

## ДИКОРАСТУЩИЕ ВИДЫ ОВСА – ИСТОЧНИК ЦЕННЫХ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ГЕНОВ

Сравнительное изучение дикорастущих видов овса в селекционном отношении вызвано широким интересом селекционеров к их практическому использованию, чему немало способствовало развитие цитологических, иммунологических, биохимических и других исследований. Широкий диапазон адаптации дикорастущих видов к неблагоприятным факторам внешней среды, их приспособленность к разнообразным почвенно-климатическим условиям, устойчивость к патогенным организмам, ряд признаков повышенной продуктивности и качества представляют уникальный источник исходного материала для селекции [18]. Наряду с культурными, использование дикорастущих видов в селекции наиболее перспективный метод уменьшения генетической эрозии культурных видов. С другой стороны это восстановление утраченного генетического разнообразия культурного овса по устойчивости к биотическим и абиотическим факторам, первоначально принадлежавшего дикорастущим предкам.

С таксономической точки зрения, весь род *Avena* L. делится на два подрода - *Avenastrum* C. Koch, к которым относятся многолетние овсяноподобные травы, и типовой подрод *Avena* L., куда входят все однолетние виды овса. Типовой подрод *Avena* подразделяется на две секции: *Aristulatae* (Malz.) Losk. и *Avena* (L.) Losk. [3]. К секции *Aristulatae* (Malz.) Losk. относятся диплоидные и тетраплоидные формы, обладающие двуосной верхушкой нижней цветковой чешуи и в большинстве случаев осыпающиеся зерновками (цветками). Некоторые из них имеют культурные аналоги с тем же уровнем ploидности (*A. wiestii* Steud., *A. hirtula* Lagas. – *A. strigosa* Schreb.; *A. vaviloviana* Mordv. – *A. abyssinica* Hochst.) и более обширные ареалы распространения (*A. wiestii* Steud., *A. hirtula* Lagas., *A. barbata* Pott), являясь довольно активными сеgetальными или рудеральными сорняками (*A. clauda* Dur., *A. pilosa* M.B., *A. damascena* Rajh. et Baum, *A. longiglumis* Dur., *A. barbata* Pott). Виды, относящиеся к секции *Avena* (L.) Losk., характеризуются наличием двух зубцов на верхушке нижней цветковой чешуи, осыпаются только колосками и не имеют прямых культурных аналогов. Дикорастущие диплоидные *A. ventricosa* Balan., *A. bruhsiana* Grun., *A. canariensis* Baum, *A. agadiriana* Baum et Fed. и тетраплоидные виды - *A. magna* Murphy et Terr., *A. murphyi* Ladiz., *A. insularis* Ladiz., когда-то занимали большие ареалы, но,

Таблица 1. Система подрода *Avena* рода *Avena* L.

Секция	Виды			Геном	2n	
	Дикорастущие, осыпающиеся		культурные			
	цветками	колосками				
<i>Aristulatae</i> (Malz.) Losk.	<i>A. clauda</i> Dur.	<i>A. pilosa</i> M. B.		Cp	14	
	<i>A. longiglumis</i> Dur.			Al		
	<i>A. damascena</i> Rajh. et Baum			Ad		
	<i>A. prostrata</i> Ladiz.			Ap		
	<i>A. wiestii</i> Steud.	<i>A. atlantica</i> Baum		As	28	
	<i>A. hirtula</i> Lagas.		<i>A. strigosa</i> Schreb.			
	<i>A. barbata</i> Pott <i>A. vaviloviana</i> Mordv.		<i>A. abyssinica</i> Hochst.	AB		
<i>Avena</i> (L.) Losk.		<i>A. ventricosa</i> Balan. <i>A. bruhsiana</i> Grun.		Cv	14	
		<i>A. canariensis</i> Baum		Ac		
		<i>A. agadiriana</i> Baum et Fed.		AB	28	
		<i>A. magna</i> Murphy et Terr. <i>A. murphyi</i> Ladiz.		AC		
		<i>A. insularis</i> Ladiz.		CD?		
		<i>A. fatua</i> L. <i>A. occidentalis</i> Dur.	<i>A. sterilis</i> L. <i>A. ludoviciana</i> Dur.	<i>A. byzantina</i> C. Koch <i>A. sativa</i> L.	ACD	42

являясь обитателями сугубо ненарушенных фитоценозов, в силу каких-то причин сильно уменьшили их, что характерно для переходных форм. Эти виды служат родоначальными переходными формами к гексаплоидным сорно-полевым видам, также включенным в эту секцию (табл. 1).

Практическое значение селекционной работы заключается в успехе переноса ценных признаков из дикорастущих и сорно-полевых видов в культурные формы. По степени скрещивания все виды рода *Avena* L. разделены на три группы [19]. К первой группе относятся все культурные и сорно-полевые гексаплоидные виды, они напрямую легко скрещиваются с посевным овсом, ко второй - некоторые тетраплоидные виды (*A. magna*, *A. murphyi* и др.), которые скрещиваются напрямую, но последующие поколения стерильны, и к третьей - диплоидные и оставшиеся тетраплоидные виды, для скрещивания которых используют технику культуры ткани.

Скрещивания культурного овса с дикорастущими видами в свою очередь разделяются на две группы: 1). скрещивания осуществляются легко - потомство фертильно (со всеми гексаплоидными видами) или частично стерильно (виды с геномом AC - *A. magna* и *A. murphyi*); 2). скрещивания затруднены - потомство стерильно в значительной степени, как с *A. barbata*, или полностью - как с *A. prostrata* и *A. vaviloviana* [23].

