



Генетическое разнообразие сортов сои различных групп спелости по признакам продуктивности и качества

А.И. Аbugалиева , С.В. Дидоренко

Товарищество с ограниченной ответственностью «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», пос. Алмалыбак, Республика Казахстан

Изучено 26 сортов сои казахстанской и 42 – зарубежной селекции (Россия, Украина, Франция, Сербия). В зависимости от длины их вегетационного периода (90–135 дней) сорта сои были распределены на пять групп спелости. Среди скороспелых сортов группы спелости 00 отсутствуют сорта казахстанской селекции. Максимальный урожай отмечен для группы среднепоздних и среднеспелых сортов, которые наиболее адаптированы к условиям возделывания на юго-востоке Казахстана. В группе спелости 0 (среднеранние сорта) казахстанские сорта превосходят зарубежные по урожайности в среднем на 2,3 ц/га; в группе спелости II (среднепоздние сорта) – на 3,6 ц/га; в группе спелости III (позднеспелые сорта) – на 7,9 ц/га. Наибольший диапазон изменчивости и максимальный уровень сбора белка характерны для среднеспелой и среднепоздней групп. Количество протеина и жира в зерне казахстанских и зарубежных сортов в пределах групп спелости практически совпадало, при этом отмечена положительная корреляция между скороспелостью и повышенным содержанием протеина. Сформирован блок раннеспелых (000 и 00 группы спелости) генотипов сои, перспективных для возделывания в условиях севера Республики Казахстан. Создан наиболее продуктивный сорт отечественной селекции – Жансая – с урожайностью за период испытаний 38,3–45,8 ц/га (включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в Республике Казахстан в 2012 г.). Сорт Зара – высокопротеиновый, с содержанием белка 37,7–43,3 %, находится на государственном сортоиспытании Республики Казахстан с 2011 г.

Ключевые слова: соя; сорта; группы спелости; ранг урожайности; белковость; масличность.

КАК ЦИТИРОВАТЬ ЭТУ СТАТЬЮ:

Аbugалиева А.И., Дидоренко С.В. Генетическое разнообразие сортов сои различных групп спелости по признакам продуктивности и качества. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016;20(3):303-310. DOI 10.18699/VJ16.168

HOW TO CITE THIS ARTICLE:

Abugaliyeva A.I., Didorenko S.V. Genetic diversity of soybean cultivars belonging to different ripeness groups with regard to performance and quality. Vavilovskii Zhurnal Genetiki i Seleksii = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2016;20(3):303-310. DOI 10.18699/VJ16.168

ORIGINAL ARTICLE

Received 14.01.2016 г.

Accepted for publication 12.05.2016 г.

© AUTHORS, 2016

Genetic diversity of soybean cultivars belonging to different ripeness groups with regard to performance and quality

A.I. Abugaliyeva , S.V. Didorenko

Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Industry, Almaty, Kazakhstan

Twenty six varieties of Kazakstani and 42 soybean breeding varieties from Russia, Ukraine, France, and Serbia have been studied. Depending on the length of the vegetation period from within 90-135 days, these varieties were divided into five maturation groups. None of the Kazakstani varieties has been assigned to early season ripening group 00. Varieties in the mid-late and middle season ripening group, which are the most adapted to the cultivation conditions in the southeastern area of Kazakhstan, showed the highest yield. Kazakstani varieties have been found superior to the others in average yield by 2.3 q/ha in mid-early group 0, by 3.6 q/ha in mid-late group II, and by 7.9 q/ha in late group III. The highest range of variation and the maximum level of protein collection was characteristic of the middle-and of medium group. The amount of protein and fat in the Kazakstani and other varieties within the groups was found to be almost identical; at the same time, there was a notable positive correlation between precocity and high protein content. As a result, early maturation soybean genotypes (groups 000 and 00) with promise for cultivation in the northern areas of the Republic of Kazakhstan have been identified and put together as a whole. The most productive Kazakstani variety was Zhansaya (included in the register of the Republic of Kazakhstan in 2012), which yielded 38.3-45.8 q/ha over the study period. High-protein variety Zара, with a protein content of 37.7%-43.3 %, has been in variety testing in the Republic of Kazakhstan since 2011.

