голозерного овса.

Начало второго этапа связано с изучением и подбором исходного материала, использованием многократного ступенчатого индивидуального отбора, с негативными браковками по голозерности, выравненности и крупности зерна, с применением метода внутри- и межвидовой гибридизации. С привлечением в качестве исходного материала голозерного образца Adam (Польша) из генофонда ВИР был создан сорт голозерного овса Вятский, который включен в Государственный реестр сортов, допущенных к использованию в производстве с 2007 г. Овес Вятский характеризуется комплексом хозяйственно ценных признаков. Сорт превысил по урожайности (4,89 т/га) в среднем за годы конкурсного испытания (2001-2004) стандарт Тюменский голозерный на 0,45 т/га. В экологическом испытании Татарского НИИСХ урожайность составила 4,32 т/га, что превосходит стандарт на 0,8 т/га. По данным филиала госкомиссии по сортоиспытанию в Кировской области, овес Вятский сформировал урожайность на 0,66 т/га выше стандарта - сорта Тюменский голозерный в среднем за 2005...2006 гг. Максимальный сбор зерна 4,65 т/га отмечен на Яранском ГСУ по предшественнику клевер, где средняя прибавка составила 1,35 т/га. Вятский имел повышенную натуру зерна 618-647 г/л, массу 1000 зерен до 30,1 г, при 578 г/л и 25,7 г у стандарта соответственно, был устойчив к осыпанию и полеганию, содержание белка в зерне составило 16,71 %, жира - 4,38 %.

С 2013 г. допущен в производство новый сорт голозерного овса Першерон. Для получения продуктивного генотипа и увеличения крупности зерна в скрещивания 1999 г. привлекали в качестве материнской формы достаточно крупнозерный голозерный образец ОА 503/1 (Канада), отцовской – пленчатый урожайный сорт Улов (Россия) раннего срока созревания. Скрининг голозерных элит провели в 2002 г. (F_3). Поскольку в F_3 еще высок уровень гетерозиготности, а для большинства генотипов овса характерна не полная голозерность в $F_4 - F_5$ отборов наблюдали расщепление: от метелок с абсолютно голозерными колосками до смешанного типа (на одной метелке присутствуют голозерные и пленчатые колоски). Для стабилизации голозерности применили ежегодную полевую и лабораторную браковки (негативный отбор) по пленчатости в $F_4 - F_5$ и последующих поколениях (до 2008 гг.). В 2009 г. на государственное испытание передали голозерную линию 391h02 – сорт Першерон. Новый сорт сочетает урожайность 5,3 - 6,0 т/га, массу 1000 зерен 26-29 г с высоким качеством зерна (белок – 16,58%, жир – 5,62 %, натура – 642 г/л), устойчивостью к полеганию и осыпанию, повреждению шведской мухой, имеет полевую устойчивость к поражению корневыми гнилями.

В настоящее время НИИСХ Северо-Востока и Фаленская СС являются практически основными учреждениями ведущими селекцию голозерного овса для европейской территории России. Основные направления селекционно-генетического улучшения овса голозерного: повышение урожайности и качества зерна (белок, жир, крахмал и др.), минимализация негативных признаков (снижение выщепления пленчатого зерна, опушенности и разнокачественности зерна по крупности, повышение массы 1000 зерен), селекция на устойчивость и толерантность к болезням и вредителям, оптимизация морфотипа растения, повышение эффективности фотосинтеза.

Следует отметить, что голозерность редко бывает полной, почти все сорта голозерного овса имеют небольшую долю пленчатых зерен. У овса она наследуется комплексно с многоцветковостью колоска, его удлинненностью (в форме сережки), отсутствием остей и дорсального опушения. Ген *N-1* контролирует прикрепление пленки к зерновке. В доминантном гомозиготном состоянии он обуславливает голозерность, в рецессивном (*nn*) – пленчатый тип. Три дополнительных гена (*N-2*, *N-3*, *N-4*) взаимодействуют с *N-1* и их совместное действие (комбинированный эффект) определяет степень голозерности овса [8]. Вторичные по значению гены *N-2* и *N-3*, в доминантном гомозиготном состоянии усиливающие эффект главного гена, проявляют неполное доминирование. Модифицирующий ген *N-4* в доминантном гомозиготном состоянии при гетерозиготности по главному гену определяет пленчатое зерно. В рецессивном состоянии он гипостатичен к любому другому доминантному аллелю [Jenkins G., 1968].