Трудность интрогрессии генов от диплоидных и тетраплоидных видов в гексаплоидные формы, отмеченная многими авторами [7, 23], заключается в преодолении барьеров нескрещиваемости, для чего могут быть использованы мутанты, генетические промежуточные переносчики и метод беккроссов. Для преодоления стерильности у гибридов между диплоидами и гексаплоидным культурным овсом часто используют удвоение хромосом при помощи колхицинирования. Использование тепловых нейтронов дало возможность скрестить тетраплоидный вид *A. abyssinica* с *A. sativa* [35]. Возможность передачи целых хромосом или их частей от диплоидных видов через генетические переносчики в геномы культурного гексаплоидного овса была подтверждена успешной гибридизацией многих видов [44]. Наиболее удачный метод преодоления неспаривания хромосом был разработан с использованием образца CW-57 диплоидного вида *A. longiglumis*, который способствовал конъюгации гомеологичных хромосом при передаче признаков от тетраплоида *A. barbata* к гексаплоиду *A. sativa* [43]. Это было связано с тем, что диплоидный вид несет «дикий» аллель супрессии диплоидизации и ген, ответственный за рекомбинацию генома [34]. Ярким примером использования такого переносчика является создание гексаплоидной линии Amagalon при скрещивании *A. sativa* с *A. magna* через *A. longiglumis* [32]. Такую же процедуру можно использовать при скрещивании и других видов. Пентаплоидные стерильные гибриды могут быть по-

лучены путем простого скрещивания между тетраплоидными видами *A. magna*, *A. murphyi* и гексаплоидом *A. sativa*, в дальнейшем, при беккроссировании их посевным овсом, фертильность может полностью восстановиться. Такая схема использования тетраплоидных видов в селекции овса на качество зерна и его крупнозерность разработана в Швеции [17]. Процедура естественного беккроссирования при посеве пентаплоидных гибридов  $F_1$  на делянках посевного овса может быть применена и при использовании в скрещиваниях видов *A. barbata* и *A. macrostachya*.

Первые опыты использования гексаплоидных овсюгов в селекции на урожайность зерна предприняты в 1936 году. Для этих целей рекомендовалось использовать вид *A. fatua*. Было доказано, что в межвидовых скрещиваниях основные признаки культурного овса доминировали [10]. В то же время необходимо различать появляющиеся в культурных сортах фатуоиды от собственно дикорастущих видов овса (овсюгов). На основе повышенной весенней всхожести и устойчивости к осыпанию была разработана система отличия форм *A. fatua* от фатуоидов [8].

При изучении межвидовых гибридов не подтвердилось мнение, что при гибридизации с гексаплоидным видом *A. sterilis* трудно избавиться от комплекса «диких» признаков: наличия каллуса (подковки), повышенной пленчатости зерновок, дикого типа остистости и др. [33]. При использовании этого вида в селекции культурных видов овса установили, что он очень сильно увеличивает биомассу и вегетативный индекс роста гибридных растений и, что эти признаки контролируются аддитивным действием генов.

Впервые дикорастущие виды овса использовали для практических селекционных целей в начале 20-х годов XX столетия, но только в 60-е годы появились первые коммерческие сорта с их участием. В бывшем СССР селекционеры использовали дикорастущий вид *A. fatua* в практической селекции, но районированных сортов с использованием межвидовой гибридизации зарегистрировано не было [9]. Использование дикорастущих видов овса в мировой селекции является рутинным и хорошо поставленным процессом, хотя в России использование такого исходного материала остается до сих пор на достаточно низком уровне. В Великобритании при решении наиболее важной для овса проблемы - устойчивости к мучнистой росе - в селекции успешно используют тетраплоидные дикорастущие виды. Признак устойчивости был передан от вида *A. barbata* ряду селекционных сортов овса: Maris Tabard, Maris Oberon, Margam и Maldwyn [22]. С участием *A. fatua* создан озимый сорт овса Mostyn, несущий гены устойчивости к мучнистой росе [20]. С 60-х годов селекция овса в США построена на вовлечении в нее гексаплоидных дикорастущих видов [13, 14]. В результате переноса аллелей генов

от вида *A. sterilis* в культурный овес его продуктивность увеличилась на 15-20% [12]. В настоящее время использование видов *A. fatua* и *A. sterilis* в скрещиваниях для целей селекции является уже рутинным. На основе этих видов создано много сортов овса, занимающих большие площади в США, Канаде, Бразилии и Австралии. Это Rapida, Sierra [38, 39, 42], Mesa [45], Calif C.C.II, Montezuma [40, 41], Marvellous [11], Fidler, Dumont [28, 29], Multiline E 77, Multiline E 76, Webster [15, 16], Starter [37], Ozark, Panfive, Centennial [30], Riel, Robert, A.C. Marie, TAM 0-031, TAM 0-312, TAM 0-396, Don, Hazel [13], Hamilton, Sheldon [14] и др.

Таким образом, хорошо разработанные селекционные методы и многочисленные практические результаты позволяют говорить о том, что многие селекционно-важные признаки посредством межвидовой гибридизации могут быть эффективно перенесены в посевной овес для расширения его наследственного потенциала и генетической основы всего рода в целом.

