

УДК 633.13:631.559:631.527.5

Л.В. ПЕТРОВА, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник,
И.Н. КОНСТАНТИНОВА, заведующая лабораторией,
Е.И. ВАХРАМЕЕВА, старший научный сотрудник,
Е.А. ЕРЕМЕЕВА, старший научный сотрудник

Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
e-mail: yniicx@mail.ru

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ КОЛЛЕКЦИОННЫХ СОРТООБРАЗЦОВ ОВСА ПОСЕВНОГО

Представлены результаты кластерного анализа овса посевного (*Avena sativa* L.) по комплексу хозяйственно ценных признаков у 162 сортообразцов исходного селекционного материала коллекционных питомников 1999–2007 гг. Исследования проведены в условиях Центральной Якутии. На основе кластерного анализа по максимуму коэффициента корреляций ($r_{\max} = 0,63-0,94$) выделены образцы, имеющие положительную тесную связь с сортами овса Покровский и Якутский-1708, выведенными селекционерами Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Показаны данные трех дендрограмм кластеризации по максимуму коэффициента корреляций между сортообразцами коллекционных питомников за 1999–2007 гг. в условиях мерзлотных таежно-палевых легкосуглинистых почв Якутии. Выделены родительские формы от 4 до 7 кластеров, в которые входили образцы из Ивановской, Томской, Омской областей, Алтайского края, Финляндии, Австралии, Германии и Венгрии для создания новых сортов овса посевного, пригодных к суровым условиям Якутии.

Ключевые слова: овес, сортообразцы, кластеризация, сходство, селекция, максимум коэффициента корреляции.

Имеющиеся площади естественных кормовых угодий Республики Саха (Якутия) малопродуктивны и не в состоянии обеспечить животноводство кормами в полном объеме. Важную роль в решении проблемы кормопроизводства играют зернофуражные культуры. Производство зерна как продовольственного, так и кормового назначения остается одним из приоритетных направлений в земледелии и растениеводстве.

Овес имеет большое народнохозяйственное значение как культура разностороннего использования, важный источник растительного белка, жира и крахмала [1]. В Якутии он рекомендован для полевых севооборотов как идеальный предшественник при закладке семенных посевов многолетних злаковых трав [2]. Исследования А.Н. Скалзубовой, родоначальницы селекционной работы в Якутии, показали, что привозные сорта культур в Якутском округе не всегда своевременно вызревают за короткое лето, но в благоприятные по качеству зерна и урожайности годы их урожайность выше местных скороспелых форм. В связи с этим она указала на необходимость селекционной работы с местным материалом [3].

При использовании кластерного анализа при подборе родительских пар овса для скрещиваний определяются сходство и различие оцениваемых сортообразцов, что может обусловить успех скрещиваний и большую завязываемость семян у гибридов. Одной из причин низкой завязываемости семян может быть нарушение поведения хромосом в мейозе, что, в свою очередь, связано с различием в генах.

Цель исследования – определить при использовании кластерного метода сходство и различие коллекционных сортообразцов овса по комплексу признаков [4].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 1999–2007 гг. в условиях Центральной Якутии на опытных участках Покровского стационара по зерновым культурам Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Почвы опытных участков мерзлотные таежно-палевые легкосуглинистые, обладающие высоким потенциальным плодородием. Тип засоления сульфатно-хлоридный до 49,1 %. В составе солей преобладают натриевые соли.

Метеорологические условия в годы проведения исследований различались по гидротермическому режиму.

Для исследования привлечено 162 сортообразца различного эколого-географического происхождения из генофонда Всероссийского научно-исследовательского института растениеводства им. Н.И. Вавилова (ВНИИР) отечественной и зарубежной селекции, а также сорта, созданные на Покровском подразделении ЯНИИСХа на стационаре по зерновым культурам с применением методов гибридизации и различных отборов. Наблюдения, оценку и учет урожая в коллекционных питомниках проводили согласно международному классификатору СЭВ рода *Avena* L. и методическим указаниям по изучению мировой коллекции ячменя и овса. Экспериментальный материал обработан статистически по Б.А. Доспехову с помощью пакета прикладных программ Snedecor [4–6].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты кластеризации по максимуму коэффициента корреляций для сортообразцов из коллекционных питомников 1999–2007 гг. изучения указывают на большое различие по происхождению между ними.

