

Г.А. Баталова, доктор с.-х. наук, профессор, член-корреспондент РАН,
ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока»
(г. Киров, Россия, ул. Ленина, 166а, (8332) 352804, g.batalova@mail.ru)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИБРИДИЗАЦИИ И ОТБОРА В СЕЛЕКЦИИ ГОЛОЗЕРНОГО ОВСА

Показано, что в селекции голозерного овса, наряду с гибридизацией и последующим отбором, возможно применение отбора как самостоятельного метода селекции. Методом индивидуального отбора, сочетаемого с негативной браковкой по пленчатости, создан сорт овса голозерного Вятский. Овес Вятский сформировал на сортоучастках Кировской области урожайность в среднем за годы ГСИ на 0,66 т/га выше стандарта, имел повышенную натуру зерна – 618-647 г/л, массу 1000 зерен – до 30,1 г, содержание белка в зерне составило 16,71 %, жира – 4,38 %. Урожайность на Яранском ГСУ составила 4,65 т/га, прибавка к стандарту – 1,35 т/га. С привлечением в скрещивания пленчатого овса Улов получен голозерный сорт Першерон. Методология селекции овса Першерон включает создание гибридов от скрещивания голозерной и пленчатой родительских форм, последующий систематический стабилизирующий отбор по голозерности, полевые и лабораторные (негативные) браковки по пленчатости. 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). Аналогичная методология эффективна в селекции овса пленчатого. Изучение характера наследования голозерности гибридами от скрещивания голозерной формы Torch с 5 пленчатыми генотипами свидетельствует о трудности получения константных голозерных форм овса как в прямых, так и обратных сочетаниях пленчатых и голозерных генотипов. Выделение константных пленчатых форм из данных гибридов эффективно, накопление пленчатых форм происходит быстрее, чем голозерных. Показано, что привлечение в скрещивания в качестве материнских форм собственного селекционного материала обеспечивает высокий уровень завязываемости семян (до 52,9-56,7 и 71,9%).

Ключевые слова: овес голозерный, сорт, голозерность, пленчатость, гибридизация, отбор, скрещивания

G.A. Batalova, Doctor of Agricultural Sciences, corresponding member of RAS
FSBRI “RIA of North-East”
(Kirov, Lenin Str., 166a, Vyatka SAA, tel.: (8332) 352804, g.batalova@mail.ru)

USE OF HYBRIDIZATION AND SELECTION OF NAKED OATS

It's shown that it's possible to apply selection as an independent method in naked oats hybridization. The variety of naked oats 'Vyatsky' was hybridized by the independent method together with negative rejection of hull. The variety 'Vyatsky' grown on the variety plots in Kirov region exceeded the standard of productivity on 0,66 t/ha in average. It produced a higher weight of grain 618-647 g/l, mass of 1000 seeds till 30,1 g, with protein content of 16,71% and fat content of 4,38%. The productivity of the variety on the plots in Yaran was 4,65 t/ha, exceeding the standard on 1,35 t/ha. Due to the participation of hulled oats 'Ulov' in hybridization the variety 'Persheron' was cultivated. Methodology of the variety 'Persheron' cultivation includes hybridization of naked and hulled parent forms, further choice on nakedness, field and laboratory rejections on hull. The new variety possesses high productivity (5,3-6,0 t/ha), mass of 1000 seeds (26-29 g), protein (16,58%) and fat (5,62%) content, and grain volume of 642 g/l. the same methodology is efficient for hulled oats cultivation. The study of inheritance of nakedness by the hybrids received from crossbreeding of the naked variety 'Torch' with five hulled genotypes shows the difficulty in selection of constant naked oats either in direct or indirect combinations of hulled and naked genotypes. Hybridization of constant hulled varieties from the given hybrids is efficient and accumulation of hulled forms occurs more often than that of naked ones. It's shown that if own breeding material participates in hybridization as female forms, it gives a high percentage of seed setting (till 52,9-56,7 and 71,9%)

Keywords: *naked oats, variety, nakedness, hulled, hybridization, selection, crossbreeding.*

Овес – одна из древнейших на Земле зерновых культур, пришедшая в Европу из Монголии и Китая в 17 веке до нашей эры. С 7 века его выращивают на территории России. Существенным недостатком распространенного в посевах пленчатого овса является наличие пленки (от 24 до 30 и более процентов), которая негативно отражается на качестве концентрированных кормов для животных. Пригодность овса на переработку также определяется долей пленки. Повышенная пленчатость (более 26%) негативно отражается на натурной массе и выходе ядра. В этом отношении значительный интерес представляет возделывание овса голозерного. Проявление голозерности редко бывает полным, почти все сорта голозерного овса имеют небольшую долю пленчатых зерен [1]. Содержание пленки у различных сортов голозерного овса варьирует от 1 до 6%, у современных селекционных сортов может быть менее 1% [2]. На проявление голозерности влияют условия окружающей среды. Наибольшее влияние оказывает температура. При 25°C проявление голозерности было полным у всех изученных сортов, при 20°C у

нескольких сортов встречались пленчатые зерна, а при 15°C только один сорт имел полную голозерность [3].