Работа по изучению генетического разнообразия овса по хозяйственно ценным признакам была выполнена в отделе генетических ресурсов овса, ржи, ячменя Государственного научного центра Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства имени Н. И. Вавилова. Исследования проводили с 1987 г. по 2001 г. на полях Пушкинских лабораторий ВИР, расположенных на северо-западе Нечерноземной зоны Российской Федерации [21, 31].

Исходным материалом для изучения послужило все видовое разнообразие рода *Avena* L. Изучено более 2700 образцов овса из мировой коллекции ВИР различного уровня плоидности, геномного состава и географического происхождения, относящихся к 26 видам: 4 культурным и 22 дикорастущим.

Вегетационный период. Длина вегетационного периода очень важный признак в селекции овса, напрямую связанный с урожаем зерна, его качеством и посевными свойствами. При анализе образцов коллекции по продолжительности вегетационного периода за все годы изучения установили, что значительной изменчивостью по продолжительности отдельных периодов развития на уровне вида обладают формы *A. clauda*, *A. pilosa*, *A. longiglumis*, *A. wiestii*, *A. hirtula*, *A. barbata*, *A. agadiriana*, *A. ludoviciana* и *A. sterilis*. Это доказывает, что между указанными видами есть как скороспелые яровые, так и позднеспелые дернистые яровые или полуозимые формы овса [24, 25].

Изучение показало, что среди диплоидных и тетраплоидных видов наименьшей продолжительностью отдельных фаз развития и всего вегетационного периода в целом отличались некоторые виды, но наиболее ценны в селекционном отношении гексаплоидные. В результате комплексного изучения дикорастущих видов овса были выделены

скороспелые формы *A. fatua* из Болгарии (к-62, 64, 66) Китая (к-77, 78, 79, 80, 83, 84), Турции (к-590, 621, 843, 844).

При проведении корреляционного анализа установлена четкая зависимость между отдельными периодами развития овса и вегетационным периодом в целом, что подтверждается достоверными значительными коэффициентами корреляции, найденными между продолжительностью периодов выход в трубку – выметывание ( $r = +0,92$ ), выход в трубку – созревание ( $r = +0,86$ ) и выметывание – созревание ( $r = +0,89$ ).

Наиболее важными факторами, влияющими на длину вегетационного периода растения и особенно на его первую половину, являются продолжительность дня и температурный режим. Прохождение стадии яровизации в начальный период развития необходимо не только озимым культурам, но в небольшой степени требуется почти всем видам овса.

Среди дикорастущих видов истинно озимые генотипы были найдены у *A. clauda*, *A. barbata*, *A. ludoviciana* и *A. sterilis*. Виды *A. vaviloviana* и *A. fatua* можно считать полностью истинно яровыми, так как они отличались нейтральной или слабой реакцией на яровизацию и у *A. fatua* - сильной чувствительностью на длину дня, что позволило ему занять обширные сельскохозяйственные территории на земном шаре. Это дает возможность данному виду иметь только строго яровые формы, продвигаться при этом в самые крайние северные территории и подниматься высоко в горы до высотных границ горного земледелия. Диплоидные виды *A. wiestii*, *A. canariensis* и тетраплоидный *A. magna* включали большинство истинно яровых образцов. Формы видов *A. hirtula*, *A. vaviloviana* и *A. occidentalis* показали слабую реакцию на фотопериод, в то время как формы видов *A. clauda*, *A. murphyi* и *A. sterilis* имели очень сильную реакцию на изменение длины дня [26].

Высота растений. Внутривидовое разнообразие рода *Avena* L. включает в себя достаточно большой потенциал изменчивости по высоте растений. Это обеспечивает подбор и создание нового исходного материала, сочетающего в себе оптимальную высоту растений с другими хозяйственно ценными признаками. Проведенное изучение показало, что погодные условия в сильной мере влияют на высоту растений.

Среди гексаплоидных дикорастущих видов были выделены (табл. 2) короткостебельные формы (до 60 см) - *A. fatua* из Турции (к-840, 844), Ирана (к-1558) и Кении (к-796, 859), *A. ludoviciana* из Турции (к-577), Ирана (к-392, 408), Ирака (к-438), Израиля (к-535) и Эфиопии (к-750, 775) и *A. sterilis* из Турции (к-1245, 1265, 1422, 1442), Ирана (к-1035, 1108, 1110, 1144), Ирака (к-1239, 1241, 1247), Сирии (к-1282, 1286), Израиля (к-

517, 536, 1312, 1349), Марокко (к-1663, 1675), Туниса (к-640, 881, 1648) и Ливана (к-1293).

Наиболее устойчивые к полеганию формы среди дикорастущих гексаплоидных видов были выделены из *A. ludoviciana* из Турции (к-593, 602, 613, 618), Ирана (к-415, 417, 419, 421, 423), Ирака (к-438, 441) и ряд образцов *A. sterilis* из Турции (к-346), Ирана (к-1023, 1027), Сирии (к-454) и Туниса (к-638, 866 и 911). Наиболее интересные, устойчивые к полеганию, с высотой растений от 70 до 85 см - *A. fatua* из Афганистана (к-949), *A. ludoviciana* из Азербайджана (к-108, 311), Ирана (к-410), Ирака (к-443, 444, 445) и *A. sterilis* из Израиля (к-344).

