

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ СОРТООБРАЗЦОВ ОВСА ПОСЕВНОГО (*AVENA SATIVA* L.) ПО ЭЛЕМЕНТАМ СТРУКТУРЫ УРОЖАЯ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

Л.В. ПЕТРОВА¹, А.З. ПЛАТОНОВА²

(¹ ФГБНУ Якутский научно-исследовательский институт им. М.Г. Сафронова;

² Октемский филиал ФГБОУ ВО Якутская ГСХА)

Погодные условия 2008–2010 гг. изучения характеризовались, как неблагоприятные по выпадению осадков и накоплению суммы активных температур. Гидротермический коэффициент составил 0,4–0,9. Растения овса испытывали недостаток продуктивной влаги и тепла. В полевых условиях Хангаласского улуса Республики Саха (Якутия) изучали более 12 фенотипических признаков овса. В данной статье остановились на 6 основных хозяйственно-ценных признаках (урожайность зерна, масса зерна с растения, масса зерна с метелки, число зерен в метелке, масса 1000 зерен, продуктивная кустистость), которые вводили в программу кластерного анализа для сортообразцов коллекции ВИР. В результате расчетов определены кластеры сортов в коллекционных питомниках в годы изучения. Оценены корреляционные связи по 6 признакам в годы изучения.

Выборка номеров по кластерам показала, что I–II кластеры были немногочисленными. Стабильность состава сортообразцов в каждый год изучения колебалась. Наиболее ценными сортообразцами по стабильности отбора оказались III–IV кластеры. Стандартный сорт Покровский за три года изучения входил в III за 2008–2009 гг., и V кластер – 2010 г.

В III кластере по сходству в своих признаках за годы изучения определились сортообразцы с каталога ВИР: $K_{ВИР}$ – 14923 из Китая как в 2009 г., так и в 2010 г. Сортообразец $K_{ВИР}$ -14697 из Германии сформировал массу зерна с растения по 5,2 г как в 2008 г., так и в 2009 г.

В IV кластере сходство признаков отмечено у 3 сортообразцов из США ($K_{ВИР}$ -14741, $K_{ВИР}$ -14553, $K_{ВИР}$ -14758), 2 сортообразцов из России ($K_{ВИР}$ -14859 Хабаровский край, $K_{ВИР}$ -14420 Ленинградской области) и одного сорта из Франции ($K_{ВИР}$ -13786).

Таким образом, кластерный анализ сортообразцов сформировал группы номеров по сходству. В статье представлены и обсуждаются анализ корреляционных связей по 6 основным хозяйственно-ценным признакам. При отборе сортообразцов на урожайность овса посевного следует обратить внимание на признаки 1 – число зерен в метелке, 2 – массу зерен с метелки и 3 – массу зерна с растения овса посевного.

Ключевые слова: овес посевной (*Avena sativa* L.), образцы, коллекционный питомник, кластерный анализ, кластер, коэффициент корреляции, масса 1000 зерен, масса зерна с растения, число зерен в метелке, Центральная Якутия.

Введение

По многолетним исследованиям селекционеров зерновых культур для подбора родительских форм будущих новых сортов хорошо зарекомендовал себя метод кластерного анализа. Изучение исходного материала коллекции ВИР им. Н.И. Вавилова необходимо проводить в течение 3–5 лет. Сорта овса ярового, оказавшиеся явно не перспективными по результатам испытания первого года, отбраковывают и исключают из дальнейших исследований. Учитывают, прежде всего, скороспелость сортообразцов, продуктивность метелки, устойчивость к полеганию, засухоустойчивость и др. признаки [1, 12]. При засухе и коротком вегетационном сезоне лучше всего подходит такой тип растений, который отличается не очень высоким

потенциалом урожайности, но наиболее устойчив во всех отношениях к неблагоприятным факторам среды. При этом, чем жестче факторы среды, тем еще более сужаются возможности отбора. В условиях короткого северного лета нужны скороспелые сорта, а на фоне засухи – засухоустойчивые [3, 6]. В этом отношении усложняется выведение новых сортов со всеми желательными признаками и свойствами, строго адаптированных к условиям местного климата.

Фенотипические хозяйственно-ценные признаки необходимо учитывать при структурном анализе растительных проб нового сорта овса. Уделять внимание продолжительности межфазных периодов при формировании высокого урожая овса [16, 17].

Поэтому на практике необходимо выбраковывать большое количество позд-неспелого гибридного материала только из-за продолжительности вегетационного периода или недостаточной засухоустойчивости, даже если по всем остальным параметрам он вполне отвечает требованиям желательного типа сорта [12].

В настоящее время, при селекции овса в условиях Якутии наиболее важными являются следующие признаки: скороспелость, засухоустойчивость, продуктивная кустистость, масса 1000 зерен и др. Задача усложняется еще и тем, что они нередко находятся в отрицательной корреляции один с другим [12, 4]. В своих исследованиях мы столкнулись с необходимостью классифицировать результаты оценки элементов структуры урожая сортов овса ярового для создания на их основе исходного материала при селекции овса ярового в условиях Якутии. Для этого мы использовали Статистическую программу Сорокина «Многомерные методы анализа – Кластерный анализ массива признаки – объект» и фенотипический тип корреляции по значениям основных хозяйственно-ценных признаков овса посевного.

При подборе родительских пар для скрещиваний возникает потребность в определении сходства и различия оцениваемых сортообразцов, что может объяснить успех скрещиваний и большую завязываемость семян у гибридов. Одним из методов, позволяющих определить сходство и различие образцов по комплексу признаков, является кластерный анализ [7, 12].

Цель исследований – отбор ценных для селекции коллекционных сортообразцов овса посевного (*Avena sativa* L.), сходных по основным хозяйственно-ценным признакам с районированным сортом Покровский в условиях Якутии.

Задачи исследований:

1. Определение корреляционных признаков по максимальному коэффициенту корреляции сортов ($r_{\max} = 1.0 \dots 2.0 <$) в коллекционных питомниках 2008–2010 гг., определяющих сходство сортов и многочисленность в кластере.

2. Отбор сходных с районированным сортом Покровский сортообразцов.

Место и условия проведения исследований

Работу проводили в 2008–2010 гг. в условиях Центральной Якутии. Лабораторные и полевые исследования выполнялись на базе существующих опытных участков Покровского стационара по зерновым культурам Якутского научно-исследовательского института сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова (Якутский НИИСХ), в лаборатории селекции и семеноводства зерновых и кормовых культур. Предшественник – пар.

Для точности отбора было изучено 67 сортообразцов в течение 3 лет различного эколого-географического происхождения коллекции ФГБНУ Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР).

Агрохимические свойства почвы определяли с использованием общепринятых методик в лаборатории биохимии и массового анализа Якутского НИИСХ на инфракрасном анализаторе «Инфранид 61». Почва опытных участков мерзлотная таежно-палевая, осолодевшая по механическому составу, среднесуглинистая, с содержанием в пахотном слое: гумуса 3–6%, величина этого показателя уменьшается до 1–1,5%. Содержание подвижного фосфора по Эгнеру–Риму – 10,43 мг/100 г почвы, обменного калия по Масловой – 27,4 мг/100 г почвы. Реакция водной вытяжки щелочная по всему профилю, район – 7,11–7,55, гидролитическая кислотность почвы – 0,84–0,98 мг/экв. на 100 г почвы. Тип засоления – сульфатно-хлоридный (до 49,1%). В составе солей преобладают натриевые соли [7].

Полевые опыты закладывались однофакторным опытом, согласно общепринятым методикам полевого опыта Б.А. Доспехова (1985 г.).

Объект исследований – овес посевной (*Avena sativa* L.)

Материал исследований – коллекция сортов из ВИР.

За годы исследований (2008–2010 гг.) по фактическим данным метеостанции Хангаласского улуса г. Покровск Республики Саха (Якутия) вегетационный период характеризовался как засушливый и влажный к концу вегетационного периода. Сумма активных температур воздуха выше +10°C с момента посева до созревания овса ярового составляла от 1827,2 до 1881°C (рис. 1), сумма осадков за данный период достигала 69,5–172,6 мм. (рис. 2). Наиболее сухим по осадкам был 2009 г. (ГТК = 0,4), более увлажненным при ГТК 0,9–0,8 были 2008 и 2010 гг., соответственно (рис. 3).