С другой стороны, на проявление голозерности влияют условия окружающей среды. Имеются данные, что степень голозерности при раннем посеве выше, чем при позднем. Одной из причин этого является то, что овес позднего срока сева развивается при более высоких температурах, кроме того, чем больше продолжительность светового дня, тем выше степень голозерности. В тоже время, имеются данные, что прохладные условия перед выметыванием также приводят к формированию более пленчатого зерна по сравнению с умеренными температурами. Доля пленчатых зерен зависит от условий вегетационного периода, в частности от суммы осадков. Процент пленчатых зерен в зависимости от погодных условий и сортовых особенностей колеблется от 0,4 до 2,3 % [4, 9]. Так, в условиях засухи 2010 и 2013 гг. в Кировской области не наблюдали проявления пленчатости в посевах голозерных сортов овса. Часто за пленчатое зерно принимают «псевдопленчатое» – голое не вымолоченное комбайном при уборке зерно. Это мо-

жет быть связано с ранним сроком уборки, когда в нижних поздно цветущих колосках зерно не достигает спелости необходимой для хорошей вымолочиваемости (16-20 %). Данное явление обусловлено особенностями цветения и созревания метелки овса, которое начинается с верхних колосков и заканчивается колосками нижних веточек метелки. Период цветения отдельной метелки овса составляет 6-8, реже 5 или 10 дней.

Недостатком голозерного овса является незащищенность зародыша от повреждений, что при несоблюдении всех звеньев технологии возделывания, включая сушку, подработку и хранение ведет к снижению всхожести и энергии прорастания семян. Повышенная опушенность зерновки голозерного овса затрудняет процессы посева и уборки.

К биохимическому составу зерна овса современным производством предъявляются различные требования в зависимости от направления использования. В селекции на продовольственные цели следует ориентироваться на высокое содержание в овсе белка и β -глюкокатов, низкое жира. При фуражном использовании овса ценятся пониженное содержание волокон, β -глюкокатов, высокое содержание белка и жира [10]. Признак «содержание жира» в зерне овса полигенный и проявляет неполное доминирование. В исследованиях отмечены аддитивный характер действия генов, высокая наследуемость (70...79 %), тесная положительная связь эффектов ОКС с содержанием жира ($r=0,99$), у гибридов возможна трансгрессия [11, 12]. Есть указания на возможность эффективного скрининга на высокое содержание жира в зерне с F_2 [Frey K.J., Hummond E.G., Lawtence P.K., 1975; Козленко Л.В., 1981]. Считается, что целенаправленная селекция позволит создать масличные сорта овса.

Исследованиями [13] показано, что пониженная урожайность зерна голозерного овса не связана с морфологией цветка и генами голозерности, поэтому голозерность не является препятствием для создания новых высокоурожайных сортов. В питомниках конкурсного испытания НИИСХ Северо-Востока выделены перспективные сорта овса голозерного с урожайностью 5,9-6,6 т/га. У устойчивого к пыльной головне сорта 3h10 дополнительный сбор зерна к стандарту Вятский в среднем за 2012-2013 гг. составил 0,8 т/га. Сорт 9h09 получен методом внутривидовой гибридизации и индивидуального отбора в F_3 с последующим массовым отбором на инфекционном фоне пыльной головни. Сорт не поражается на инфекционном фоне пыльной головней, в условиях естественного фона - корончатой ржавчиной. Высокопродуктивная (1,69-2,0 г) метелка формируется за счет развитой суммарной площади листьев (117,89 см²) и площади флагового листа (36,71 см²).

По данным 2009-2013 гг., урожайность сорта 857h05, полученного с привлечением в скрещивания голозерных генисточников ОА 503-1 (Канада) и Тюменский голозерный (Россия), достигла 6,6 т/га и была на 1,0 т/га выше показателя стандарта – сорта Вятский. Сорт имеет выровненный продуктивный стеблестой, на провокационном фоне гибели растений от повреждения шведской мухой не наблюдается. За годы исследований сорт не поражался ВЖКЯ, поражение фузариозом метелки не превысило 2 %. Достоинствами сорта 766h05 являются высокие масса 1000 зерен (29,0 г) и натура зерна (701 г/л), полевая устойчивость к пыльной головне и ВЖКЯ, фузариозу метелки.