Кластеризация 76 сортообразцов из коллекционных питомников 1999–2001 гг. изучения показала, что все изучаемые сортообразцы по максимуму коэффициента корреляций кластеров разделились на четыре кластера (рис. 1).

Самый многочисленный кластер IV, который включает 44,7 % сортообразцов этого питомника. В этот кластер вошли в основном образцы *A. sativa* L. зарубежной селекции (Австралия, Голландия, Великобритания, Канада, Мексика, Нидерланды, Румыния, Польша, США, Финляндия, Франция, Чехия и Швеция) и *A. byzantina* C. Koch из Мексики, а также 6 образцов отечественной селекции из Томской, Новосибирской, Ленинградской и Кемеровской областей. Наибольшее сходство обнаружено между образцами *A. sativa* L. из Мексики и Чехии, Канады и Новосибирской области ($r_{\max}$ равен соответственно 0,94 и 0,93).

Наименьшее число образцов объединено в кластере I – 9,2 % от числа сортообразцов этих питомников. Наибольшее сходство в данной группе выявлено между образцами *A. sativa* L. из Финляндии и Эстонии ($r_{\max} = 0,94$). В кластере III высокое сходство между собой по комплексу признаков показали образцы из Мексики и США ($r_{\max} = 0,92$).

С нашей точки зрения, наиболее интересным является анализ кластера II, в который входит широко возделываемый в Якутии сорт Покровский (стандарт). Сюда входят 25 % всех изученных сортообразцов этого питом-

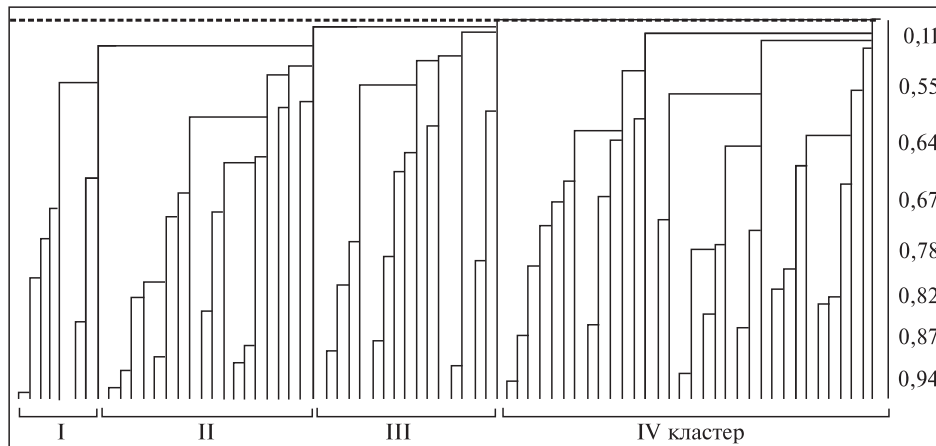


Рис. 1. Дендрограмма кластеризации по максимуму коэффициента корреляций между сортообразцами в коллекционных питомниках 1999–2001 гг. изучения (номера названия и происхождения образцов по каталогу ВИР, кластеры I–IV): кластер I: к-13802 – Финляндия, к-14450 – Эстония, к-14223 – Чехословакия, к-14370 – Украина, к-14429 – Франция, к-10934 – Польша, к-11717 – Кировская область; кластер II: к-14491 – Томская область, Покровский (стандарт) – Якутия, к-3104 – Ивановская область, к-14483 – Австралия, к-11610 – Венгрия, к-12104 – Омская область, к-14481 – Испания, к-6529 – Алтайский край, к-11899 – Томская область, к-12368 – Омская область, к-12369 – Омская область, к-14271 – Московская область, к-14407 – Великобритания, к-14421 – Омская область, к-14420 – Ленинградская область, к-7414 – Красноярский край, к-13475 – Омская область, к-14479 – Испания, к-14368 – Франция; кластер III: к-14424 – Великобритания, к-3581 – Новосибирская область, к-3588 – Новосибирская область, к-14475 – Испания, к-14386 – Франция, к-3590 – Омская область, к-3598 – Омская область, к-11020 – Архангельская область, к-14401 – Франция, к-11614 – США, к-11121 – Беларусь, к-14344 – США, к-14240 – Мексика, к-14349 – США, к-13470 – Мексика, к-14384 – Свердловская область; кластер IV: к-14289 – Румыния, к-14382 – Мексика, к-14406 – Чехия, к-14383 – Мексика, к-14036 – Львовский, к-12245 – Томская область, к-14396 – Чехия, к-10897 – Голландия, к-14404 – Франция, к-14413 – США, к-14405 – Великобритания, к-14345 – США, к-10942 – Швеция, к-14268 – Ленинградская область, к-10984 – Швеция, к-14416 – Алтайский край, к-13941 – Канада, к-13952 – Новосибирская область, к-14031 – Новосибирская область, к-14398 – Чехия, к-14400 – Чехия, к-14365 – Кемеровская область, к-14372 – Казахстан, к-14370 – Украина, к-11719 – Финляндия, к-14350 – США, к-12046 – Швеция, к-14399 – Чехия, к-13827 – Финляндия, к-14387 – Нидерланды, к-14376 – Франция, к-14428 – Нидерланды, к-14311 – Австралия, Овен – Тулунская ГСС.