Key words: soybeans; variety; ripeness groups; rank yields; protein content; oil content.

В настоящее время в питании людей и кормлении сельскохозяйственных животных ощущается острый дефицит растительного белка. Эту проблему можно решать за счет внедрения в производство зернобобовых культур, из которых наиболее перспективной является соя *Glycine max* (L.) Merr. Соя – одна из главных белково-масличных культур с широким спектром применения: в пищевой, кормовой, технической и медицинской промышленности. В семенах сои, созданных и районированных в Казахстане, при урожае зерна 39–43 ц/га содержится 39–40 % белка, сбалансированного по аминокислотному составу, и 19–23 % масла.

Раньше считали, что зона культивирования сои как типично субтропического растения простирается от тропических областей до 52° с. ш. Однако исследования ученых ООО «Соя-север Ко» доказывают, что сорта данной культуры, например, в Республике Беларусь, можно с успехом возделывать до 54° с. ш.

Исследованием адаптированности и пластичности сортов сои занимаются во многих областях Российской Федерации: в Вологодской области (Баранова, 2011), Приморском крае (Бутовец, 2009; Медведева, Бабарыкина, 2011; Хасбиулина и др., 2012), в условиях неустойчивого увлажнения Северного Кавказа (Пенчуков и др., 2012), в Костромской области (Демьянова-Рой, Борцова, 2012). Сибирские ученые доказали, что в России сою можно с успехом выращивать не только в Краснодарском крае, на Дальнем Востоке, но и на юге Западной Сибири (Омельянюк и др., 2012). Широкомасштабное экологическое сортоиспытание также проводят в Аргентине, занимающей одно из лидирующих мест в мире по производству сои (Albrecht et al., 2009; Bandeira et al., 2010).

Селекция и семеноводство этой культуры ведется в Казахстане более 40 лет. Создано около 20 сортов, 12 из которых допущено к использованию. Большинство этих сортов по вегетационному периоду более подходят для юго-восточных областей Республики (43°15' с. ш. и 75°54' в. д.) (Дидоренко, 2014).

За период 1999–2014 гг. в Казахстане было испытано около 500 сортообразцов сои, включая 70 сортов различной селекции. В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию в Республике Казахстан на 2016 г., значатся 36 сортов, в том числе 12 казахстанской селекции. Они представлены шестью группами спелости: от ультраранних (группа спелости 000) до позднеспелых (группа спелости III). Активное внедрение на рынок Казахстана сортов инорайонной селекции связано с требованиями к их белковости, которую формируют сорта при одинаковых уровнях урожайности, и другим хозяйственно полезным свойствам.

Агроклиматические условия Казахстана неоднородны, и для получения высоких и устойчивых урожаев в разных регионах необходимы адаптированные (разные) сорта. При выращивании сои на орошении и в условиях достаточной влаги посевные площади культуры можно расширить за счет возделывания в обеспеченных осадками регионах Костанайской, Северо-Казахстанской и Восточно-Казахстанской областей, орошаемых пашен Жамбылской и Южно-Казахстанских областей. Рас-

ширение посевных площадей под сою требует создания сортов, адаптированных в различных зонах Республики, с учетом сроков вегетации растений, их фотопериодической реакции и с диапазоном накопления положительных температур 1700–1900 °С для северных регионов, 1900–2200 °С – для восточных регионов и более 3000 °С – для юга Республики. Существует реальная необходимость учета величины пластичности сорта при программировании урожая в определенной зоне возделывания (Бутовец, 2011).