По данным 2008-2013 гг. изучения, перспективный сорт 41h04 на 0,4 т/га превзошел по урожайности сорт Вятский, имел высокое содержание жира в зерне (4,77 %), был устойчив к поражению пыльной головней на естественном инфекционном фоне. В качестве родительских

форм при создании сорта использовали пленчатый сорт Фауст селекции института, характеризующийся устойчивостью к эдафическим стрессам и голозерный образец Naprime (Франция).

Заключение

Необходимо расширение исследований в области биологии и генетики голозерного овса, изучение вопросов физиологии и биохимии с точки зрения селекции культуры на продовольственные и фуражные, использования зерна для глубокой переработки. Это обеспечит в сочетании с разработкой адекватных новым сортам технологий возделывания рост урожайности и качества продукции, расширение ареала распространения голозерного овса.

Литература

1. Āermak B., Moudry J. Comparison of grain yield and nutritive value of naked and husked oats // Agricultural. 1998. №66. P. 90-98.
2. Баталова Г.А. Овес в Волго-Вятском регионе. Киров: Орма, 2013. 288 с.
3. Cleland R. Fusisoccin – unduced growt and hydrogen ion excretion of *Avena colioptiles*: relation to auxin responses // Planta. 1976. №3. P. 201-206.
4. Peltonen-Sainio P., Kirkkary A.-M., Jauhianen L. Characterising strengths, weakness, opportunities and threats in producing naked oat as a novel crop for northern growing conditions // Agricultural and Food Science. 2004. V. 13. №1-2. P. 212-228.
5. Doyle C.J., Valentine J. Naked oats: An assessment of the economic potential for livestock feed in the United Kingdom //Plant varieties and seeds. - 1988 - № 2. - P. 99-108.
6. Халецкий С.П., Сорока С.В., Ковтун В.М., Сорока Л.И., Надточаева С.В., Власов А.Г. Технология получения высокой урожайности овса // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сборник научных материалов, 2-е изд., доп. и перераб. / РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». Минск: ИВЦ Минфина, 2007. С. 158 – 164.
7. Moudry J. The quality of naked oat // Cereals for human health and preventive nutrition. Session II. 1998. P. 91-95.
8. Kibite S., Edny M.J. The inheritance of β -glucan concentration in three oat (*Avena sativa* L.) crosses // Crop Science. 1998. V. 78. N. 2. P. 245-250.
9. Cervenka J. Šlechtění bezplucheho ovsa v ĀSR. MPP a technika skladování obilíí 34. - 1988. - ř. 4. - S. 108-110.
10. Doehlert Douglas C. Quality improvement in oats //J. Crop Prod. – 2002. – V. 5. - № 1-2. - P. 165-189.
11. Baker R.J., McKenzie R.I.H. Heritability of oil content in oats, *Avena sativa* L. // Crop Science. – 1972. – Vol.12. – № 2. – P. 201–202.
12. Youngs V.L., Forsberg R.A. Protein-oil relationship in oats //Crop Sci. - 1979. - V. 19. - №6. - P. 798-802.
13. Burrows V.D., Molnar S.J., Tinker N.A., Marder T., Butler G., and Lybaert A Groat yield of naked and covered oat // Canadian journal of plant science. 2001. V. 81. № 4. P. 727-729.

PERSPECTIVES AND RESULTS OF NAKED OATS BREEDING

G.A. Batalova, professor, doctor of science in agriculture, corresponding member of Russian Academy of Agricultural Sciences, deputy director,

North-East Agricultural Research Institute, Kirov, e-mail: g.batalova@mail.ru

Abstract: *Use of naked forms in breeding of traditional covered oats and as well as development of breeding of naked oats has great importance in increasing of quality of human diet and animal feeding. Naked oat Vyatsky was created with using naked sample Adam (Poland) of VIR's world collection. The variety Vyatsky forms 0.66 t/ha productivity higher than standard Tjumensky in 2005...2006 at State variety testing stations of Kirov region. Maximum additional yield - 1.35 t/ha was obtained at Yaransky station with red clover as forecrop. Naked oat Persheron was created with using of naked sample OA 503/1 (Canada) as maternal component of crossing, and traditional oat Ulov (Russia) as parental component. Negative selection (field and laboratory rejections) by filminess in F_4 - F_5 and next generations was used to stabilizing of the attribute during breeding process.*

Keywords: naked oats, variety, grain quality, productivity, hull-less