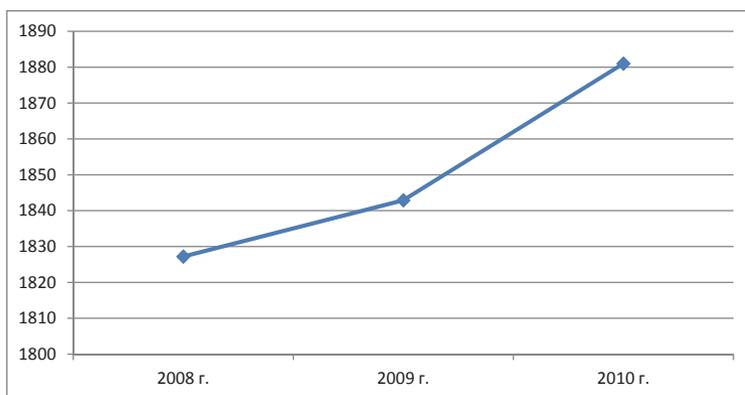


Рис. 1. Сумма активных температур воздуха выше 10°C в 2008–2011 гг., °C

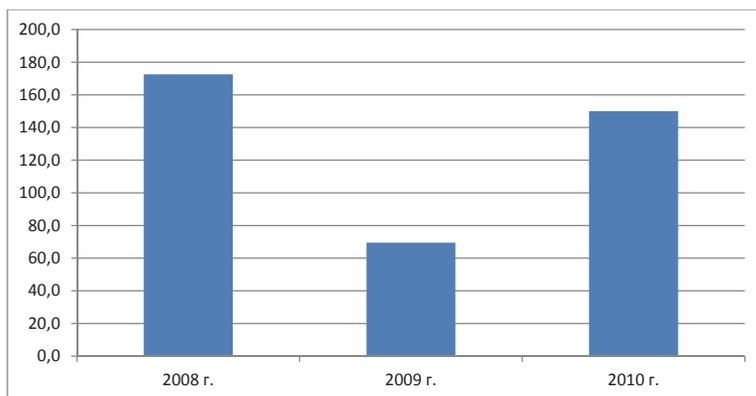


Рис. 2. Сумма осадков при температуре воздуха выше 10°C, мм

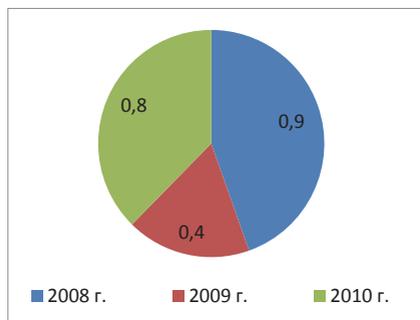


Рис. 3. Значение Гидротермического коэффициента (ГТК) в вегетационный период 2008–2010 гг.

Наиболее засушливым было лето 2009 г., остальные годы исследований (2008, 2010 гг.) были достаточно увлажненными.

Результаты и обсуждение

Для выполнения поставленной цели были подвержены иерархической кластеризации сортообразцы разных лет изучения. Объемы выборки были следующие: 42 сортообразца коллекционного питомника 2008 г., 45 сортообразцов – 2009 г., 45 сортообразцов – 2010 г. Вегетационный период у разных сортообразцов варьировал от 65 до 70 дней. Камеральные

работы статистической обработки данных сортообразцов по элементам структуры урожая овса ярового установили, что в данной генеральной совокупности выделяются 4 кластера в 2008 г. (рис. 4). В кластерном анализе в основу группировок включены 6 признаков: урожайность зерна, масса зерна с растения, масса зерна с метелки, число зерен в метелке, масса 1000 зерен, продуктивная кустистость. Кластерный анализ сортов овса ярового в 2008 г. по элементам структуры урожая показал, что при создании новых сортов в качестве исходного материала необходимо подбирать сорта из разных кластеров, так как сорта из одного кластера несут похожую генную информацию. Таким образом, использование методов многомерной классификации позволило одновременно учесть всю совокупность изучаемых признаков, значения которых в каждом кластере были неоднородными (табл. 1). Сортосостав каждого кластера представлен в таблице 1.

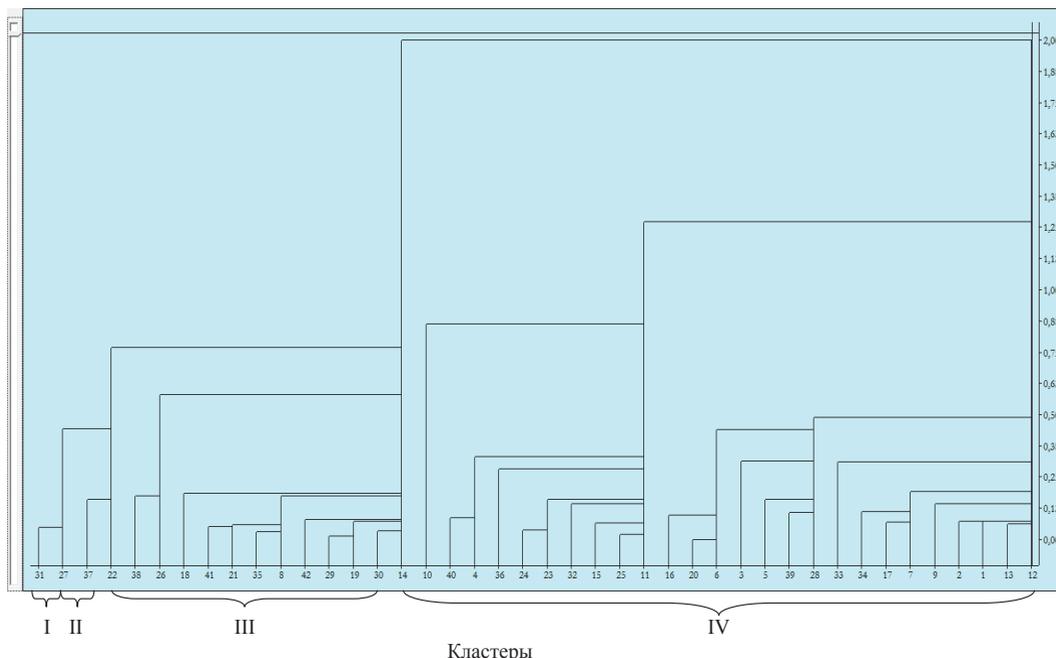


Рис. 4. Дендрограмма кластеризации по максимуму коэффициента корреляции между сортообразцами в коллекционном питомнике овса ярового 2008 г. (расшифровка номеров представлена в табл. 1)

Таблица 1

**Кластеризация сортов по 6 признакам в коллекционном питомнике
по дендрограмме, 2008 г.**

I кластер		II кластер		III кластер		IV кластер	
A/B*	Происхождение	A/B рис. 4*	Происхождение	A/B рис. 4*	Происхождение	A/B рис. 4*	Происхождение
14731/31	США	14879/27	Япония	14894/22	США	14420/14	Ленингр. обл.
		14614/37	Ленингр. обл.	14718/38	Белоруссия	14015/10	Индия
				14884/26	США	14745/40	США
				14483/18	Австрия	14863/4	Эстония
				Покровский / 41	Якутия	14799/36	США
				14829/21	Финляндия	14844/24	Австралия
				14589/35	Германия	14783/23	Иркут. обл.
				14697/8	Германия	14561/32	США
				14792/42	Польша	14862/15	Ленингр. обл.
				14833 /29	Финляндия	14506/ 25	Курская обл.
				14450 /19	Эстония	14761 /11	США
				13749/30	Кировская обл..	14631/16	Австрия
						13786 /20	Франция
						14875/6	Япония
						14861/3	Тюмень
						14871/5	Япония
						14768 /39	США
						14878/28	Япония
						14664/33	Польша
						14735/34	США
						14758 /17	США
						14553/7	США
						14739/9	США
						14859/2	Хабар. кр.
						14857/1	Кировская обл.
						14741/13	США
						14840/12	США
Всего 42							

Примечание. А – номер по каталогу ВИР, В – номер из рис. 4.