Создание ультраскороспелых сортов в настоящее время является приоритетным направлением в селекции сои в Казахстане. С 2011 г. селекция сои по полной схеме (начиная с подбора и скрещивания до конкурсного сортоиспытания) ведется в Восточно-Казахстанском НИИСХ, с 2013 г. – в Костанайском НИИСХ. Экологические испытания лучших сортов и образцов проводятся на Северо-Казахстанской СХОС и в Юго-Западном НИИЖиР. При этом в селекционном процессе существенное внимание уделяется повышению генетического разнообразия сои путем привлечения для работ исходного материала различного происхождения и разных групп спелости (Голоенко, 2006).

Длина вегетационного периода у сортов сои варьирует от 85 до 125 дней в сравнимых условиях. Для северной зоны Казахстана актуальны сорта от ультраскороспелых (000) до скороспелых (0) групп спелости. В реестре это преимущественно сорта украинской селекции и отечественные сорта 0 группы спелости: Жалпаксай, Мисула, Алматы. Основная зона возделывания сои в Казахстане – Алматинская область, по которой допущены казахстанские сорта Алматы, Жалпаксай, Мисула, Перизат, Жансая, Радость, Казахстанская 2309, Эврика, Ласточка (от 0 до III групп спелости) и 15 зарубежных сортов (российских, украинских, сербских) (табл. 1).

Цель работы – оценка генетического разнообразия сортов сои разных групп спелости отечественной и зарубежной селекции по урожайности и качественным характеристикам (содержание белка и жира в семенах).

Материалы и методы

Проанализировано 26 сортов сои казахстанской и 42 сорта зарубежной селекции (Россия, Украина, Франция, Сербия). Посев проводили по методике Б.А. Доспехова (1971). Делянки четырехрядковые, с междурядьем 30 см, площадью 10 м². Норма высева для раннеспелых сортов – 650 тыс., среднеспелых – 550 тыс. и позднеспелых – 450 тыс. всхожих семян на один гектар. Размещение образцов рандомизированное в четырехкратной повторности. В качестве стандартов использовали два сорта сои: Мисула с периодом вегетации 105–110 дней и Эврика 357 с периодом вегетации 125–130 дней. Оба сорта допущены к использованию в Алматинской области Республики Казахстан.

Агротехнику в опытах осуществляли согласно методическим рекомендациям (Методические рекомендации..., 2004). Фенологические наблюдения проводили по методике W.R. Fehr и С.Е. Caviness (1979), структурный анализ – по методике Н.И. Корсакова с коллегами (1968).

Table 1. Kazakhstan and non-Kazakhstan soybean varieties recommended for growing in Kazakhstan (2016)

Kazakhstan region	Ripening time group	Soybean varieties recommended for growing	
		bred in Kazakhstan	foreign
Kostanay	000	–	Bilyavka (000), SibNIIK 315 (000), Bara (00)
Pavlodar	000–00	–	Anastasiya (000)
Akmola	000–00	–	Anastasiya (000), SibNIIK 315 (000)
Aktobe	00–0	–	Bilyavka (000)
East Kazakhstan	00–0–I	Zhalpaksay (0)	Annushka (000), Avrora (00), Desna (0), Korsak (II), Khorol (0)
Karaganda	0–I	–	Annushka (000), SibNIIK 315 (000)
West Kazakhstan	I–II	–	Volgogradskaya 1
Kyzylorda	I–II	Almaty (0), Zhalpaksay (0), Misula (0), Danaya (I), Kazakhstanskaya 2309 (III)	Anastasiya (000)
Almaty	I–II–III	Almaty (0), Zhalpaksay(0), Misula (0), Perizat (I), Zhansaya (II), Kazakhstanskaya 2309 (III), Radost' (III), Eureka (II), Lastochka (III)	Anastasiya (000), Tanais (0), Terek (0), Cheremosh (0), Vilana (I), Zen (II), Renta (I), Sava (II), Selekt 302 (I), Ana (II), Bukuriya (III), Voevodzhanka (II), Korsak (II), Nena (II), Ruzhnitsa (I), Kuban (0), Khorol (0)
Jambyl	II–III	Kazakhstanskaya 2309 (III), Radost' (III), Eureka (II), Lastochka (III), Sabira (II)	Bilyavka (000), Cheremosh (0), Korsak (II)
South Kazakhstan	II–III	Almaty (0), Zhalpaksay (0), Misula (0), Vita (I), Lastochka (III)	Terek (0), Cheremosh (0)