ника. Он включает почти все (за исключением одного) образцы из Омской области, а также из Томской, Ленинградской, Ивановской, Московской областей, Красноярского и Алтайского краев, Австралии, Венгрии, Великобритании и Франции. Наибольшее сходство стандарта обнаружено с образцами *A. sativa* L. из Ивановской ($r_{\max} = 0,94$), Томской ($r_{\max} = 0,70$) областей, Алтайского края ($r_{\max} = 0,74$), Австралии ($r_{\max} = 0,92$) и Венгрии ($r_{\max} = 0,81$).

В коллекционных питомниках 2002–2004 гг. сортообразцы были также разделены на четыре кластера. Сорт Покровский якутской селекции находится в кластере III, в который входят более 33 % образцов этих питомников. В этот кластер вошли в основном образцы *A. sativa* L. зарубежной селекции из Швеции, Финляндии, Великобритании, Германии. Наиболее тесная связь сорта Покровский была с образцом из Германии ($r_{\max} = 0,68$).

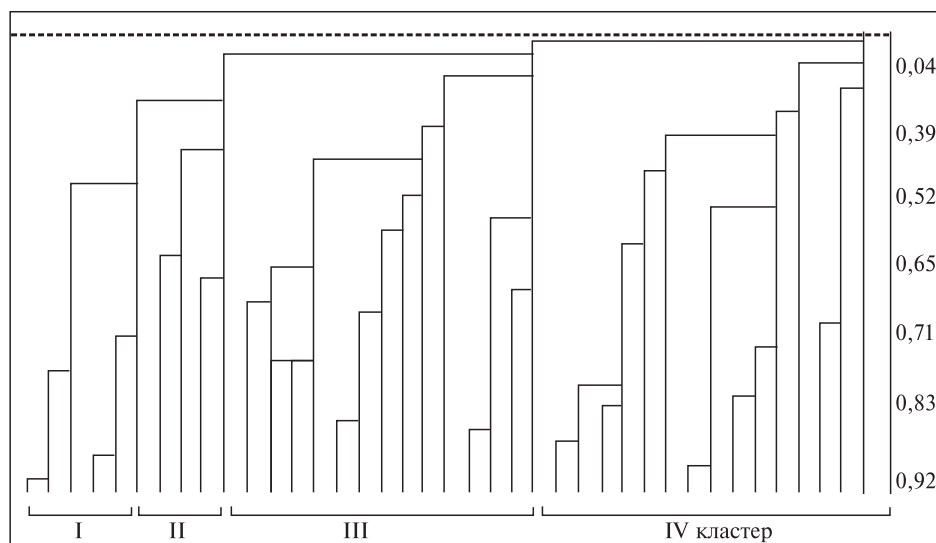


Рис. 2. Дендрограмма кластеризации по максимуму коэффициента корреляций между сортообразцами в коллекционных питомниках 2002–2004 гг. изучения (номера названия и происхождения образцов по каталогу ВИР, кластеры I–IV): кластер I: к-14491 – Томская область, к-14668 – Турция, к-14483 – Австралия, к-14582 – Германия, к-14659 – Свердловская область; кластер II: к-14548 – США, к-12245 – Томская область, к-14573 – США, к-14424 – Великобритания; кластер III: к-14545 – Австралия, Покровский (стандарт) – Якутия, к-14587 – Германия, к-12046 – Швеция, к-13802 – Финляндия, к-14420 – Ленинградская область, к-14522 – Польша, к-14421 – Омская область, к-14570 – Кировская область, к-14534 – Чили, к-14521 – Польша, к-12104 – Омская область, к-14407 – Великобритания; кластер IV: к-14416 – Алтайский край, к-7414 – Красноярский край, к-14450 – Эстония, к-13475 – Омская