Была решена задача классификации сортов и выявлена ее структура. В 1 кластер вошел лишь один сорт из США ($K_{\text{ВИР}}-14731$). Во 2 кластер – 2 сортообразца из Японии ($K_{\text{ВИР}}-14879$) и Ленинградской области ($K_{\text{ВИР}}-14614$). В третий кластер – 12 сортообразцов, в том числе 2 номера из США ($K_{\text{ВИР}}-14894, 14884$), 2 номера из Германии ($K_{\text{ВИР}}-14589, 14697$), 2 из Финляндии ($K_{\text{ВИР}}-14829, 14833$) и по одному сортообразцу из Австрии ($K_{\text{ВИР}}-14483$), Якутии (сорт Покровский), из Польши ($K_{\text{ВИР}}-14792$), Алтайского края ($K_{\text{ВИР}}-14786$) и Эстонии ($K_{\text{ВИР}}-14450$). В 4 кластер входят 27 сортообразцов. Основную долю здесь занимают 11 сортообразцов из США, 7 сортообразцов из России ($K_{\text{ВИР}}-14420, K_{\text{ВИР}}-14783, K_{\text{ВИР}}-14786, K_{\text{ВИР}}-14506, K_{\text{ВИР}}-14861, K_{\text{ВИР}}-14859, K_{\text{ВИР}}-14857$) 3 сортообразца из Японии ($K_{\text{ВИР}}-14871, K_{\text{ВИР}}-14875, K_{\text{ВИР}}-14878$), по одному сортообразцу из Индии ($K_{\text{ВИР}}-14015$), Эстонии ($K_{\text{ВИР}}-14863$), Австралии ($K_{\text{ВИР}}-14844$), Австрии ($K_{\text{ВИР}}-14631$), Франции ($K_{\text{ВИР}}-13786$), Польши ($K_{\text{ВИР}}-14664$).

Достоинство проведенного нами кластерного анализа состоит в том, что он позволил сгруппировать сорта не по одному параметру, а по целому набору признаков, что позволило нам провести кластеризацию одновременно по 6 признакам структурного анализа растений овса ярового. Во втором кластере продуктивная кустистость отмечена на уровне 4,9–5,4 шт, масса 1000 зерен зафиксирована в пределах 28,2 и 39,2 г.

В третьем кластере урожайность зерна у всех образцов варьировала от 140 до 330 г/м², продуктивная кустистость от 3,3 до 5,8 шт. Сильная корреляция отмечена между массой зерна с метелки и массой зерна с растения ($r = 0,7$). Между урожайностью и массой зерна с растений коэффициент корреляции составил 0,6. Максимальное количество зерен в метелке (63 шт.) было зафиксировано у сортообразца из США ($K_{\text{ВИР}}-14885$), однако его урожайность составила 180 г/м². Такой показатель объясняется количеством продуктивных стеблей (до 5,8 шт.) и высокой влажностью вегетационного периода. Крупное зерно отмечено у номера из России (Алтайский край $K_{\text{ВИР}}-14786$) с массой 1000 зерен – 53,2 г и урожайностью 230 г/м². Были отобраны 3 сортообразца по массе зерна 4,8 г с растения из России ($K_{\text{ВИР}}-14786$), Белоруссии ($K_{\text{ВИР}}-14718$) и Финляндии ($K_{\text{ВИР}}-14833$).

В четвертый кластер вошли 27 сортообразцов с низкой урожайностью зерна от 40 до 230 г/м². Отмечено низкое количество зерен в метелке – от 14 до 40 штук. При этом крупность зерна у сортообразцов была достаточно высокой от 29,4 до 53,2 г. Данный кластер характеризуется низкой продуктивностью метелки (от 0,4 до 1,6 г), что отрицательно повлияло на урожайность овса ярового, сформировав у сортообразцов 4 кластера низкую урожайность (от 40 до 230 г/м²) (табл. 2).

Максимальную урожайность зерна (219 г/м²) обеспечил сортообразец из Кировской области $K_{\text{ВИР}}-14782$. Из представленной дендрограммы (рис. 5) видно, что в 2009 г. сортообразцы разделились на 3 группы кластеров.

В I кластер вошел один сорт из Канады ($K_{\text{ВИР}}-14940$) (табл. 3, рис. 5).

Во II кластер вошли 13 сортообразцов или 28,8% от выборки: 3 сортообразца из России, 8 сортообразцов из США, по 1 сортообразцу из Канады и Индии.

Кластер III является самым многочисленным, который включает 31 сортообразец, или 68,8% от выборки. В данный кластер вошли 9 сортообразцов из России, в том числе стандартный районированный сорт овса Покровский, по 3 сортообразца из Германии, Чехии, Китая; по 2 сортообразца из Австралии, Эстонии, Японии и по 1 сортообразцу из США, Австралии, Франции, Австрии, Белоруссии, Швеции и Канады (рис. 5).

Таблица 2

Характеристика сортов овса ярового по ценным хозяйственным признакам по дендрограмме, 2008 г.

A/B*	Сорт	Урожайность зерна		Масса зерна с растения, г	Масса зерна с метелки, г	Число зерен в метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г	Продуктивная кустистость, шт.
		г/м ²	% к st/					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I кластер								
14731/31	США	275,0	134,1	4,8	1,3	39,0	37,8	5,6
II кластер								
14879/27	Япония	255,0	124,4	3,6	0,8	31,0	28,2	5,4
14614/37	Ленинградская обл.	220,0	107,3	3,4	1,4	40,0	39,2	4,9
III кластер								
14894/22	США	215,0	104,8	3,1	1,1	30,0	37,2	4,4
14718/38	Белоруссия	190,0	92,7	4,8	1,5	44,0	39,4	5,7
14884/26	США	180,0	87,8	7,8	2,2	63,0	38,2	5,8
14483/18	Австрия	140,0	68,3	3,2	1,8	58,0	36,0	3,7
Покровский/41	Якутия	205,0	100,0	3,6	1,5	44,6	38,3	4,2
14829/21	Финляндия	265,0	129,3	5,0	1,9	56,0	37,8	4,5
14589/35	Германия	200,0	97,5	4,4	1,5	43,0	39,8	4,9
14697/8	Германия	210,0	102,4	5,2	1,6	46,0	37,8	4,4
14792/42	Польша	330,0	160,9	5,6	2,2	53,0	37,8	4,1
14833/29	Финляндия	260,0	126,8	4,8	2,2	55,0	41,8	3,3
14450/19	Эстония	160,0	78,0	3,3	1,6	39,0	39,0	3,5
13749/30	Кировская обл..	230,0	99,0	4,8	1,7	33,0	53,2	4,6
IV кластер								
14420/14	Ленинградская обл.	220,0	107,3	3,4	1,8	48,0	41,4	3,9
14015/10	Индия	110,0	53,6	1,8	1,0	30,0	36,8	4,6
14745/40	США	61,5	30,0	1,4	0,9	24,0	36,8	3,9

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14863/4	Эстония	90,0	43,9	2,6	1,2	31,0	40,6	4,7
14799/36	США	135,0	65,8	3,4	1,3	26,0	42,0	5,1
14844/24	Австралия	96,0	46,8	3,5	1,4	30,0	51,2	4,6
14783/23	Иркутская обл.	101,3	49,4	2,2	1,1	26,0	47,8	3,9
14561/32	США	120,0	58,5	2,2	0,9	23,0	38,0	4,2
14862/15	Ленинград- ская обл.	230,0	112,2	4,8	1,6	33,0	53,2	4,6
14506/25	Курская обл.	190,0	92,7	3,1	1,2	29,0	45,0	3,9
14761/11	США	100,0	48,7	1,5	0,6	18,0	38,0	3,1
14631/16	Австрия	150,0	51,2	5,3	1,3	32,0	39,4	6,0
13786/20	Франция	220,0	107,3	7,3	1,3	40,0	38,4	7,8
14875/6	Япония	40,0	19,5	2,6	0,4	14,0	29,4	4,2
14861/3	Тюменский край	40,8	19,9	2,4	1,1	33,0	37,8	5,4
14871/5	Япония	62,0	30,2	2,5	0,8	30,0	30,2	5,0
14768/39	США	50,0	24,4	2,9	1,1	32,0	32,2	4,8
14878/28	Япония	51,5	25,1	2,7	1,0	32,0	34,2	5,2
14664/33	Польша	150,0	51,2	3,3	1,1	31,0	40,2	5,1
14735/34	США	110,0	53,6	1,9	0,9	26,0	37,4	5,7
14758/17	США	145,0	70,7	3,0	0,9	30,0	36,2	5,8
14553/7	США	160,0	78,0	2,6	0,6	17,0	37,6	7,6
14739/9	США	55,5	27,1	3,1	0,8	16,0	39,4	5,3
14859/2	Хабаровский край	49,5	24,1	1,9	0,9	26,0	37,4	5,7
14857/1	Кировская обл.	54,0	26,3	2,4	0,7	21,0	37,0	6,1
14741/13	США	79,5	38,7	2,3	0,8	22,0	40,4	5,6
14840/12	США	80,0	39,0	2,9	1,1	23,0	40,6	6,1
НСР ₀₅		16,0						

Сортообразец 14940 (Канада) вошел в первый кластер по минимальной урожайности зерна $66,9 \text{ г/м}^2$ и более низкому содержанию числа зерен в метелке (34 шт.) при продуктивной кустистости 2,9 шт. Во II кластере урожайность сортообразцов варьировала от $56,3$ до $190,0 \text{ г/м}^2$. Здесь масса 1000 зерен составила $40,0$ – $57,0 \text{ г}$, продуктивная кустистость – $3,1 \dots 4,4$ шт., масса зерна с метелки – от $0,7$ до $2,5 \text{ г}$. Образец из США $K_{\text{ВИР}}-14840$ сформировал крупное зерно с массой 1000 зерен 57 г . и продуктивной кустистостью 3,5 шт.