Исследования по селекции голозерного овса успешно проводятся в Канаде, Финляндии, Англии, Чехии, других странах, но овес голозерный не получил широкого распространения и по настоящее время. В качестве основной причины приводится низкая, по отношению к пленчатому овсу урожайность. Однако исследования показали, что выход крупы из голозерных сортов составляет 99,2%, из пленчатых - 71,5%, а пониженная урожайность зерна голозерного овса не связана с морфологией цветка и генами голозерности, поэтому голозерность не является препятствием для создания новых высокоурожайных сортов [4]. Изготовление пищевых концентратов из овса голозерного упрощает процесс производства, увеличивает выход готовой продукции на 20-25%, снижает ее себестоимость. Выход овсяных хлопьев из голозерного овса при урожайности на уровне ядра пленчатых генотипов на 27-28% выше, чем из пленчатого [5].

Голозерность у овса обуславливает изменения в накоплении питательных и антипитательных веществ в зерне. При существенном накоплении белка и крахмала, содержание клетчатки снижается в несколько раз, возрастает переваримость протеина и количество минеральных веществ [6]. Для овса голозерного характерно более высокое процентное содержание белка - на 2,1-3,5%, масла (жира) - на 2,5-3,0%, аминокислот (лизина и аргинина). Белковый комплекс пленчатого зерна овса представлен в основном низкомолекулярными белками (альбумины и глобулины) – 38,3-40,7%, у голозерного овса преобладают глютелины – 47,3-50,4% [7, 8]. Голозерные сорта отличаются от пленчатых лучшей сбалансированностью белка по аминокислотному составу.

Овес голозерный является энергетически ценным кормом для сельскохозяйственных животных, особенно овец, свиней, молодняка крупного рогатого скота и птицы. Имеются данные, что голозерный овес может стать культурой, альтернативой кукурузе в северных регионах, где она не может возделываться на зерно [9]. Несомненным достоинством голозерного овса является его устойчивость к осыпанию [10, 11].

Начало селекционной работы с голозерным овсом на Фаленской селекционной станции НИИСХ Северо-Востока относится к шестидесятым годам XX века, когда были созданы сорта Любимец и Пионер. Однако из-за низкой относительно пленчатого овса урожайности, отсутствия достаточной информации по биологии культуры, ее требованиях к технологии и условиям возделывания голозерный овес не был востребован в производстве, а исследования были прекращены. Селекцию возобновили в 1994 г., когда изменились социально-экономические условия сельскохозяйственного производства,

повысились требования к качеству питания населения, а современные технологии обеспечили создание благоприятных условий для получения достаточно высоких урожаев сортов овса без пленки. Наряду с этим селекционным путем была повышена урожайность и качество зерна голозерного овса. В настоящее время в РФ допущены к возделыванию в производстве 10 сортов голозерного овса, среди них сорта Вятский и Першерон селекции НИИСХ Северо-Востока.

Цель исследований: проанализировать методологию селекции овса голозерного, показать возможность создания новых сортов систематическим отбором, сочетанием гибридизации и отбора с привлечением в качестве родительских форм голозерных и пленчатых источников, возможность эффективной селекции голозерных и пленчатых сортов от смешанных гибридов.

Материалы и методы. Исследования проведены в 1995-2013 гг. в НИИСХ Северо-Востока. Местоположение института - Кировская область. Климат области умеренно-континентальный с продолжительной многоснежной и холодной зимой, умеренно тёплым летом. Условия вегетации овса за период исследований варьировали от засушливых (1998, 2002, 2010, 2013 гг.) до избыточно увлажненных (1997, 1999, 2006 гг.), наиболее благоприятными для формирования высокой урожайности были 1996, 2001, 2009, 2011 гг. Почва опытных участков дерново-подзолистая среднесуглинистая, типичная для Волго-Вятского региона. Доля дерново-подзолистых почв составляет в почвенном покрове республик Марий Эл – 79,6%, Удмуртская – 82,0%, Пермского края – 75,0%, Кировской области – 83,0%, Нижегородской – 50,0% [7]. Дерново-подзолистым почвам свойственно низкое естественное плодородие, часто сочетаемое с кислотностью, усугубляемой наличием алюминия (Al^{3+}). В селекции использовали методы отбора и гибридизации с привлечением голозерных и пленчатых источников.