Содержание протеина определяли по Кьельдалю (ГОСТ 10846-91. «Зерно и продукты его переработки. Метод определения белка»), жира (масличности) – по ГОСТ 10857-64 («Семена масличные. Метод определения масличности в аппарате Сокслета»). Отбор проб для определения белка и жира проводили по ГОСТ 10852-86. (Правила приемки и методы отбора проб «Семена масличные»). Из объема 5 кг отбирали пробу весом 300 г с трех полевых повторений.

Для анализа взяты пробы зерна по 50 г с каждой полевой повторности в трех аналитических повторениях.

Статистическая обработка проведена методом кластерного анализа на основе меры сходства по минимальному произведению между евклидовыми расстояниями и коэффициенту корреляции $D(1-R)^2$ (Савин и др., 1998) по алгоритму С.П. Мартынова по комплексу признаков: «урожайность», «длина вегетационного периода», «содержание протеина» и «содержание жира».

Предгорная зона полевых стационаров ТОО «КазНИИЗиР» находится на высоте 740 м над уровнем моря, характеризуется континентальными климатическими условиями, 517 мм/год. Средняя сумма положительных температур – 3500–4000 °С. Среднее многолетнее количество атмосферных осадков составляет 516,7 мм со следующим распределением по сезонам года: зимой – 94,1 мм, весной – 177,5 мм, летом – 158,8 мм и осенью – 94,1 мм.

Наименее благоприятными оказались 2011 и 2012 гг., так как в период цветения и образования бобов (июнь – август) в эти годы наблюдался дефицит осадков с одновременным повышением среднесезонных температур.

Ранг рассчитан как сумма взвешенных нормированных отклонений от идеала по каждому отдельному признаку.

Результаты

Урожайность изученных сортов сои варьирует в зависимости от генотипа, года выращивания и группы созревания от 10,0 ц/га до 62,5 ц/га в пределах среднепозднего блока (табл. 2), изменчивость которого перекрывает все другие. Максимальный урожай отмечен для группы среднепоздних и среднеспелых сортов (наиболее приспособленных к возделыванию на юго-востоке Казахстана) во все годы исследований, за исключением 2010 г., в котором к высокоурожайным добавилась и поздняя группа.

Следующий по убыванию уровень урожайности характерен для среднеранних и поздних генотипов сои. Среди сортов сои с максимальной урожайностью выделяются генотипы различной селекции: казахстанской (30 %); Сербии (30 %); украинской (20 %), Франции (10 %) и России (10 %) в группе I и II и в группе среднеранние и скороспелые 56 % – российской и по 22 % – казахстанской и украинской селекции.

Весь набор сортов ежегодно был ранжирован по урожайности от максимального (1-й ранг) до минимального (66-й ранг). Среднее по всем годам является основой для ранга стабильной максимальной урожайности для всех генотипов. При этом более высокоурожайные сорта выявлены среди адаптированных образцов среднеспелой и среднепоздней групп: средний ранг урожайности 27- и 29-й соответственно – против 41- и 48-го для позднеспелой и среднеранней групп и 65-й для скороспелой группы.