В третьем кластере урожайность зерна всех образцов варьировала от $73,1$ до 219 г/м^2 , продуктивная кустистость от $2,7$ до $6,4$ шт. Сильная корреляция отмечена между массой зерна с метелки и с массой зерна с растения ($r=0,74$). Между урожайностью и массой зерна с растений коэффициент корреляции составил $0,46$. Максимальное количество зерен в метелке ($78,3$ шт.) зафиксировано у сортообразца из России ($K_{\text{ВИР}}-14909$) с урожайностью $153,6 \text{ г/м}^2$. Такой показатель можно объяснить количеством продуктивных стеблей до $3,5$ шт. и массой 1000 зерен до 42 г . Крупным зерном характеризовался номер из Китая ($K_{\text{ВИР}}-14923$) с массой 1000 зерен – $51,0 \text{ г}$, обеспечив урожайность $143,9 \text{ г/м}^2$. По массе зерна с метелки отобран сортообразец $K_{\text{ВИР}}-14787$ из Московской области $2,8 \text{ г}$. (табл. 4).

По иерархической кластеризации образцы, вошедшие в III кластер, могут быть использованы в питомнике гибридизации с сортообразцами другого кластера для улучшения основных хозяйственно-ценных признаков овса посевного (табл. 5).

Наиболее тесная связь сорта якутской селекции за 2009 г. изучения обнаружено между сортообразцом из Японии ($K_{\text{ВИР}}-14871$), Белоруссии ($K_{\text{ВИР}}-14718$) и Китая ($K_{\text{ВИР}}-14922$) (рис. 5).

В более засушливый 2009 г. сортообразцы обеспечили среднюю урожайность зерна от $56,3$ до $219,0 \text{ г/м}^2$. Масса 1000 зерен уменьшилась по сравнению с 2008 г. у контрольного сорта Покровский. Кластерный анализ по совокупности признаков определил 3 кластера (табл. 3, 4, рис. 5).

2010 г. характеризовался как теплый и умеренно-засушливый с ГТК $0,8$ при сумме осадков за вегетационный период 150 мм . Растения овса ярового прошли все стадии онтогенеза без появления подгонов к концу вегетации. Структурный анализ по изучаемым признакам показал, что сорт якутской селекции Покровский сформировал урожайность зерна $203,7 \text{ г/м}^2$ с массой 1000 зерен $36,8 \text{ г}$, числом зерен в метелке $75,9$ шт.

Кластерный анализ по совокупности 6 признаков распределил сортообразцы на 5 кластеров.

В I кластер был отнесен только один сортообразец – $K_{\text{ВИР}}-14779$ из Омской области с урожайностью зерна 415 г/м^2 , массой 1000 зерен $48,0 \text{ г}$, продуктивной кустистостью $3,4$ шт. и массой зерна с 1 растения $6,8 \text{ г}$.

Во II кластер вошли 2 номера из Австрии и Канады $K_{\text{ВИР}}-14631$, $K_{\text{ВИР}}-14915$, которые характеризуются высокой массой 1000 зерен $42,2$ и $44,2 \text{ г}$ соответственно.

В III кластер вошли 5 номеров, в том числе 3 номера из США, 1 – из Китая, и 1 номер из России (Алтайский край). Урожайность зерна у данных номеров высокая от 285 – 470 г/м^2 . Растения мощные с массой зерна с растения $4,6$ – $6,5 \text{ г}$. Выполненное крупное зерно с массой 1000 зерен $36,8$ – $59,0 \text{ г}$. Продуктивная кустистость составила $2,7$ – $4,5$ шт.

В IV кластер вошли 12 сортообразцов, в том числе 6 из США, по 1 образцу из России (Хабаровский край), Белоруссии, Франции, Румынии, Австралии и Китая. Урожайность зерна составила 150 – 380 г/м^2 , масса зерна с растения – $2,6$ – $5,5 \text{ г}$, масса 1000 зерен – $32,1$ – $48,8 \text{ г}$. В этой группе отмечена хорошая выполненная продуктивная кустистость $3,4$ – $5,7$ шт./раст. Максимальной массой 1000 зерен ($48,8 \text{ г}$) выделяются 2 образца: из Румынии ($K_{\text{ВИР}}-14950$) и Австралии ($K_{\text{ВИР}}-14846$), у которых сформировалась урожайность зерна 290 г/м^2 , и продуктивная кустистость $4,7$ шт.

V кластер в 2010 г. изучения оказался многочисленным – 25 номеров. В том числе 8 номеров из России (K_{ВИР}-14420, K_{ВИР}-14782, K_{ВИР}-14909, K_{ВИР}-14906, K_{ВИР}-14861, K_{ВИР}-14857, Покровский, K_{ВИР}-14905), по 3 номера из Германии (K_{ВИР}-14809, K_{ВИР}-14933, K_{ВИР}-14697) и из Чехии (K_{ВИР}-14936, K_{ВИР}-14935, K_{ВИР}-14932); по 2 номера из Японии (K_{ВИР}-14875, K_{ВИР}-14871), Канады (K_{ВИР}-14940, K_{ВИР}-14939) и Эстонии (K_{ВИР}-14450, K_{ВИР}-14863), по 1 номеру из Китая (K_{ВИР}-14925), Белоруссии (K_{ВИР}-14718), Австрии (K_{ВИР}-14483), Швеции (K_{ВИР}-14926). Распределение номеров по кластерам показано в таблице 6.

В V кластере максимальную урожайность 490 г/м² показал номер K_{ВИР}-14936 из Чехии. У него наблюдается число зерен до 64,6 шт. с метелки, масса 1000 зерен до 40,0 г, продуктивная кустистость до 4,3 шт. (табл. 7)

Наиболее тесная связь сорта Покровский якутской селекции в 2010 г. изучения обнаружена с сортообразцом из Ленинградской области K_{ВИР}-14905 (рис. 5).

Таблица 3

Кластеризация сортов в коллекционном питомнике по дендрограмме, 2009 г.

I кластер		II кластер		III кластер	
A _i /B _i *	Происхождение	A _i /B _i *	Происхождение	A _i /B _i *	Происхождение
1	2	3	4	5	6
14940/43	Канада	14779/25	Омская обл.	14857/1	Кировск. обл.
		14915/33	Канада	14939/24	Канада
		14903/29	США	14787/23	Моск. обл.
		14901/27	США	14936/42	Чехия
		14741/13	США	14925/36	Китай
		14739/9	США	14782/26	Киров. обл.
		14761/11	США	14923/35	Китай
		14015/10	Индия	14420/14	Ленингр. обл.
		14553/7	США	14846/22	Австралия
		14902/28	США	13786/20	Франция
		14840/12	США	14935/40	Чехия
		14786/15	Алтайский край	14758/17	США
		14905/30	Ленингр. обл.	14861/3	Тюменская обл.
				14859/2	Хабаров. край
				14631/16	Австрия
				14863/4	Эстония
				14875/6	Япония
				14922/34	Китай

1	2	3	4	5	6
				Покровский/41	Якутия
				14718/45	Белоруссия
				14871/5	Япония
				14933/39	Германия
				14809/21	Германия
				14450/19	Эстония
				14926/37	Швеция
				14932/38	Чехия
				14906/31	Адыгея
				14950/44	Канада
				14483/18	Австрия
				14909/32	Ленингр. обл.
				14697/8	Германия
Всего сортов в питомнике				45	

Примечание. Здесь и далее в таблице 4 – A_1/B_1 – A_1 номер по каталогу ВИР, B_1 – номер с дендрограммы рисунка 5.