область, к-14572 – Красноярский край, к-14588 – Германия, к-14429 – Франция, к-14036 – Львовский, к-14614 – Ленинградская область, к-14428 – Нидерланды, к-14574 – Краснодарский край, к-14663 – Польша, к-14535 – Чили, к-14335 – Япония, к-14544 – Австралия, к-14387 – Нидерланды.

По сравнению с образцами из питомников 1999–2001 гг. кластера II сходство в данном случае было небольшое (рис. 2). Наибольшее сходство в этих питомниках обнаружено между образцами из Томской области и Турции ($r_{\max} = 0,92$).

Анализируя дендрограмму кластеризации 41 сортообразца из коллекционных питомников 2006–2007 гг., можно видеть, что сорт якутской селекции (стандарт) входит в самую многочисленную группу кластеров (рис. 3).

Кластер VII включает 39 % сортообразцов этих питомников. Он объединяет подкластер, в который входят образцы *A. sativa* L. из Эстонии (к-14450), Франции (к-14429), Австралии (к-14483), Московской области (к-14787), Омской области (к-14778) и Финляндии (к-1380). Наибольшее сходство стандарта выявлено с образцом из Финляндии ($r_{\max} = 0,68$). Среди всех изученных сортообразцов сходство было наибольшим между двумя образцами из США в кластере I ($r_{\max} = 0,94$), к-14741 и 14768 соответственно (см. рис. 3). Тесная связь выявлена между двумя скороспелыми образцами *A. sativa* L. из Казахстана (к-4096) и *A. byzantina* C. Koch из США (к-14735). Среди 9 сортообразцов коллекций изучения наиболее тесная связь стандарта сорта Якутский обнаружена с образцом из Финляндии (к-11582) ($r_{\max} = 0,63$).

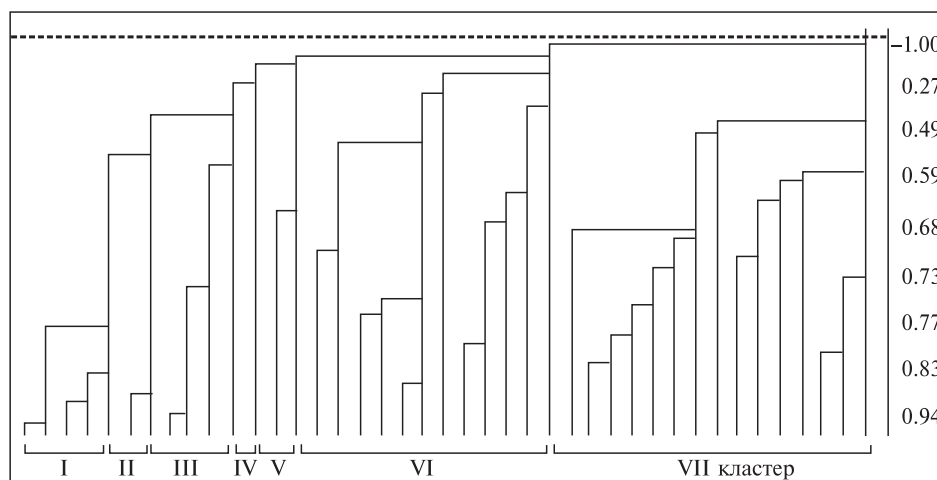


Рис. 3. Дендрограмма кластеризации по максимуму коэффициента корреляций между сортообразцами в коллекционных питомниках 2006–2007 гг. изучения

(номера названия и происхождения образцов по каталогу ВИР, кластеры I–VII):