В группе среднеспелых генотипов проанализировано 27 образцов. По рангу стабильности урожайности выделены сорта Вилана (43,3–50,8 ц/га); Жансая (35,8–52,1 ц/га); Селекта 302 (33,3–54,2 ц/га); Корсак (36,7–51,0 ц/га); Лань (36,7–43,9 ц/га); Астра (36,7–50,0 ц/га); Никко

Table 2. Performance of soybean varieties of different ripening time groups, 2009–2013

Year	Number of samples	Yield, centners*/ha			Varieties with minimum and maximum performances			
		min	max	average	min	Country	max	Country
00 – early-ripening								
2013	3	16.7	25.0	21.0±0.7	Tanais	Ukraine	Lada	Russia
2012	3	26.0	28.1	27.1±0.4	Tanais	Ukraine	Lada	Russia
2011	–	–	–	33.1	–	–	Lada	Russia
0 – medium-ripening								
2013	10	18.7	40.0	27.7±1.1	Zara	Kazakhstan	Cheremosh	Ukraine
2012	10	25.0	43.8	34.1±1.6	Sepia	France	Bystritsa 2	Russia
2011	7	30.0	43.8	36±0.8	Zara	Kazakhstan	Cheremosh, Bystritsa 2	Ukraine Russia
2010	4	29.2	37.5	32.9±1.0	Sepia	France	Iskra	Kazakhstan
2009	3	13.3	33.3	23.6±1.3	Sepia	France	Iskra	Kazakhstan
I – medium-ripening								
2013	27	19.1	48.3	33.6±1.7	Riza	Kazakhstan	Nikko	Serbia
2012	27	24.8	51.0	38.8±1.8	SL 02-25	Canada	Korsak	Ukraine
2011	25	24.5	54.2	36.4±1.6	Riza	Kazakhstan	Selekta 302	Russia
2010	18	29.2	58.3	40.6±2.4	Nikko	Serbia	Zhalpaksai	Kazakhstan
2009	16	23.3	35.8	29.0±0.8	Riza	Kazakhstan	Zhansaya	Kazakhstan
II – medium-late ripening								
2013	22	22.1	46.7	34.7±1.7	Kazakhstanskaya 2309	Kazakhstan	Venus, Voevodzhanka	Serbia
2012	22	25.5	53.1	38.9±1.5	Lastochka	Kazakhstan	Dekabig	France
2011	22	18.7	62.5	34.7±2.7	Safrana, Isidor	France	Galina	Ukraine
2010	20	28.3	54.2	36.3±1.5	Santana	France	Eureka	Kazakhstan
2009	15	10.0	38.3	28.6±1.3	Isidor	France	Venus	Serbia
III – late ripening								
2013	4	23.2	28.7	26.6±0.8	Radost'	Kazakhstan	Vesta, Gibrinaya 670	Russia Kazakhstan
2012	4	19.5	34.4	28.4±0.8	Nadezhda	Kazakhstan	Gibrinaya 670	Kazakhstan
2011	4	34.5	42.9	37.9±0.8	Radost'	Kazakhstan	Gibrinaya 670	Kazakhstan
2010	3	45.8	52.1	49.2±0.4	Gibrinaya 670	Kazakhstan	Nadezhda	Kazakhstan
2009	3	25.0	32.5	28.3±0.5	Nadezhda	Kazakhstan	Gibrinaya 670	Kazakhstan

* TN: The Russian centner is 100 kg.

(28,3–48,3 ц/га) и представители среднепоздней группы, входящие в первые лучшие 10 генотипов по урожайности: Декабиг (31,2–53,1 ц/га); Сава (31,2–43,8 ц/га); Галина (31,7–62,5 ц/га). В группе среднеранних лучший ранг (20-й в общем зачете) отмечен для сорта Черемош (34,8–43,8 ц/га), а в группе позднеспелых выделен сорт Гибридная 670 (24-й ранг, соответствующий урожайности 28,5–45,8 ц/га).

На уровне 4 т/га формируется урожайность для сортов: Зен (30,4–43,3 ц/га); Воеводжанка (28,3–46,7 ц/га); Бастер (26,7–41,7 ц/га); Венера (31,3–46,7 ц/га); Gem (31,3–43,3 ц/га); Полтава (35,0–52,1 ц/га); Болашак (32,1–41,7 ц/га); Суламит (29,5–44,2 ц/га); Жалпаксай

(31,2–58,3 ц/га), соответствующих 1-–19-му рангу стабильной урожайности.