Пленчатость и крупность зерновки. Основное направление селекции повышение зерновой продуктивности сорта. Продуктивность сортов овса в первую очередь зависит от величины метелки, числа колосков и зерен в метелке. На основе данных изучения дикорастущих и культурных видов овса на признаки, связанные с зерновой продуктивностью было установлено, что наиболее крупные зерновки с наименьшим процентом пленчатости имели формы дикорастущих диплоидных *A. longiglumis*, тетраплоидных *A. magna*, гексаплоидных видов *A. fatua*, *A. ludoviciana* и *A. sterilis* [27].

Среди отдельных образцов наибольшей крупностью зерновки выделялись формы *A. longiglumis* (к-87,1881, 1912) из Израиля и (к-1771, 1810, 1811) Марокко, *A. magna* (к-144, 145, 1786, 1787, 1851, 1852, 1863, 1896) из Марокко, *A. urphyi* (к-1986) из Испании, *A. fatua* (к-26) из России, Костромская обл., Свердловская обл. (к-37), Тува (к-30), Польши (к-25), Монголии (к-28), *A. ludoviciana* (к-123,264) из Азербайджана, Ирана (к-406), *A. sterilis* (к-15) из Турции, Туниса (к-644).

Устойчивость к болезням. Самый эффективный способ защиты растений от болезней и вредителей – создание устойчивых сортов. Для их выведения требуются разнообразные доноры и источники устойчивости. Основная задача селекции на иммунитет – это восстановление утраченного генетического разнообразия культурного овса по устойчивости к болезням и вредителям, первоначально принадлежавшего дикорастущим предкам. Поэтому комплексное фитопатологическое изучение всего видового разнообразия рода *Avena* L. способствует выделению и использованию новых источников и доноров устойчивости для расширения генетической основы создаваемых сортов овса [2, 4].

При рассмотрении разнообразия устойчивости к корончатой ржавчине на уровне вида определено, что устойчивостью к этому патогену выделялись формы диплоидных *A. bruhsiana*, *A. ventricosa*, *A. longiglumis*, *A. hirtula*, тетраплоидных *A. magna*,

Таблица 2. Характеристика дикорастущих видов овса по структуре зерновки, Пушкин, 1996-2000 гг.

Вид	Геном	Пленчатость, %	Масса 1000 зерен, г
<i>A.ventricosa</i>	Cv	<u>70,2*</u> 70	<u>3,6*</u> 3,6
<i>A.clauda</i>	Cp	<u>56,9</u> 47,4-71,4	<u>4,8</u> 2,9-6,3
<i>A.pilosa</i>	Cp	<u>69,4</u> 60,8-86,0	<u>3,7</u> 2,7-5,0
<i>A.damascena</i>	Ad	<u>43,9</u> 35,5-52,4	<u>6,0</u> 5,0-7,0
<i>A.longiglumis</i>	Al	<u>60,4</u> 50,8-85,7	<u>14,3</u> 12,9-16,7
<i>A.canariensis</i>	Ac	<u>66,8</u> 63,0-72,1	<u>6,0</u> 3,4-9,4
<i>A.wiestii</i>	As	<u>46,2</u> 33,3-60,0	<u>6,0</u> 4,7-9,5
<i>A.hirtula</i>	As	<u>43,8</u> 32,8-57,1	<u>7,2</u> 4,8-10,0
<i>A.atlantica</i>	As	<u>57,6</u> 53,8-61,3	<u>3,7</u> 3,2-4,2
<i>A.barbata</i>	AB	<u>45,3</u> 31,7-67,0	<u>7,2</u> 4,0-11,1
<i>A.vaviloviana</i>	AB	<u>32,7</u> 26,3-44,2	<u>11,6</u> 7,9-14,7
<i>A.agadiriana</i>	AB?	<u>47,5</u> 47	<u>9,2</u> 9
<i>A.magna</i>	AC	<u>59,5</u> 55,6-72,9	<u>23,8</u> 18,7-30,3
<i>A.murphyi</i>	AC	<u>58,9</u> 52,9-64,8	<u>23,5</u> 18,2-28,8
<i>A.fatua</i>	ACD	<u>38,5</u> 30,4-67,0	<u>17,1</u> 10,0-30,8
<i>A.ludoviciana</i>	ACD	<u>48,6</u> 32,8-69,3	<u>15,1</u> 9,1-27,5
<i>A.sterilis</i>	ACD	<u>53,2</u> 35,5-69,4	<u>15,7</u> 9,5-29,8
<i>A.sativa</i> , Borrus	ACD	28,7	15,9

\* В числителе стоит среднее значение, в знаменателе - разброс признака.

*A. insularis*, *A. murphyi*, *A. macrostachya*, гексаплоидных видов *A. sterilis*, *A. ludoviciana* и *A. occidentalis*. Наиболее устойчивые к корончатой ржавчине образцы гексаплоидных видов происходят из Испании, Италии, Франции, Турции, Израиля, Ирана, Ливана, Алжира, Туниса и США.

Разнообразие реакций по устойчивости к стеблевой ржавчине у изученных видов было больше, чем у культурного овса, в то же время средней устойчивостью к этому заболеванию обладали диплоидные виды *A. pilosa*, *A. longiglumis*, *A. hirtula* и тетраплоидный *A. macrostachya*. Все гексаплоидные дикорастущие виды в среднем среднеустойчивы к возбудителю стеблевой ржавчины. Наибольшей устойчивостью отличались образцы дикорастущих гексаплоидных видов из Италии, Турции, Ирана, Ирака, Израиля, Ливана, Туниса, Алжира, Марокко и Эфиопии.