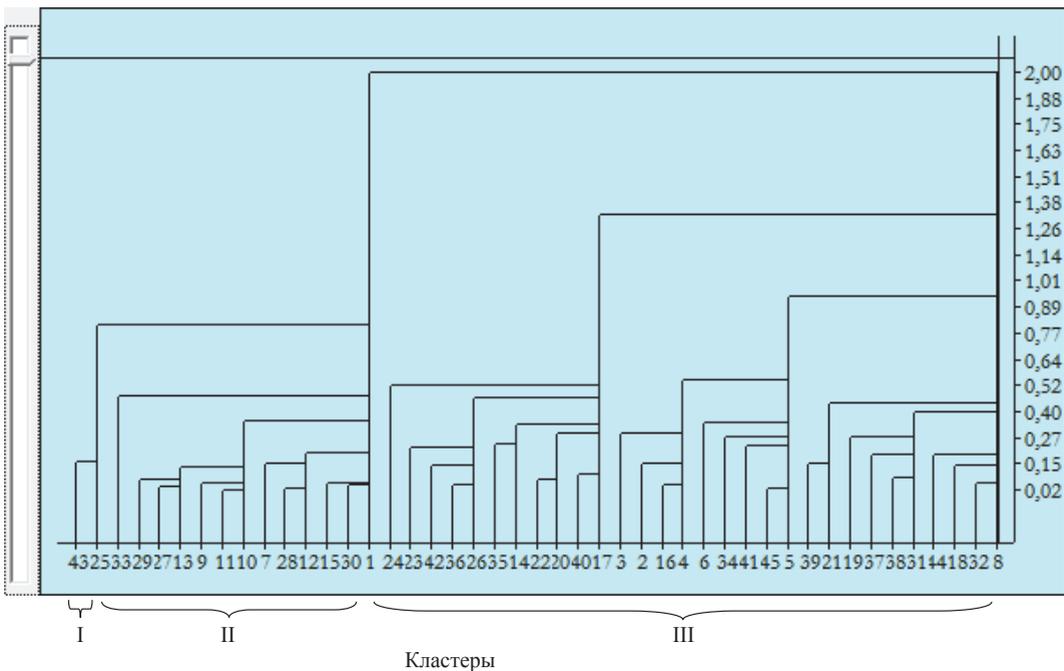


Рис. 5. Дендрограмма кластеризации по максимуму коэффициента корреляции между сортообразцами в коллекционном питомнике овса ярового 2009 г.

**Характеристика сортов овса ярового
по ценным хозяйственным признакам, 2009 г.**

A _i /B _i	Сорт	Урожайность зерна		Масса зерна с растенья, г	Масса зерна с метелки, г	Число зерен в метелке, шт.	Масса 1000 зерен, г	Продуктивная кустиность, шт.
		г/м ²	% к st.					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I кластер								
14940/43	Канада	66,9	39,3	2,2	1,1	34,0	34,6	2,9
II кластер								
14779/25	Омская обл.	150,7	88,6	2,0	2,5	52,0	51,0	4,4
14915/33	Канада	116,7	68,6	6,1	2,4	53,6	53,4	3,8
14903/29	США	95,0	55,8	1,8	1,2	32,3	46,6	3,2
14901/27	США	115,0	67,6	2,8	1,4	33,7	46,2	4,0
14741/13	США	100,0	58,8	2,1	1,1	31,0	43,0	3,4
14739/9	США	78,8	46,3	2,7	1,4	35,4	43,4	3,7
14761/11	США	56,3	33,1	1,3	0,7	21,4	40,0	3,3
14015/10	Индия	72,8	42,8	1,8	1,0	27,9	40,2	3,1
14553/7	США	140,0	82,3	2,6	1,2	31,4	44,2	3,7
14902/28	США	175,0	102,9	3,1	1,5	35,0	50,4	3,5
14840/12	США	190,0	111,7	3,6	1,9	41,3	57,0	3,5
14786/15	Алтайский край	131,5	77,3	3,7	2,2	44,7	52,2	3,3
14905/30	Ленинградская обл.	115,0	67,6	2,5	1,4	40,7	45,4	3,1
III кластер								
14857/1	Кировская обл.	110,0	64,7	2,5	1,3	35,9	44,0	2,7
14939/24	Канада	150,0	88,2	4,5	1,8	51,9	44,6	4,4
14787/23	Московская обл.	183,9	108,2	9,1	2,8	70,2	44,2	4,9
14936/42	Чехия	160,0	94,1	6,6	2,0	54,4	46,0	4,9
14925/36	Китай	169,7	99,8	6,3	2,2	54,6	43,8	4,5
14782/26	Кировская обл.	219,0	128,8	9,9	2,0	54,0	43,4	6,0

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14923/35	Китай	143,9	84,6	7,1	2,2	54,0	51,0	6,4
14420/14	Ленинградская обл.	106,0	62,3	3,6	1,4	39,5	41,4	4,0
14846/22	Австралия	165,0	97,0	6,6	1,6	33,5	41,6	6,3
13786/20	Франция	190,0	111,7	5,4	1,4	42,4	41,6	6,1
14935/40	Чехия	90,0	52,9	4,1	1,1	39,1	32,2	4,7
14758/17	США	110,2	64,8	3,1	1,2	35,8	34,8	4,1
14861/3	США	132,5	77,9	3,4	1,8	50,0	42,6	3,6
14859/2	Хабаровский край	140,0	82,3	2,6	1,6	49,4	41,1	2,7
14631/16	Австрия	200,0	117,6	4,0	2,2	57,3	45,2	3,7
14863/4	Эстония	210,0	123,5	3,3	2,0	55,2	45,8	2,7
14875/6	Япония	140,0	82,3	2,9	1,5	53,1	34,6	4,3
14922/34	Китай	160,0	94,1	3,4	1,6	34,8	27,2	3,1
Покров- ский/41	Якутия	170,0	100	5,1	2,0	59,6	41,8	4,4
14718/45	Белоруссия	170,0	100	4,3	1,7	53,8	39,0	3,5
14871/5	Япония	210,0	123,5	3,1	1,8	63,0	33,2	3,0
14933/39	Германия	100,0	58,8	5,8	2,0	59,6	40,0	4,7
14809/21	Германия	93,6	55,0	6,2	1,9	76,3	31,0	4,8
14450/19	Эстония	91,6	53,8	3,6	2,1	58,0	45,8	3,1
14926/37	Швеция	150,0	88,2	7,1	2,7	71,0	47,0	4,4
14932/38	Чехия	100,0	58,8	5,0	2,3	65,6	43,4	3,6
14906/31	Адыгея	100,0	58,8	5,5	2,1	64,5	45,4	4,2
14950/44	Канада	73,1	43,0	3,3	1,2	55,3	33,2	5,5
14483/18	Австрия	150,0	88,2	3,5	2,1	66,1	38,4	3,1
14909/32	Ленинградская обл.	153,6	90,3	6,6	2,7	78,3	42,0	3,5
14697/8	Германия	160,0	94,1	5,2	2,4	68,9	42,5	3,7
НСП ₀₅		15,5						

**Кластеризация сортов по 6 признакам
в коллекционном питомнике 2010 г. посева**

I кластер		II кластер		III кластер		IV кластер		V кластер	
A ₂ /B ₂ *	Происх.	A ₂ /B ₂ *	Происх.	A ₂ /B ₂ *	Происх.	A ₂ /B ₂ *	Происх.	A ₂ /B ₂ *	Происх.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
14779/25	Омская обл.	14631/16	Австрия	14786/15	Алтайск. край	14859/2	Хабаровский край	14875/6	Япония
		14915/33	Канада	14840/12	США	14553/7	США	14940/43	Канада
				14739/9	США	14718/44	Белоруссия	14809/21	Германия
				14903/29	США	13786/20	Франция	14871/5	Япония
				14923/35	Китай	14758/17	США	14936/42	Чехия
						14787/23	Румыния	14015/10	Индия
						14846/22	Австралия	14933/39	Германия
						14922/34	Китай	14420/14	Ленингр. обл.
						14741/13	США	14935/40	Чехия
						14901/27	США	14925/36	Китай
						14761/11	США	14782/26	Кировская обл.
						14902/28	США	14939/24	Канада
								14718/45	Белоруссия
								14909/32	Ленингр. обл.
								14932/38	Чехия
								14450/19	Эстония

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								14906/31	Адыгея
								14697/8	Германия
								14863/4	Эстония
								14861/3	Тюменский край
								14857/1	Кировская обл.
								14483/18	Австрия
								14926/37	Швеция
								Покровский/41	Якутия
								14905/30	Ленингр. обл.
Всего		45 сортообразцов							

Примечание. $A_2/B_2 - A_2$ номер по каталогу ВИР, B_2 – номер с дендрограммы рис. 6.