Результаты. Не смотря на разнообразие методов селекции (постгеномные технологии, генетическая трансформация, мутагенез)- классические методы отбора и гибридизации остаются важнейшими, а отбор является не только составляющей любого селекционного процесса, но и не потерял значения как самостоятельный метод создания сортового разнообразия. С применением индивидуального отбора и последующего многократного негативного скрининга по голозерности в НИИСХ Северо-Востока создан из голозерного образца к 14253 Adam (Чехия) сорт голозерного овса Вятский. В 1995 г. в питомнике исходного материала Фаленской селекционной станции на делянке 383 было выделено 16 элитных растений, одно из которых И-2449 стало родоначальником данного сорта.

В период с 1996 по 2000 гг. (питомники: селекционный I и II гг., контрольный,

предварительное и конкурсное сортоиспытание) сравнение выделенных линий проводили с пленчатыми стандартами Аргамак и Улов. С 2001 г. в качестве голозерного стандарта включили в исследования сорт Тюменский голозерный, который был включен в Госреестр в 2000 г. и родительскую форму Adam. На начальных этапах селекции для скрининга использовали продолжительность межфазных периодов, устойчивость к полеганию, поражению на естественном фоне пыльной головней, корончатой и стеблевой ржавчиной, толерантность к шведской мухе, озерненность метелки и крупность зерна. Для стабилизации признака «голозерность» проводили негативный отбор методом полевой браковки в период от выметывания до созревания и лабораторной – ручное выделение пленчатых зерен из семенного потомства. В конкурсном испытании 2001-2004 гг. проводили углубленные исследования по качеству зерна (масса 1000 зерен, натура, белок, жир, крахмал), использовали инфекционный и провокационный фон, продолжали скрининг по признаку «голозерность».

Овес Вятский характеризуется комплексом хозяйственно- ценных признаков. Сорт превысил по урожайности (4,89 т/га) в среднем за 2001-2004 годы конкурсного испытания стандарт Тюменский голозерный на 0,45 т/га. В экологическом испытании Татарского НИИСХ урожайность составила 4,32 т/га, что превосходит стандарт на 0,80 т/га. Овес Вятский сформировал на сортоучастках Кировской области урожайность в среднем за 2005–2006 гг. на 0,66 т/га выше стандарта, 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 %. Урожайность 4,65 т/га отмечена на Яранском ГСУ по предшественнику клевер, средняя за годы исследований прибавка к стандарту составила 1,35 т/га. С 2007 г. сорт был включен в Госреестр РФ.

Наряду с индивидуальным отбором в 1999 г. в селекции голозерного овса начали использовать гибридизацию и проводить исследования по донорским свойствам голозерных форм овса в системе скрещиваний голозерный х голозерный и голозерный х пленчатый, пленчатый х голозерный. Данные анализа наследования голозерности овса в диаллельных скрещиваниях голозерного овса Togh с пятью пленчатыми сортами (2001 г.) свидетельствуют о трудности создания константных голозерных форм при скрещивании голозерного сорта с пленчатым из-за модифицирующего действия второстепенных генов ($N-2, N-3, N-4$) [12]. Даже при проведении негативного отбора по изучаемому признаку доля пленчатых зерен оставалась значительной вследствие преобладания метелок промежуточного типа. У некоторых растений наблюдали небольшую долю промежуточных зерен, очень похожих на пленчатые зерна. Данные зерна имели

промежуточную между родительскими формами лигнификацию, но пленки у них длиннее и сжаты с боков. Получение пленчатых форм от данных скрещиваний представляется менее сложным, поскольку накопление пленчатых форм или форм с преобладанием пленчатых зерен происходит быстрее, чем голозерных.