Содержание протеина в семенах сои в целом варьировало от 32,2 (Лада, в урожае 2011 г.) до 46,9 % (Хорол, в урожае 2013 г.) в условиях демонстрационного питомника в урожае 2011–2013 гг. Максимальное выражение признака «содержание протеина» отмечено для флюков среднеранней и скороспелой группы (табл. 3) по минимальным, максимальным и средним значениям. Для группы среднеспелой и среднепоздней сои выявлены отдельные генотипы, формирующие 40 % уровень содержания протеина (33–61 и 27–50 % доли таковых соответственно, в зависимости от условий года).

Table 3. Protein contents (%) in different ripening time groups in different years of growing

Ripening time group	Years								
	2011			2012			2013		
	min	max	average	min	max	average	min	max	average
00	–	–	32.2	41.2	41.7	41.4±0.2	40.8	42.2	42.0±0.2
0	33.3	38.6	36.4±0.6	37.9	44.0	41.1±0.5	39.3	46.9	43.0±0.4
I	32.6	37.2	34.9±0.3	37.3	41.9	39.5±0.2	38.6	42.1	40.2±0.3
II	32.7	38.7	34.9±0.5	37.4	40.8	39.3±0.3	36.9	43.5	39.4±0.3
III	35.0	37.0	35.9±0.2	–	–	–	39.3	40.2	39.7±0.2

Table 4. Characterization of the soybean collection with respect to the yield of protein and fat per ha in different ripening time groups

Ripening time group	Years								
	2011			2012			2013		
	min	max	average	min	max	average	min	max	average
	Protein, centners/ha								
00	–	–	10.7	10.7	11.7	11.2±0.5	6.8	10.7	8.8±1.0
0	10.4	16.9	13.2±1.0	10.0	17.6	13.9±1.3	8.4	17.6	13.9±1.5
I	8.4	18.3	12.4±1.2	9.9	20.4	15.3±1.5	7.9	19.6	13.5±1.7
II	6.4	21.3	12.0±1.1	12.9	21.2	16.3±1.2	8.8	18.2	13.6±1.5
III	12.5	15.0	13.5±0.7	–	–	–	9.3	11.5	10.6±0.9
	Fat, kg								
00	–	–	696	530	623	582	327	518	433
0	593	841	721	598	1042	778	367	832	577
I	500	1089	748	570	1183	878	376	1014	710
II	378	1288	694	762	1184	925	435	1055	733
III	656	722	687	–	–	–	450	590	525

Ряд стабильно высокопротеиновых генотипов (1–10-й ранг из 66 генотипов по трем репродукциям) включает в основном среднераннюю группу: Хорол (1-й ранг с содержанием протеина 44,0–46,9 %); Зара (2-й ранг 37,7–44,7 %); Черемош (3-й ранг 38,6–44,1 %); Лыбидь (4-й ранг 37,3–43,6 %); Терек (7-й ранг 41,2–42,9 %); Быстрица 2 (8-й ранг 37,5–43,6 %); Amphor (9-й ранг 35,4–42,4 %); Кубань (10-й ранг 40,3–42,6 %), а также из среднеспелой группы номер А 8/2-2 (6-й ранг 37,1–42,1 %) и из среднепоздней – сорт Суламит (5-й ранг 38,7–43,5 %).

Среди потенциально высокопротеиновых форм среднеспелой группы ($\geq 40,0\%$) выделяются сорта и генотипы: Алматы, Мисула, А 8/2-2, Вилана, SL 02-25, Полтава, Астра, Роза, Дельта, Вита, Риза, Никко (12 из 27 проанализированных). Для среднепоздней группы количество высокопротеиновых форм значительно меньше: Safrana, Shama, Тажан, Суламит, Isidor (5 из 22 проанализированных).