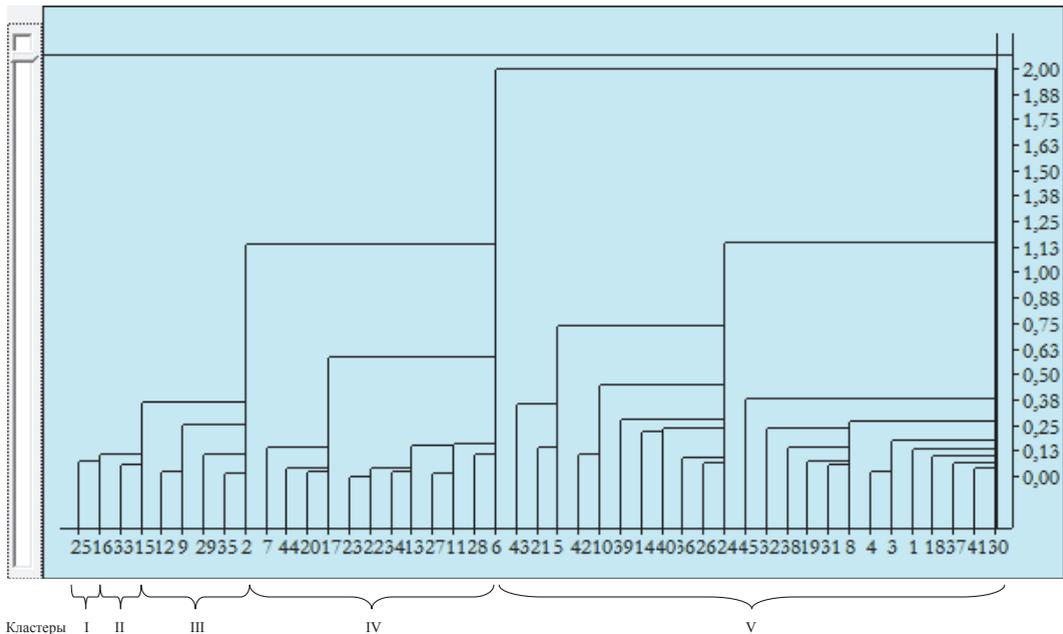


Рис. 6. Дендрограмма кластеризации по максимуму коэффициента корреляции между сортообразцами в коллекционном питомнике овса ярового 2010 г. посева

**Характеристика сортов овса ярового
по ценным хозяйственным признакам, 2010 г.**

A ₂ /B ₂ *	Происхождения	Урожайность зерна, г/м ²		Масса зерна с расте- ния, г	Масса зерна с метел- ки, г	Число зерен в метел- ке, шт.	Масса 1000 зерен, г	Продук- тивная ку- стистость, шт.
1	2	3		4	5	6	7	8
I кластер								
14779/25	Омская обл.	415,0	203,7	6,8	2,5	64,3	48,0	3,4
II кластер								
14631/16	Австрия	320,0	157,1	5,3	2,2	61,4	42,2	3,8
14915/33	Канада	350,0	171,8	5,6	2,7	64,0	44,2	3,5
III кластер								
14786/15	Алтайский край	400,0	196,4	6,4	2,8	65,9	45,0	3,6
14840/12	США	360,0	176,7	4,6	1,8	41,7	50,2	3,8
14739/9	США	470,0	230,7	6,5	2,5	68,1	59,0	4,5
14903/29	США	285,0	139,9	4,7	1,0	31,4	36,8	2,7
14923/35	Китай	405,0	198,8	5,5	2,2	61,0	44,0	3,7
IV кластер								
14859/2	Хабаровский край	380,0	186,5	5,5	2,2	64,0	43,8	3,9
14553/7	США	235,0	115,4	3,2	1,8	57,3	40,1	4,5
14718/44	Белоруссия	170,0	83,4	3,4	1,7	56,6	36,0	3,9
13786/20	Франция	185,0	90,8	3,2	1,6	56,4	34,0	3,8
14758/17	США	150,0	73,6	2,6	1,4	49,6	32,1	3,4
14787/23	Румыния	290,0	142,4	4,4	1,7	37,4	48,8	4,7
14846/22	Австралия	290,0	142,4	4,4	1,7	37,4	48,8	4,7
14922/34	Китай	280,0	137,4	4,2	1,6	42,0	44,8	4,7
14741/13	США	260,0	127,6	3,6	1,5	42,4	40,0	4,4
14901/27	США	345,0	169,4	4,7	1,2	35,0	40,2	5,3
14761/11	США	370,0	181,6	5,4	1,4	40,2	41,6	5,1
14902/28	США	275,0	135,0	5,2	1,7	49,4	44,0	5,7

По результатам наших наблюдений, программа отобрала сортообразцы по 6 заданным основным хозяйственно-ценным признакам для условий Якутии; 1 – урожайность зерна ($\text{г}/\text{м}^2$), 2 – масса зерна с растения (г), 3 – масса зерна с 1 метелки (г), 4 – число зерен в метелке (шт.), 5 – масса 1000 зерен (г), 6 – продуктивная кустистость (шт.)

По корреляционным взаимосвязям парных признаков Пирсона наиболее тесную связь с урожайностью показал признак «число зерна с метелки» ($r=0.68$ в 2008 г.) (табл. 8). Наибольшее влияние на урожайность оказала масса зерна с растения, независимо от года изучения. Так, в засушливый 2009 г. коэффициент корреляции составил 0,46, а в умеренно теплые, засушливые 2008 и 2010 гг. коэффициент корреляции были высокими 0,66 и 0,85 соответственно, что означает надежность отбора по признаку массы зерна с растения (табл. 8).

Таблица 8

Корреляционные связи между урожайностью зерна и основными элементами структуры урожая у *A. sativa* L. (данные за 2008–2010 гг.)

Год	Масса зерна с растения	Масса зерна с метелки	Число зерен в метелке .	Масса 1000 зерен .	Продуктивная кустистость
2008	0,66*	0,68*	0,67*	0,17	–0,13
2009	0,46*	0,50*	0,34*	0,22	0,20
2010	0,85*	0,02	0,14	0,49*	0,16

Примечание. * – достоверно на 5–м уровне значимости.

Наиболее тесную связь с массой 1000 зерен имеет масса зерна с метелки. Однако в засушливые годы коэффициент корреляции между этими признаками составил 0,35–0,39, а в благоприятный по осадкам 2010 г. связь не обнаружена, это означает, что отбор по крупности зерна и массе зерна с метелки зависит от погодных условий вегетации овса посевного. Поэтому отбор по массе 1000 зерен не надежен и зависит от обеспеченности климатическими факторами распределения осадков и тепла за вегетацию, в особенности в период формирования зерна (табл. 9).

Таблица 9

Корреляционные связи между массой 1000 зерен и основными элементами структуры урожая у *A. sativa* L. (данные за 2008–2010 гг.)

Год	Урожайность	Масса зерна с растения	Масса зерна с метелки	Число зерен в метелке.	Продуктивная кустистость,
2008	0,17	0,15	0,35*	0,05	–0,18
2009	0,22	0,21	0,39*	–0,01	0,00
2010	0,49	0,30	–0,04	–0,21	0,15

Примечание. * – достоверно на 5–м уровне значимости.

Отбор растений овса посевного по числу зерен в метелке согласно анализу корреляционных связей были достоверными за все годы исследований. Коэффициенты корреляции варьируют по годам у изучаемых 6 признаков (табл. 10).

Корреляционные связи между числом зерен в метелке и основными элементами структуры урожая у *A. sativa* L. (данные за 2008–2010 гг.)

Год	Урожайность	Масса зерна с растения	Масса зерна с метелки	Масса 1000 зерен	Продуктивная кустистость
2008	0,67*	0,69*	0,92*	0,05	–0,21
2009	0,34*	0,62*	0,83*	–0,01	0,18
2010	0,14	0,32*	0,26	–0,21	–0,44*

Примечание. * – достоверно на 5–ном уровне значимости.