Групповой устойчивостью к основным грибным облигатным заболеваниям (корончатой и стеблевой ржавчине) обладали формы, относящиеся к тетраплоидным видам *A. magna* (к-172) из США, Марокко (к-1863, к-1896), *A. insularis* (к-2067, Италия - о-в Сицилия), *A. macrostachya* (к-1856, Алжир); к гексаплоидным видам *A. occidentalis* (к-1784 и 1966, Испания - Канарские о-ва), *A. ludoviciana* (к-2004, 2005, 2006, 2008, 2009, 2012, Израиль, к-697, Эфиопия) и *A. sterilis* (к-473, Ливан, к-514 Израиль, к-871 Тунис и к-1697 Алжир).

Среднетолерантными к вирусу желтой карликовости ячменя (ВЖКЯ) были формы диплоидных *A. canariensis*, *A. wiestii* и тетраплоидных видов *A. barbata*, *A. vaviloviana*, *A. magna*, *A. insularis*. Все гексаплоидные виды в основном отличались средней толерантностью к ВЖКЯ. Наибольший процент устойчивых образцов имел вид *A. occidentalis*. Выделили наиболее толерантные формы *A. sterilis* (к-15) из Турции, (к-13) Японии, (к-504, 506-508, 517, 524, 536, 540, 550, 551, 555-557, 560) Израиля и (к-137, 140, 141, 146) Марокко. Наиболее устойчивые и средне устойчивые формы всех гексаплоидных видов происходят из Греции, Турции, Сирии, Израиля, Марокко, Алжира и Туниса.

При сопоставлении данных по толерантности к ВЖКЯ и сильной заселенности тлей выделены образцы, реально устойчивые к поражению ВЖКЯ, относящиеся к диплоидным видам: *A. clauda* (к-200) Азербайджан, (к-1907, 1908) Турция, *A. pilosa* (к-197) Азербайджан, *A. damascena* (к-2057) Марокко, *A. canariensis* (к-292, 293, 1914, 1917) Испания (Канарские о-ва), *A. hirtula* (к-1849) Греция, (к-2030) Алжир, *A. barbata* (к-1921) Израиль. Среди гексаплоидных видов такие формы не найдены, так как все эти виды в слабой степени заселялись тлей. Устойчивость к факультативным заболеваниям представлена в таблице 3.

Таблица 3. Известные и выделенные источники устойчивости к болезням у видов овса

Вид	Геном	Источники устойчивости						
		мучнистая роса	корончатая ржавчина	стеблевая ржавчина	вирус желтой карликовости ячменя	гельминтоспориум	септориоз	палевая пятнистость
<i>A.bruhnsiana</i>	Cv	*	*			*		*
<i>A.ventricosa</i>	Cv	+	+	+			*	
<i>A.clauda</i>	Cp	+*	+*	*	*			*
<i>A.pilosa</i>	Cp	+*	+	*			*	*
<i>A.prostrata</i>	Ap	+	+		*			
<i>A.damascena</i>	Ad	+	+	*	*		*	*
<i>A.longiglumis</i>	Al	+	+*	*	+	*	+*	*
<i>A.canariensis</i>	Ac		+*	*			*	*
<i>A.wiestii</i>	As	*	+			*	+*	*
<i>A.hirtula</i>	As	+	+*	+*	*	*	*	*
<i>A.atlantica</i>	As	+				*	*	*
<i>A.strigiosa</i>	As	+	+*	+*	+	+*	+	
<i>A.barbata</i>	AB	+*	+*	+*	+*	*	+*	*
<i>A.vaviloviana</i>	AB		+*	*	*		*	*
<i>A.abysinica</i>	AB		+	+		*	*	
<i>A.agadiriana</i>	AB?	+	*	*		*		*
<i>A.magna</i>	AC		+*	*	+*	*		*
<i>A.murphyi</i>	AC	+	+*		+	*		*
<i>A.insularis</i>	CD?		*					*
<i>A.macrostachya</i>	AA?	+	+*	+*	+*	*	*	*
<i>A.fatua</i>	ACD	+	+*	+*	+*	*	+*	*
<i>A.occidentalis</i>	ACD	+	+*	*	+*	*		
<i>A.ludoviciana</i>	ACD	+	+*	*	+*	*	*	*
<i>A.sterilis</i>	ACD	+	+*	+*	+*	*	+*	*

Обозначения:

- + - известные по литературным данным источники устойчивости к болезням овса,  
\* - выделенные в результате изучения источники устойчивости к болезням овса.

Качество зерна. Наряду с устойчивостью к биотическим факторам дикорастущие виды овса обладают повышенным качеством зерна. На основе изучения дикорастущих и сорно-полевых видов овса установлено, что наибольшие средние показатели по содержанию белка в зерновке найдены у диплоидных видов *A. longiglumis* и *A. atlantica*, тетраплоидных – *A. magna* и *A. barbata* и гексаплоидного - *A. sterilis*. Наиболее перспективными для поиска высокобелковых форм могут быть названы виды *A. murphyi* и *A. occidentalis* (табл. 4). Среди форм с высоким содержанием белка в зерновке как наиболее перспективные для селекции следует выделить гексаплоидные виды *A. fatua* (к-39, 44 с Украины, к-45, 46 из Грузии, к-226 Азербайджана, к-32 Таджикистана, к-25 Польши и к-1763 Греции), *A. ludoviciana* (к-23, 104, 223, 224 из Азербайджана, к-448 Ирака и к-527, 538, 539 из Израиля), *A. sterilis* (к-501, 520, 521, 526, 528, 529, 537, 542, 551, 554 и 560 из Израиля).