Выход протеина с одного гектара составил 8,2–20,4 ц/га и сопоставим с данными по госсортоиспытанию сои в Алматинской области за период 1999–2011 гг. (Ажгалиев и др., 2012). В этих сравнительных исследованиях отмечено варьирование от 6,4 до 21,3 ц/га в целом по трем

репродукциям. В урожае 2012 г. уровень сбора белка был самым высоким по всем группам спелости (табл. 4).

Наибольший диапазон изменчивости и максимальный уровень сбора белка характерны для сортов среднеспелой и среднепоздней групп спелости как наиболее адаптированных.

Стабильно высокий ранг сбора белка наблюдается также у генотипов из этих двух групп спелости: Вилана (1-й ранг с 16,2–20,4 ц/га белка); Декабиг (2-й ранг 12,7–21,2 ц/га); Жансая (3-й ранг 16,4–17,1 ц/га); Никко (4-й ранг 11,0–19,6 ц/га); Лань (6-й ранг 15,0–17,4 ц/га); Астра (7-й ранг 14,9–17,2 ц/га); Корсак (8-й ранг 14,5–19,4 ц/га); Суламит (9-й ранг 12,8–17,1 ц/га); Селекта 302 (10-й ранг 12,9–17,9 ц/га); Галина (11-й ранг 12,5–21,3 ц/га) и сорт среднеранней группы Черемош (5-й ранг 15,0–17,6 ц/га белка).

Содержание жира варьирует от 18,7 до 24,0 %. По рангу стабильности высокомасличные генотипы распределены в следующем порядке: Buster (1-й ранг с содержанием жира 22,1–24,0 %, среднеспелая группа); Селекта 302 (2-й ранг 22,6–23,5 %); Sepia (3-й ранг 22,8–23,9 %, среднеранняя группа); Венера (4-й ранг 21,5–22,6 %, среднепоздняя группа); Астра, Болашак, ОАО Walles,