Тесная достоверно положительная связь между числом зерен в колосе и массой зерна с метелки наблюдалась в 2008–2009 гг., соответственно масса зерна с растения также имела высокую тесную связь ($r = 0,62–0,69$), особенно в засушливые 2008–2009 гг. Следует отметить, что признак «число зерен в метелке» слабо зависел от продуктивной кустистости ($r = –0,21, 0,18$ и $–0,44$) в каждый год изучения. Особенно сильная отрицательная связь $r = –0,44$ была отмечена в 2010 г.

По нашим данным, урожайность зерна с делянки и масса 1000 зерен не зависят от такого элемента структуры урожая, как продуктивная кустистость (табл. 8, 9)

Заключение

В годы исследований погодные условия были неблагоприятными для формирования максимального урожая зерна сортообразцов овса ярового. Гидротермический коэффициент составил 0,4–0,9, поэтому сортообразцы овса испытывали недостаток продуктивной влаги и тепла. Жесткий отбор на богарных условиях Хангаласского улуса Республики Саха (Якутия) по 6 основным хозяйственно-ценным признакам, благодаря кластерному анализу, позволил распределить сортообразцы коллекции на кластеры и оценить корреляционные связи у изучаемых признаков в разные годы изучения.

Несмотря на такие условия, все сортообразцы прошли полное развитие органогеиза растений (от семени до семени). Выборка номеров по кластерам показала, что I–II кластеры были немногочисленными, и стабильность состава сортообразцов в каждый год изучения колебалась. Наиболее ценными сортообразцами по стабильности отбора оказались III–IV кластеры. Стандартный сорт Покровский в 2008–2009 гг. входил III, а в 2010 г. – в V кластер.

В III кластере по сходству в своих признаках за годы изучения определились сортообразцы из каталога ВИР: КВИР-14923 (Китай) как в 2009 г., так и в 2010 г. Сортообразец КВИР-14697 (Германия) сформировал массу зерна с растения по 5,2 г как в 2008 г., так и в 2009 г.

В IV кластере сходство признаков отмечено у 3 сортообразцов из США ($K_{\text{ВИР}}-14741, K_{\text{ВИР}}-14553, K_{\text{ВИР}}-14758$), 2 сортообразцов из России ($K_{\text{ВИР}}-14859$ – Хабаровский край, $K_{\text{ВИР}}-14420$ – Ленинградская область) и один сорт из Франции ($K_{\text{ВИР}}-13786$).

Данный метод расчета сформировал группы сортообразцов по сходству со стандартным сортом Покровский. Ими стали: в 2008 г. номера $K_{\text{ВИР}}-14829$ из Финляндии, $K_{\text{ВИР}}-14589$ из Германии; в 2009 г. – $K_{\text{ВИР}}-14922$ из Китая, $K_{\text{ВИР}}-14718$ из Белоруссии; в 2010 г. – $K_{\text{ВИР}}-14905$ из Ленинградской области, $K_{\text{ВИР}}-14926$ из Швеции.

Таким образом, использование статистической программы Сорокина, в частности, метода «Многомерные методы анализа – Кластерный анализ массива признаки объект» позволило одновременно учесть всю совокупность изучаемых 6 признаков, значения которых в каждом кластере неоднородные. Выявленные сортообразцы можно использовать в практической селекции для подбора пар, включаемых в гибридизацию, по комплексу признаков стабильности. Данный метод расчета позволил выделить кластеры сортообразцов по совокупности сходства хозяйственно-ценных признаков, что позволит более целенаправленно вести отбор ценных форм овса ярого в условиях Якутии, учитывая фенотипические корреляционные связи.

Библиографический список

1. *Амбросьева Л.В.* Селекция овса в Якутии // Сафроновские чтения: I сборник материалов молодых ученых и специалистов Якутского НИИ сельского хозяйства, посвященный памяти профессора Михаила Григорьевича Сафронова, доктору ветеринарных наук, заслуженного ветеринарного врача ЯАССР, директора ЯНИИСХ с 1960–1988 гг., РАСХН, Сиб. отд-ние. Якут. НИИСХ. Якутск ГНУ ЯНИИСХ СО РАСХН, 2006. 104 с.
2. *Абугалиева С.И., Середя Г.А., Чудинов В.А., Сариев Б.С., Турусбеков Е.К.* Анализ хозяйственно-ценных признаков мировой коллекции овса, выращенной в трех различных регионах Казахстана // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. Т. 171. СПб.: ВИР, 2013. С. 298.
3. *Васильев П.П.* Производство зерна в Якутии. РАСХН, Сиб. Отделение. Якут. НИИСХ. Якутск ГУП «Агроинформ», 2000. 199 с.
4. *Гусманов, У.Г.* Рост производства зерна на основе селекции и семеноводства // Зерновое хозяйство. 2004. № 2. С. 2.
5. *Иванов Б.И.* Селекция зерновых в Якутии // Сб. Селекция зерновых в Якутии. Якутский филиал СО АН СССР. Якутск. 1979. 123 с.
6. *Иванов Б.И., Иванова А.Д.* Мерзлотное растениеводство (на примере Центральной Якутии): учебное пособие. Новосибирск: Изд-во Сфера, 2012 г. 460 с.
7. Кластерный анализ. // WIKIPEDIA.ORG [Электронный ресурс]. Режим доступа. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (Дата обращения 30 мая 2018 г.).
8. *Кремкова Л.А.* Подбор и оценка исходного материала для селекции овса: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Л.А. Кремкова. Л., 1979. 23 с.
9. Международный классификатор СЭВ рода *Avena L.* 1984. 41 с.
10. *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.
11. *Сорокин О.Д.* Прикладная статистика на компьютере // ГУП РПО СО РАСХН, Краснообск, 2004. 162 с.
12. *Петрова Л.В.* Оценка сортообразцов овса посевного (*Avena sativa L.*) методом многомерного ранжирования в Центральной Якутии // Земледелие. 2017. № 5. С. 42–45.
13. *Петрова Л.В., Константинова И.Н., Вахрамеева Е.И., Еремеева Е.А.* Подбор родительских пар для скрещиваний в селекции овса // Селекция сельскохозяйственных культур в условиях изменяющегося климата: материалы Международной научно-практической конференции (пос. Краснообск, 22–25 июля 2014 г.) / Объединенный научный и проблемный совет по растениеводству, селекции, биотехнологии и семеноводству СО Россельхозакадемии, ГНУ СибНИИРС Россельхозакадемии. Новосибирск, 2014. С. 222–224.

14. *Шерстова К.Н.* Овес в Якутии / Якутск: Госиздат ЯАССР, 1947. 38 с.
15. *Burrows V.D., Molnar S.J., Tinker N.A., Marder T., Butler G., Lybart A.* Groat yield of naked and covered oat // Canadian Journal of Plant Science. 2001. V. 81. № 4. P. 727–729.
16. *Julio Isidor Sanchez.* How should I select the individuals of my training population to make selection to make selection in GS /Abstracts of oral and poster presentation. 10–th international oat conference: N.I. Vavilov institute of Plant Genetic Resources (VIR). SPb: ООО “Р-КОПИ”, 2016. 31 p.
17. *Pamela Zwer, Mahalakshmi Mahadevan, Daniel Calderini, Victor Sadras.* Stress sensitive stages in oat. /Abstracts of oral and poster presentation. 10–th international oat conference: N.I. Vavilov institute of Plant Genetic Resources (VIR). SPb: ООО “Р-КОПИ”, 2016. 34 p.

CLUSTER ANALYSIS OF CULTIVATED OAT SORTS (AVENA SATIVA L.) BY ELEMENTS OF CORRELATION INDICATORS IN THE CONDITIONS OF CENTRAL YAKUTIA

L.V. PETROVA¹, A.Z. PLATONOVA²

(¹ Federal State Budget Scientific Institution – Yakut Research Institute named after M.G. Safronov,

² Oktemtsy Branch of Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education – Yakut State Agricultural Academy)

The study was conducted in 2008–2010 when weather conditions were not favorable as to the amount of rainfall and the accumulation of the sum of active temperatures. The hydrothermal coefficient amounted to 0.4–0.9. Oats crops lacked the productive moisture and heat. The authors studied more than 12 phenotypical characteristics of oats in field conditions of the Hangalas Ulus of Sakha (Yakutia) Republic. This paper describes six main economically valuable characteristics (grain productivity, grain mass from a plant, grain mass from a head, the number of grains in a head, the mass of 1000 grains, productive tilling capacity) which were included into the program of the cluster analysis for VIR collection of variety samples. As a result of calculations, the authors determined variety clusters in collection nurseries and estimated correlations in six characteristics in the period of study.