Для получения продуктивного генотипа, 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. В 2001 г. гибридную популяцию разделили на две части: голозерную и пленчатую и в последующем высевали отдельно. Скрининг элит (88 штук) из голозерной части гибрида 12-99 провели в F_3 2002 г. В F_4 - F_5 поколений отборов наблюдали расщепление: от метелок с абсолютно голозерными колосками до смешанного типа (на одной метелке присутствуют голозерные и пленчатые колоски). Для стабилизации голозерности применили, наряду с повторными отборами, ежегодную полевую и лабораторную браковки (негативный отбор) по пленчатости в F_4 - F_5 и последующих поколениях (до 2008 г.). В F_5 для продолжения исследований выделили линию 391h02. В 2009 г. (F_{10}) на государственное испытание передали сорт Першерон, с 2013 г. новый голозерный сорт включен в Госреестр РФ. Першерон 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, полевой устойчивостью к корневым гнилям.

Организация систематических исследований по селекции голозерного овса позволила получить к настоящему времени достаточное количество селекционного материала на всех этапах исследований. Если на первых этапах селекции удача скрещиваний составляла 0,8-5,0% (1999 г.), к 2009 г. она достигла 52,9-56,7 и 71,9%, в скрещиваниях с привлечением в качестве материнских форм собственного проработанного селекционного материала. В скрещиваниях, как и ранее, наряду с голозерными формами используют пленчатые, это позволяет привлекать смешанные гибриды в селекцию пленчатого овса. Так, в 2013 г. на государственное испытание передан сорт овса пленчатого Медведь, выделенный в F_4 гибрида 17-02 [29-99 (Adam x Rodney E) x Улов], в первом скрещивании 29-99 в качестве материнской формы использовали голозерный образец Adam и пленчатый Rodney E. Второе скрещивание 17-02 с сортом Улов проведено в F_3 пленчатой части потомства данного гибрида.

Следует отметить, что в создании каждого отдельно взятого сорта можно проследить индивидуальную методологию (сочетание методов селекции) селекции. Например, перспективный высокоурожайный сорт конкурсного испытания овса

голозерного 7h12o представляет собой популяцию, полученную от объединения трех сестринских линий, созданных методами гибридизации и отбора (56h08, 474h07, 483h07), которые за годы изучения имели равный морфотип и уровень развития хозяйственно-ценных признаков. Устойчивый к пыльной головне сорт 9h09 получен методом внутривидовой гибридизации и индивидуального отбора с последующим массовым отбором на инфекционном фоне пыльной головни.

Выводы. В селекции голозерного овса наряду с гибридизацией и последующим отбором возможно применение отбора как самостоятельного метода селекции. Методом индивидуального отбора, сочетаемого с негативной браковкой по пленчатости, создан сорт овса голозерного Вятский. С привлечением в скрещивания пленчатого овса Улов получен голозерный сорт Першерон. Показано, что основой методологии селекции голозерного овса Першерон является создание гибрида от скрещивания голозерной и пленчатой родительских форм, последующий систематический стабилизирующий отбор по голозерности, полевые и лабораторные (негативные) браковки по пленчатости. Аналогичная методология эффективна и в селекции овса пленчатого. В создании пленчатого овса сорта Медведь наряду с пленчатыми источниками привлекали в первое скрещивание голозерную родительскую форму Adam. Привлечение в скрещивания в качестве материнских форм собственного селекционного материала позволило повысить уровень завязываемости семян при гибридизации голозерного овса с 0,8-5,0% в 1999 г. до 52,9-56,7 и 71,9%, в 2009г.

Литература

1. *Jenkins, G.* Naked oats / G. Jenkins // N.A.A.S. Quarterly Review. – 1968. – № 79 – P. 120–126.
2. *Kikkari, A.* Dehulling capacity and storability of naked oat / A. Kikkari, P. Peltonen-Sainio, P. Lehtinen // Agricultural and Food Science. - 2004. - V. 13, № 1-2. - P. 198-211.
3. *Lawes, D.A.* Effect of temperature on the expression of the naked grain character in oats / Lawes D.A., Bolland P.L. // Euphytica. - 1974. - V. 23, №1. - P. 101-104.
4. *Burrows, V.D.* Groat yield of naked and covered oat / V.D. Burrows, S.J. Molnar, N.A. Tinker, T. Marder, G. Butler, A. Lybaert // Canadian journal of plant science. - 2001. -V. 81. № 4. - P. 727-729.
5. *Халецкий, С.П.* Технология получения высокой урожайности овса / С.П. Халецкий, С.В. Сорока, В.М. Ковтун, Л.И. Сорока, С.В. Надточаева, А.Г. Власов // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сборник научных материалов, 2-е изд., доп. и перераб. - Минск: ИВЦ Минфина, 2007. - С. 158 – 164.