кластер I: к-14741 – США, к-14745 – США, к-14772 – США, к-14553 – США; кластер II: к-14733 – США, к-14761 – США; кластер III: к-14668 – Турция, к-4096 – Казахстан, к-14561 – С.И. 9273, к-14735 – США; кластер IV: к-14739 – США; кластер V: к-12325 – Канада, к-12245 – Томская область; кластер VI: к-14783 – Иркутская область, к-14792 – Польша, к-14697 – Германия, к-14718 – Беларусь, к-14614 – Ленинградская область, к-14555 – США, к-14664 – Польша, к-14786 – Алтайский край, к-14731 – США, к-14799 – США, к-14663 – Польша, к-14798 – США, к-14782 – Кировская область; кластер VII: Покровский (стандарт) – Якутия, к-14450 – Эстония, к-14429 – Франция, к-14483 – Австралия, к-14787 – Московская область, к-14778 – Омская область, к-13802 – Финляндия, к-14726 – Латвия, к-14628 – Австралия, к-14607 – Канада, к-14669 – Турция, к-14768 – США, к-14758 – США, к-13749 – Кировская область, к-14631 – Австралия.

ВЫВОДЫ

1. Результаты кластеризации исследований по максимуму коэффициента корреляций сортообразцов из коллекционных питомников 1999–2007 гг. изучения указывают на большое различие по происхождению между ними. Число кластеров в зависимости от изучаемых сортообразцов варьировало от 4 до 7, которые могли включать и подкластеры. Наиболее тесная связь сорта Покровский селекции ЯНИИСХа за 1999–2007 гг. изучения обнаружена с образцами из Ивановской (к-3104), Томской (к-11899), Омской областей (к-12104), Алтайского края (к-6529), Финляндии (к-1380), Австралии (к-14483), Германии (к-14587) и Венгрии (к-11610), а сорта Якутский – с образцами из Финляндии (к-11582). Максимум коэффициента корреляций между ними и стандартами варьировал от 0,63 до 0,94.

2. На основе кластерного анализа по максимуму коэффициента корреляций выделены сортообразцы, имеющие тесную связь ($r_{\max} = 0,63–0,94$) с сортами Покровский и Якутский селекции ЯНИИСХа – 1708.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Амбросьева Л.В. Исходный материал для селекции овса посевного *Avena sativa* L. в условиях Центральной Якутии: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Новосибирск, 2008. – 18 с.
2. Ефимов З.Г., Ефимова А.З., Слепцова А.И. Основы возделывания костреца безостого в условиях Центральной Якутии. – Якутск, 2002. – 105 с.
3. Скалозубова А.Н. Хлебные злаки Якутского округа // Материалы комиссии по изучению якутского округа по данным агрономического отряда Якутской экспедиции АН СССР в 1926 г. – М., 1930. – Вып. 39. – С. 239–283.
4. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск, РПО СО РАСХН, 2004. – 162 с.
5. Международный классификатор СЭВ рода *Avena* L. / сост. В. Великовский, И. Бареш, А. Форел, Я. Сегналова. – М., 1984 – 38 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1985. – 351 с.

Поступила в редакцию 25.09.2014

L.V. PETROVA, Candidate of Science in Agriculture, Senior Researcher,
I.N. KONSTANTINOVA, Laboratory Head,
E.I. VAKHRAMEYEVA, Senior Researcher,
E.A. EREMEYEVA, Senior Researcher

Yakut Scientific Research Institute of Agriculture
e-mail: yniicx@mail.ru

CLUSTER ANALYSIS OF COLLECTION VARIETY SAMPLES
OF OAT (AVENA SATIVA L.) IN CENTRAL YAKUTIA

Results are given from cluster analysis of oat (*Avena sativa* L.) as to a complex of agronomic traits in initial breeding material of 1999–2007 collection nurseries of 162 accessions. Based on cluster analysis as to the maximum correlation coefficient ($r_{\max} = 0.63–0.94$) were selected the samples having a close positive relationship with local oat varieties Pokrovsky and Yakutsk-1708 bred at the Yakut Scientific Research Institute of Agriculture. There are presented data of three dendrograms showing clustering as to the maximum correlation coefficient between accessions of 1999–2007 collection nurseries under conditions of permafrost-taiga pale-yellow light-loam soils of Yakutia. There were selected parental forms from 4 to 7 clusters, which included samples from Ivanovo, Tomsk and Omsk Regions, Altai Territory, Finland, Australia, Germany and Hungary to create new varieties of oat fit for rigorous conditions of Yakutia.

Keywords: oats, accessions, clustering, similarity, breeding, maximum correlation coefficient.