Selection of numbers in clusters showed that clusters I–II were not numerous. Structural stability of variety samples fluctuated in every year of study. Clusters III–IV included the most valuable variety samples as to the stability of selection. The reference Pokrovsky variety in three years of studying belonged to cluster III in 2008–2009, and cluster V in 2010.

3 variety samples from the VIR catalogue were selected in cluster III as to the stability of characteristics: K_{VIR} – 14923 from China (2009–2010), K_{VIR} -14697 from Germany formed the grain mass from a plant (2008–2009).

In cluster IV, the stability of characteristics was noted in 6 including: 3 variety samples from the USA (K_{VIR} -14741, K_{VIR} -14553, K_{VIR} -14758), 2 variety samples from Russia (K_{VIR} -14859 Khabarovsk Krai, K_{VIR} -14420 from the Leningrad Region) and one variety from France (K_{VIR} -13786).

Thus, the cluster analysis of variety samples allowed to form groups of numbers based on their similarity. The paper presents and discusses the analysis of correlations in 6 main economically valuable signs. When selecting the variety samples for the oats yield, it is necessary to pay attention to the following characteristics: 1– the number of grains in the head, 2– the mass of grains from the head, and 3 – the mass of grain from the oat plant.

Key words: *oats (Avena sativa L.), samples, collection nursery, cluster analysis, cluster, correlation coefficient, weight of 1000 grains, grain mass from a plant, grain number in a head, Central Yakutia.*

References

1. *Ambros'yeva L.V.* Seleksiya ovsa v Yakutii [Oats selection in Yakutia] // Safronovskiye chteniya: I sbornik materialov molodykh uchenykh i spetsialistov Yakutskogo NII sel'skogo khozyaystva, posvyashchenny pamyati professora Mikhaila Grigor'yevicha Safronova, doktoru veterinarnykh nauk, zasluzhennogo veterinarnogo vracha YAASSR, direktora YANIISKH s 1960–1988 gg., RASKHN, Sib. otd.-niye. Yakut. NIISKH. Yakutsk GNU YANIISKH SO RASKHN, 2006. 104 p.
2. *Abugaliyeva S.I., Sereda G.A., Chudinov V.A., Sariyev B.S., Turuspekov Ye.K.* Analiz khozyaystvenno-tsennykh priznakov mirovoy kollektzii ovsa, vyrashchennoy v trekh razlichnykh regionakh Kazakhstana [Analysis of economically valuable features of the world collection of oats grown in three different regions of Kazakhstan] // Trudy po prikladnoy botanike, genetike i seleksii. Vol. 171. SPb.: VIR, 2013. Pp. 298.
3. *Vasil'yev P.P.* Proizvodstvo zerna v Yakutii [Grain production in Yakutia]. RASKHN, Sib. Otdeleniye. Yakut. NIISKH. Yakutsk GUP "Agroinform", 2000. 199 p.
4. *Gusmanov U.G.* Rost proizvodstva zerna na osnove seleksii i cemenovodstva [Increasing grain production on the basis of selection and seed breeding] // Zernovoye khozyaystvo. 2004. No. 2. P. 2.
5. *Ivanov B.I.* Seleksiya zernovykh v Yakutii [Grain selection in Yakutia] // In: Seleksiya zernovykh v Yakutii. Yakutskiy filial SO AN SSSR. Yakutsk. 1979. 123 p.
6. *Ivanov B.I., Ivanova A.D.* Merzlotnoye rasteniyevodstvo (na primere Tsentral'noy Yakutii): uchebnoye posobiye [Permafrost (as exemplified by Central Yakutia): study manual]. Novosibirsk: Izd-vo Sfera, 2012. 460 p.
7. Klasternyy analiz [Cluster analysis]. // WIKIPEDIA.ORG [Electronic resource]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (Access date: 30 May, 2018).
8. *Kremkova L.A.* Podbor i otsenka iskhodnogo materiala dlya seleksii ovsa: avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.01.05 [Choosing and evaluation of the source material for oats selection: Self-review of PhD (Ag) thesis: 06.01.05] / L.A. Kremkova. L., 1979. 23 p.
9. Mezhdunarodnyy klassifikator SEV roda *Avena L.* [The international classifier of the CMEA of the *Avena L.* genus] 1984. 41 p.
10. *Skalozubova A.N.* Khlebnnyye zlaki Yakutskogo okruga [Grain cereals of the Yakut district] // Materialy komissii po izucheniyu yakutskogo okruga po dannym agronomicheskogo otryada Yakutskoy ekspeditsii AN SSSR v 1926 g. M., 1930. Issue 39. Pp. 239–283.
11. *Corokin O.D.* Prikladnaya statistika na komp'yutere [Computer-aided applied statistics] // GUP RPO SO RASKHN, Krasnoobsk, 2004. 162 p.
12. *Petrova L.V.* Otsenka sortoobraztsov ovsa posevnogo (*Avena sativa L.*) metodom mnogomernogo ranzhirovaniya v Tsentral'noy Yakutii [Assessment of oats varieties (*Avena sativa L.*) by the method of multidimensional ranking in Central Yakutia] // Zemledeliye. 2017. No. 5. Pp. 42–45.
13. *Petrova L.V., Konstantinova I.N., Vakhrameyeva Ye.I., Yeremeyeva Ye.A.* Podbor roditel'skikh par dlya skreshchivaniy v seleksii ovsa [Selection of parental pairs for crosses in oat selection] // Seleksiya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur v usloviyakh izmenyayushchegosya klimata: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (pos. Krasnoobsk, 22–25 iyulya 2014 g.) / Ob'yedinennyy nauchnyy i problemnyy sovet po rasteniyevodstvu, seleksii, biotekhnologii i semenovodstvu SO Rossel'khozakademii, GNU SibNIIRS Rossel'khozakademii. Novosibirsk, 2014. Pp. 222–224.
14. *Sherstova K.N.* Oves v Yakutii [Oats in Yakutia] / Yakutsk: Gosizdat YAASSR, 1947. 38 p.

15. *Burrows V.D., Molnar S.J., Tinker N.A., Marder T., Butler G., Lybart A.* Groat yield of naked and covered oat // Canadian Journal of Plant Science. 2001. V. 81. No. 4. Pp. 727–729.

16. *Julio Isidor Sanchez.* How should I select the individuals of my training population to make selection to make selection in GS / Abstracts of oral and poster presentation. 10th International oat conference: N.I. Vavilov institute of Plant Genetic Resources (VIR). SPb: ООО “R–KOPI”, 2016. 31 p.

17. *Pamela Zwer, Mahalakshmi Mahadevan, Daniel Calderini, Victor Sadras.* Stress sensitive stages in oat. /Abstracts of oral and poster presentation. 10–th international oat conference: N.I. Vavilov institute of Plant Genetic Resources (VIR). SPb: ООО “R–KOPI”, 2016. 34 p.

Петрова Лидия Владимировна – к.с.-х.н., ст. науч. сотр. лаборатории селекции и семеноводства зерновых культур, Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени М.Г. Сафронова (677001, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, ул. Бестужева-Марлинского, д. 23, корпус 1; тел.: 8 (4112) 21-45-74, факс: 8 (4112) 21-45-72; e-mail: petrovalidblad@mail.ru).

Платонова Агафья Захаровна – к.с.-х.н., доц. кафедры агрономии, Якутская государственная сельскохозяйственная академия, Октэмский филиал (678011, Республика Саха (Якутия), Хангаласский улус, с. Октэмцы, пер. Моисеева, д. 16; тел.: 8 (924) 769-21-38; e-mail: agasun2018@mail.ru).

Lidia V. Petrova – PhD (Ag), Senior Research Associate, the Laboratory of Breeding and Seed Production of Cereal Crops, Yakut Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov (677001, Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Bestuzheva – Marlinskogo Str., 23/1; phone: 8 (4112) 21-45-74; fax: 8 (4112) 21-45-72; e-mail: petrovalidblad@mail.ru).

Agafiya Z. Platonova – PhD (Ag), Associate Professor, the Agronomy Department, Yakutsk State Agricultural Academy, the Oktemtsy Branch, 678011, Republic of Sakha (Yakutia), Khangalass ulus, Oktemtsy, Moiseyeva pereulok Str., 16; phone: 8 (924) 769-21-38; e-mail: agasun2018@mail.ru).