По питательности белка следует отметить тетраплоидный вид *A. barbata*, по содержанию лизина в белке и других незаменимых аминокислот гексаплоидные виды имели показатели на уровне посевного овса.

По содержанию масла в зерновке следует выделить диплоидные виды *A. pilosa* и *A. canariensis*, тетраплоидные - *A. murphyi* и *A. magna*, гексаплоидные *A. fatua*, *A. ludoviciana* и *A. sterilis* (табл. 4). В результате изучения выделены высокомасличные формы гексаплоидных видов *A. fatua* (к-39 с Украины, к-31 из Казахстана и к-36 из Таджикистана), *A. ludoviciana* (к-23, 281 из Азербайджана, к-355 Грузии и к-973 Армении), *A. sterilis* (к-431 из Ирака, к-502 Израиля, к-13 Японии и к-653, 1699, 1887 Алжира).

Качество масла овса может быть определено по содержанию в нем мононенасыщенных жирных кислот, в частности олеиновой, которая позволяет маслу дольше сохраняться при хранении. Наибольшее содержание олеиновой кислоты определено у диплоидных видов *A. hirtula*, *A. longiglumis* и *A. wiestii*, тетраплоидных - *A. barbata*, *A. vaviloviana* и *A. magna*, гексаплоидных - *A. fatua* и *A. ludoviciana*. В то же время биологическую активность такого масла определяет соотношение содержания линолевой к олеиновой кислоте, которое должно быть равным единице. Таким показателем обладали диплоидные виды *A. ventricosa*, *A. clauda*, *A. pilosa* и тетраплоид - *A. vaviloviana*.

Нашими исследованиями подтверждено, что наиболее перспективными и важными, с точки зрения качества зерна и передачи этих признаков посевному овсу, являются виды *A. magna*, *A. sterilis* и *A. ludoviciana* [5, 6].

Корреляционным анализом установлено, что для диплоидных ( $r = +0,52$ ) и тетраплоидных видов содержание белка напрямую зависит от размеров зерновки, для гексаплоидов ( $r = -0,20$ ) – с увеличением размера зерновок содержание белка в них падает. Следует отметить,

Таблица 4. Известные и выделенные источники повышенного содержания биохимических компонентов в зерновке у видов овса.

Вид	Геном	Белок	Масло
<i>A.bruhnsiana</i>	Cv	+	
<i>A.ventricosa</i>	Cv	+	+
<i>A.clauda</i>	Cp	+	
<i>A.pilosa</i>	Cp	+	+*
<i>A.prostrata</i>	Ap	+	
<i>A.damascena</i>	Ad		
<i>A.longiglumis</i>	Al	+*	*
<i>A.canariensis</i>	Ac	+	*
<i>A.wiestii</i>	As	*	*
<i>A.hirtula</i>	As	+	+
<i>A.atlantica</i>	As	*	
<i>A.strigiosa</i>	As	+	
<i>A.barbata</i>	AB	+*	+*
<i>A.vaviloviana</i>	AB	+	+
<i>A.abysinica</i>	AB		+
<i>A.magna</i>	AC	+*	+*
<i>A.murphyi</i>	AC	+*	*
<i>A.fatua</i>	ACD	+*	+*
<i>A.occidentalis</i>	ACD	+*	*
<i>A.ludoviciana</i>	ACD	+*	+*
<i>A.sterilis</i>	ACD	+*	+*
<i>A.sativa</i>	ACD	+*	+*
<i>A.byzantina</i>	ACD	+*	+*

Обозначения:

+ - известные по литературным данным источники качественных признаков овса,  
\* - выделенные в результате изучения источники качественных признаков овса.

что содержание всех «незаменимых» аминокислот (кроме метионина) тесным образом положительно связано с содержанием белка (0,78 – 0,94) и лизина (0,62 – 0,80). Детерминация между содержанием белка и лизина в белке зерновки была равна довольно высокому значению 60,1%. Содержание остальных аминокислот связано между собой положительно с разной степенью достоверности, кроме связи содержания метионина, имеющего отрицательную несущественную связь. Накопление масла и белка в зерновке овса идет разнонаправлено, и коэффициент детерминации этих признаков равен 13,7% при среднем достоверном отрицательном значении корреляции  $r = -0,37$ . Положительную существенную связь с уровнем плоидности и геномным составом образцов имело содержание мистициновой, стеариновой и олеиновой кислот и отрицательную с содержанием полиненасыщенных линолевой, линоленовой и насыщенной арахиновой кислотой. В большинстве случаев с увеличением содержания насыщенных (пальмитиновой и стеариновой) и мононенасыщенных (олеиновой) жирных кислот в масле овса уменьшается содержание полиненасыщенных кислот, которые легко подвергаются окислению при хранении зерна.