6. *Козлова, Г.Я.* Сравнительная оценка голозёрных и плёнчатых сортов овса по основным показателям качества зерна / Г.Я. Козлова, О.В. Акимова // Сельскохозяйственная биология. - 2009. - №5. - С. 87-89.
7. *Баталова, Г.А.* Овес в Волго-Вятском регионе / Г.А. Баталова. - Киров: Орма, 2013. - 288 с.
8. *Лоскутов, И. Г.* Овёс (*Avena L.*). Распространение, систематика, эволюция и селекционная ценность / И.Г. Лоскутов. - СПб: ГНЦ РФ ВИР, 2007. - 336 с.
9. *Hunton, P.* Alternative feed ingredients a real breakthrough / P. Hunton // Poultry International. - 1995. - Vol. 34, No 2. - P. 30-31.
10. *Hoekstra, G.J.* Zone of articulation in flowers of fatuoid and non-fatuoid oat genotypes / G.J. Hoekstra, S.J. Darbushire, D.T. Mather // Can. J. Plant Sci. - 2002. - №1. - P. 14.
11. *Peltonen-Sainio, P.* Characterising strengths, weakness, opportunities and threats in producing naked oat as a novel crop for northern growing conditions / P. Peltonen-Sainio, A.M. Kirkkary, L. Jauhianen // Agricultural and Food Science. - 2004. - V. 13, №1-2. - P. 212-228.
12. *Kibite, S.* An isozyme marker linked to the N-1 gene covering nakedness in oat / S. Kibite // Oat Newsletter. Updated 2 Oct 2002. - 2002. - V. 48. - P. 25-28.

Literature

1. *Jenkins, G.* Naked oats / G. Jenkins // N.A.A.S. Quarterly Review. – 1968. – № 79 – P. 120–126.
2. *Kikkari, A.* Dehulling capacity and storability of naked oat / A. Kikkari, P. Peltonen-Sainio, P. Lehtinen // Agricultural and Food Science. - 2004. - V. 13, № 1-2. - P. 198-211.
3. *Lawes, D.A.* Effect of temperature on the expression of the naked grain character in oats / Lawes D.A., Bolland P.L. // Euphytica. - 1974. - V. 23, №1. - P. 101-104.
4. *Burrows, V.D.* Groat yield of naked and covered oat / V.D. Burrows, S.J. Molnar, N.A. Tinker, T. Marder, G. Butler, A. Lybaert // Canadian journal of plant science. - 2001. -V. 81. № 4. - P. 727-729.
5. *Khaletsky, S.P.* Technology of oats high yielding/ S.P. Khaletsky, S.V. Soroka, V.M. Kovtun, L.I. Soroka, S.V. Nadtochaeva, A.G. Vlasov// Modern resource saving technologies of plant production in Belorussia: collection of scientific works, the 2-nd edition. – Minsk: RARC of MF, 2007. – P. 158-164.
6. *Kozlova, G.Ya.* Comparative assessment of naked and hulled oats according to basic features of grain quality/ G.Ya. Kozlova, O.V. Akimova// Agricultural Biology. – 2009. - №5. - С. 87-89.
7. *Batalova, G.A.* Oats in Volga-Vyatka region/ G.A. Batalova. – Kirov: Orma, 2013. – 288 p.

8. *Loskutov, I.G.* Oats (*Avena L.*). Distribution, systematics, evolution and breeding value/ I.G. Loskutov. – S.Pet.: SSI RF ARIR, 2007. - 336 p.
9. *Hunton, P.* Alternative feed ingredients a real breakthrough / P. Hunton // Poultry International. - 1995. - Vol. 34, No 2. - P. 30-31.
10. *Hoekstra, G.J.* Zone of articulation in flowers of fatuoid and non-fatuoid oat genotypes / G.J. Hoekstra, S.J. Darbushire, D.T. Mather // Can. J. Plant Sci. - 2002. - №1. - P. 14.
11. *Peltonen-Sainio, P.* Characterizing strengths, weakness, opportunities and threats in producing naked oat as a novel crop for northern growing conditions / P. Peltonen-Sainio, A.M. Kirkkary, L. Jauhianen // Agricultural and Food Science. - 2004. - V. 13, №1-2. - P. 212-228.
12. *Kibite, S.* An isozyme marker linked to the N-1 gene covering nakedness in oat / S. Kibite // Oat Newsletter. Updated 2 Oct 2002. - 2002. - V. 48. - P. 25-28.