Устойчивость к эдафическим факторам. Исследования по поиску новых источников эдафической устойчивости среди дикорастущих сородичей зерновых культур приобретают особую актуальность, так как культурные виды в процессе эволюции в большинстве случаев утратили многие признаки, первоначально принадлежавших дикорастущим предкам. Результаты изучения показали, что виды (диплоидные и тетраплоидные), обладающие геномом С, имели низкий уровень устойчивости к избытку ионов алюминия и водорода в питательной среде, в то время как носители генома А с различным уровнем плоидности чаще отличались высокой алюмоустойчивостью, что подтверждается корреляционным анализом. Наибольшая группа устойчивых форм относилась к гексаплоидному виду *A. sterilis* из Турции (к-1421, 1428), Ирана (к-997, 1088, 1196, 1229), Ирака (к-1231), Сирии (к-1275, 1283), Израиля (к-1326, 1338, 1344), Марокко (к-1659), Эфиопии (к-1574) и Кении (к-1620). Устойчивые образцы были также отмечены у *A. fatua* из Грузии, Болгарии, Польши, Словакии и Монголии, *A. ludoviciana* из Ирака, Алжира и Ливана, *A. occidentalis* из Испании (Канарские о-ва) [1].

Установлено, что все дикорастущие виды овса, независимо от уровня плоидности, являются источниками солеустойчивости. Наиболее устойчивыми формами были *A. fatua* (к-46) из Грузии и (к-31) из Казахстана, *A. ludoviciana* (к-104) из Азербайджана.

Географическое распределение признаков показало, что наибольшее разнообразие многих изученных хозяйственно ценных признаков находится в центрах происхождения культурных растений, откуда происходят те или иные виды овса. Наибольшее разнообразие, как по устойчивости к различным патогенам, так и по крупнозерности или биохимическим показателям, можно найти в западной части Средиземноморского центра, в восточной части

Юго-Западного Азиатского центра или в Абиссинском центре происхождения культурных растений. Скорее всего, здесь, где сосредоточено все видовое и внутривидовое многообразие, могут быть найдены и новые устойчивые к болезням и вредителям, с высокими показателями качественных характеристик зерна и зеленой массы, крупнозерные и устойчивые к абиотическим факторам среды формы дикорастущих представителей рода *Avena* L.

## Литература.

1. Косарева И. А., Семенова Е. В., Лоскутов И. Г. Особенности алюмоустойчивости дикорастущих видов овса//Тез. конф. “Проблемы сохранения биоразнообразия в наземных и морских экосистемах Севера”. Апатиты, 2001. С. 90-91.
2. Лоскутов И. Г. Овес. Характеристика образцов видов овса по устойчивости к грибным и вирусным заболеваниям в условиях Северо-Запада России//Каталог мировой коллекции ВИР. Вып.735. С-Пб., 2002. 74 с.
3. Лоскутов И. Г. Вопросы систематики и эволюции видов рода *Avena* L//Матер. XI съезда Рус. ботан. о-ва. 2003. Т. 3. С. 157-158.
4. Лоскутов И. Г., Мережко В. Е. Каталог мировой коллекции ВИР. Овес (образцы с идентифицированными генами, контролирующими биологические, морфологических и хозяйственно ценные признаки). С-Пб. 1997. Вып. 687. 83 с.
5. Лоскутов И. Г., Чмелева З. В. Агрonomические признаки и биохимические характеристики зерна дикорастущих видов овса // Труды по прикл. бот., ген. и сел. С-Пб. ВИР, 1997. Т. 151. С. 98-106.
6. Лоскутов И. Г., Чмелева З. В., Губарева Н. К., Хорева В. И., Низова Г. К. Каталог мировой коллекции ВИР. Овес. (Характеристика зерна образцов дикорастущих видов овса по содержанию и аминокислотному составу белка и по содержанию и жирнокислотному составу масла в условиях Ленинградской области. Белковые формулы овса по электрофоретическим спектрам авенина). С-Пб. 1999. Вып. 704. 44 с.
7. Митрофанова К. С. К изучению некоторых межвидовых скрещиваний овса//Научно-агрonomический журн. 1927. № 4.
8. Мордвинкина А. И. Исходный материал по овсу для селекции в СССР//Труды по прикл. бот., ген. и селекции. Т. 32. Вып. 2. 1960. С. 57-100.
9. Щепетков А. А. Итоги оценки исходного материала по зимующему овсу в условиях Адыгеи//Адыг. с.-х. опыт. ст.. Сб. науч. работ. Майкоп, 1969. Вып. 1. С. 42-54.
10. Эмме Е. К. Эволюция овсов и овсюгов//Биол. журн. 1938. Т. 7.
11. Baum B. R. Pedigrees and other basis data of cultivars oats//In: World wide material that is needed for identification and registration. Res. Branch Canada Dep. Agr. 1969.
12. Frey K. J. Plant Breeding II. Edited. 1981. ISU. 497.
13. Frey K. J. Genetic resources of oats//In: Use of plant introductions in cultivar development. Part 1, 1991, CSSA Special publ. N. 17. P.15-24.
14. Frey K. J. Remaking a crop gene pool: the case history of *Avena*//Proceedings of SABRAO seventh international congress and WSAA symposium held at Academia Sinica. V. I. 1994. No. 35, P. 1-14.

15. *Frey K. J., Browning J. A., Simons M. D.* Registration of Multiline E76 and Multiline E77 oats//Crop Sci. 1985. V. 25. P. 1125.
16. *Frey K. J., Michel L. J., Murphy J. P., Browning J. A.* Registration of Webster isolines//Crop Sci. 1986. V. 26. P. 374-375.
17. *Hagberg P.* Artkorsningar i havre. (Abstract)//Nordisk Jordbrugsforskning. 1983. 65: 2. P. 271.
18. *Harder D. E., Chong J., Brown P. D., Sebesta J., Fox S.* Wild oat as a source of disease resistance: history, utilization and prospects//Proc. 4th Int. Oat Confer. Australia. V. II. 1992. P.71-81.
19. *Harlan J. R., De Wet J. M. J.* Toward a rational classification of cultivated plants//Taxon, 1971. V. 20. P. 509-517.
20. *Hayes J. D.* Arable crop breeding//In: Jubilee report of the Welsh plant breeding station 1919-1969. 1970.
21. International descriptor list genus *Avena* L. USSR. L. 1984.
22. *Jones I. T., O'Reilly A. M., Davies I. J. E. R.* Cereal breeding. Durable resistance to powdery mildew in oats//Annual report, 1983. Oats. Welsh Plant Breed. St. 1984. P. 93-94.
23. *Leggett J. M.* Using and conserving *Avena* genetic resources//Proc. 5th Inter. Oat Confer., Canada. V. I. 1996. P. 128-132.
24. *Loskutov I. G.* Wild species of oats from USSR as an initial material for plant breeding//Proc. 4th Inter. Oat Confer. Australia, V. III. 1992. P. 196-199.
25. *Loskutov I. G.* The collection of wild species of CIS as a source of diversity in agricultural traits//Genetic resources and crop evolution. 1998. V. 45. P. 191-195.
26. *Loskutov I. G.* Influence of vernalization and photoperiod to the vegetation period of wild species of oats (*Avena* spp.)//Euphytica. 2001. V. 117. P. 125-131.
27. *Loskutov I. G.* *Avena* wild species is a source of diseases resistance, biochemical characters and agronomical traits in oat breeding//Proc. International scientific conference. Agriculture. Lithuania. 2002, V. 78. P. 94-103.
28. *McKenzie R. I. H., Brown P. D., Martens J. W., Harder D. E., Nielsen J., Gill C. C., Boughton G. R.* Registration of Dumont oats//Crop Sci. 1984. V. 24. P. 207.
29. *McKenzie R. I. H., Martens J. W., Brown P. D., Harder D. E., Nielsen J., Boughton G. R.* Registration of Fidler oats//Crop Sci. 1981. V. 21. P. 623.
30. *McMullen M. S., Patterson F. L.* Oat cultivar development in the USA and Canada//In: Oat Science and Technology. Ed. by H.G.Marshall and M.E.Sorrels. Agronomy. N 33. USA, 1992. P. 573-612.
31. Oat Descriptors List. IBPGR. Italy. Roma. 1985.

32. *Ohm H. W., Shaner G.* Breeding oat for resistance to diseases//In: Oat Science and Technology. Ed. by H.G.Marshall and M.E.Sorreles. Agronomy N. 33. USA, 1992. P. 657-698.
33. *Popovic A. O.* Neke osobine hibrida dodbojnih ukostanjem kulturnog i divljeg ovsa//Archiv. poljopr. nauke. 1960. V.13. P. 42.
34. *Rajhathy T.* Evidence and an hypothesis for the origin of the C genome of hexaploid *Avena*//Can. J. Gen. Cytol. 1966. V.8. P. 774-779.
35. *Sharma D. C., Forsberg R. A.* Spontaneous and induced interspecific gene transfer for crown rust resistance in *Avena*//Crop Sci. 1977. V. 17. P. 855-860.
36. *Soldatov V. N., Merezko V. E. Loskutov I. G.* Evaluation of cultivated and wild oat species for tolerant to BYDV//Oat Newsletter. 1990. V.41. P. 70.
37. *Stuthman D. D., Wilcoxson R. D., Rines H. W.* Registration of Starter oat//Crop Sci. 1990. V. 30. P. 1365-1366.
38. *Suneson C. A.* Registration of Rapida oats//Crop Sci. 1967. V. 7. P. 168.
39. *Suneson C. A.* Registration of Sierra oats//Crop Sci. 1967. V. 7. P. 168.
40. *Suneson C. A.* Registration of Calif.C.C.II oat germplasm//Crop Sci. 1969. V. 9. P. 527.
41. *Suneson C. A.* Registration of Montezuma oats//Crop Sci. 1969. V. 9. P. 527.
42. *Suneson C. A., Miller M. D.* Wild oats sown for science yield the improved Sierra variety//Calif. Agric. 1962. V.16. P. 6.
43. *Thomas H.* New species of *Avena*//Proc. 3rd Inter. Oat Confer. Sweden. 1989. P. 18-23.
44. *Thomas H., Lloyd J. M.* Cytological studies of pentaploid hybrids and synthetic decaploid in *Avena*//Chromosoma, 1964. V. 15. P. 2.
45. *Thompson R. K.* Registration of Mesa oats//Crop Sci. 1967. V. 7. P. 167.
46. *Webster F. H.* (ed.) Oat. // Chemistry and technology. Amer. Ass. Cereal Chem. USA, 1986, 433 p.
47. *Welch R. W.* The chemical composition of oats//In: The oat crop. Production and utilization. Ed. by R.W.Welch. Chapman & Hall. 1995. P. 279-320.
48. *Welch R. W., Leggett J. M.* Nitrogen content, oil content and oil composition of oat cultivars (*A.sativa*) and wild *Avena* species in relation to nitrogen fertility, yield and partitioning of assimilates//J. Cereal Sci. 1997. V. 26. P. 105-120.