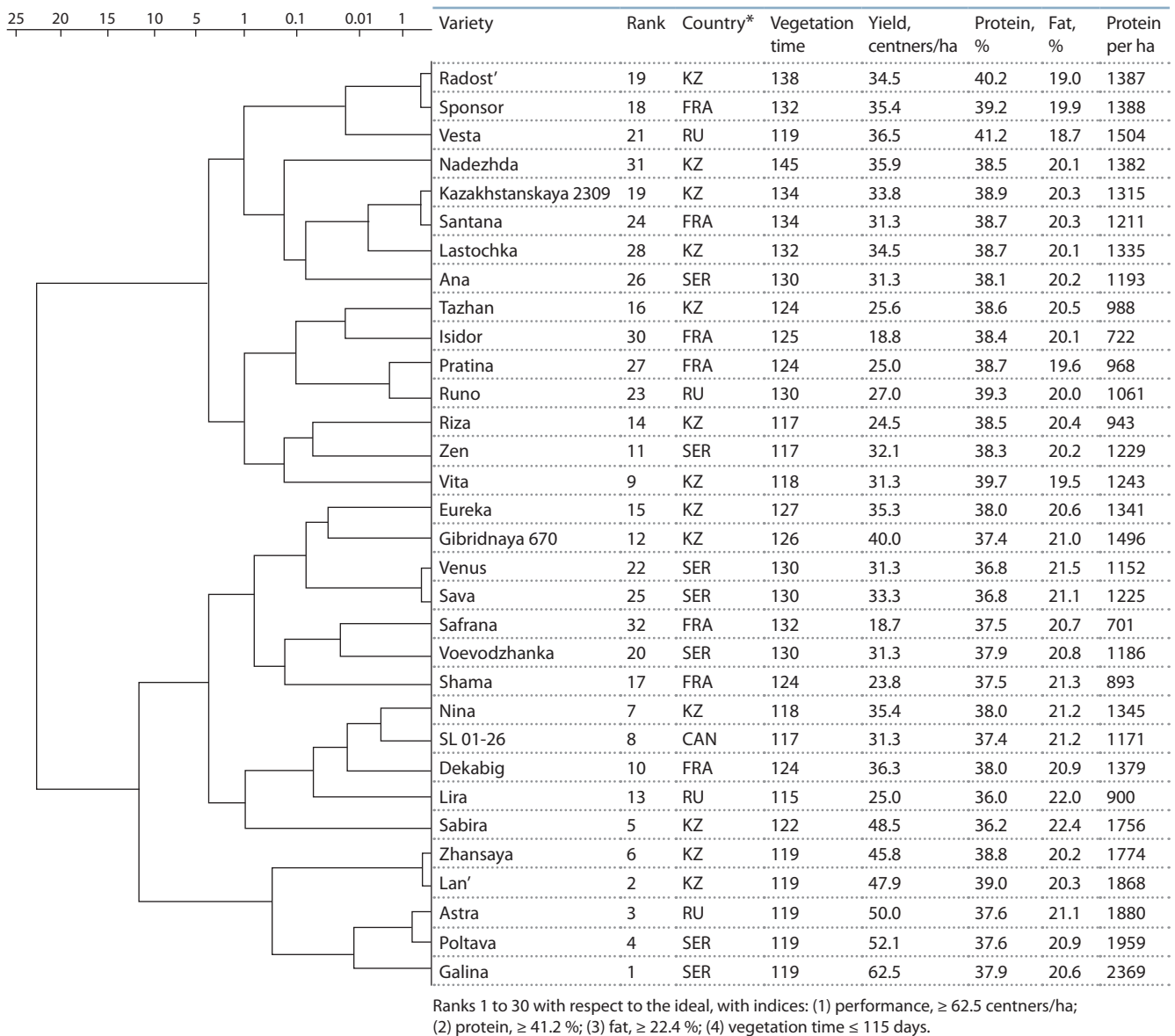


Fig. 1. Comparison of commercially valuable indices in medium-late soybean varieties in 2011.

* Countries of origin: KZ – Kazakhstan; FRA – France; RU – Russia; SER – Serbia; CAN – Canada; UKR – Ukraine.

Жалпаксай (5–8-й ранг, среднеспелая группа); Терек (9-й ранг 22,0–23,0 %, скороспелая группа); Сава (10-й ранг 21,1–22,6 %, среднепоздняя группа).

Сбор жира в целом варьирует от 3,27 до 12,88 ц/га в зависимости от условий года, группы спелости и генотипа. Для всех групп спелости в урожае 2012 г. отмечено самое высокое значение сбора масла с одного гектара по среднегрупповому уровню (табл. 4). Наиболее высокий сбор масла отмечен для среднепоздней (II) группы, в том числе стабильно по годам репродукции выделяются сорта: Венера (1-й ранг 6,73–10,55 ц/га); Сава (2-й ранг 7,03–9,79 ц/га); Декабиг (3-й ранг 7,59–11,84 ц/га); Ана (4-й ранг 6,32–8,75 ц/га); Воеводжанка (6-й ранг 6,51–10,04 ц/га).

К ряду генотипов с высоким и стабильным сбором масла отнесены также сорта из среднеспелой группы: Zen

(5-й ранг 6,48–10,3 ц/га); Никко (7-й ранг 6,83–10,14 ц/га); Вилана (8-й ранг 9,05–10,12 ц/га); Жансая (9-й ранг 9,2–9,94 ц/га) и Корсак (10-й ранг 7,74 ц/га – 11,8 ц/га).

Внутри самых представительных групп спелости (ранне- + среднеспелой и среднепоздней) сорта в значительной степени различались по комплексу показателей: урожайности, содержанию протеина, жира и продолжительности вегетационного периода. Так, в урожае 2011 г. в группе среднепоздних сортов произошло деление на два кластера (рис. 1), внутри которых отмечена дифференциация в большей степени по длине вегетационного периода. При этом более раннеспелые (119 дней) во 2-м кластере характеризовались урожайностью на уровне 45,8–62,5 ц/га, а из 1-го кластера (117–118 дней) – только на уровне 24,5–32,1 ц/га.

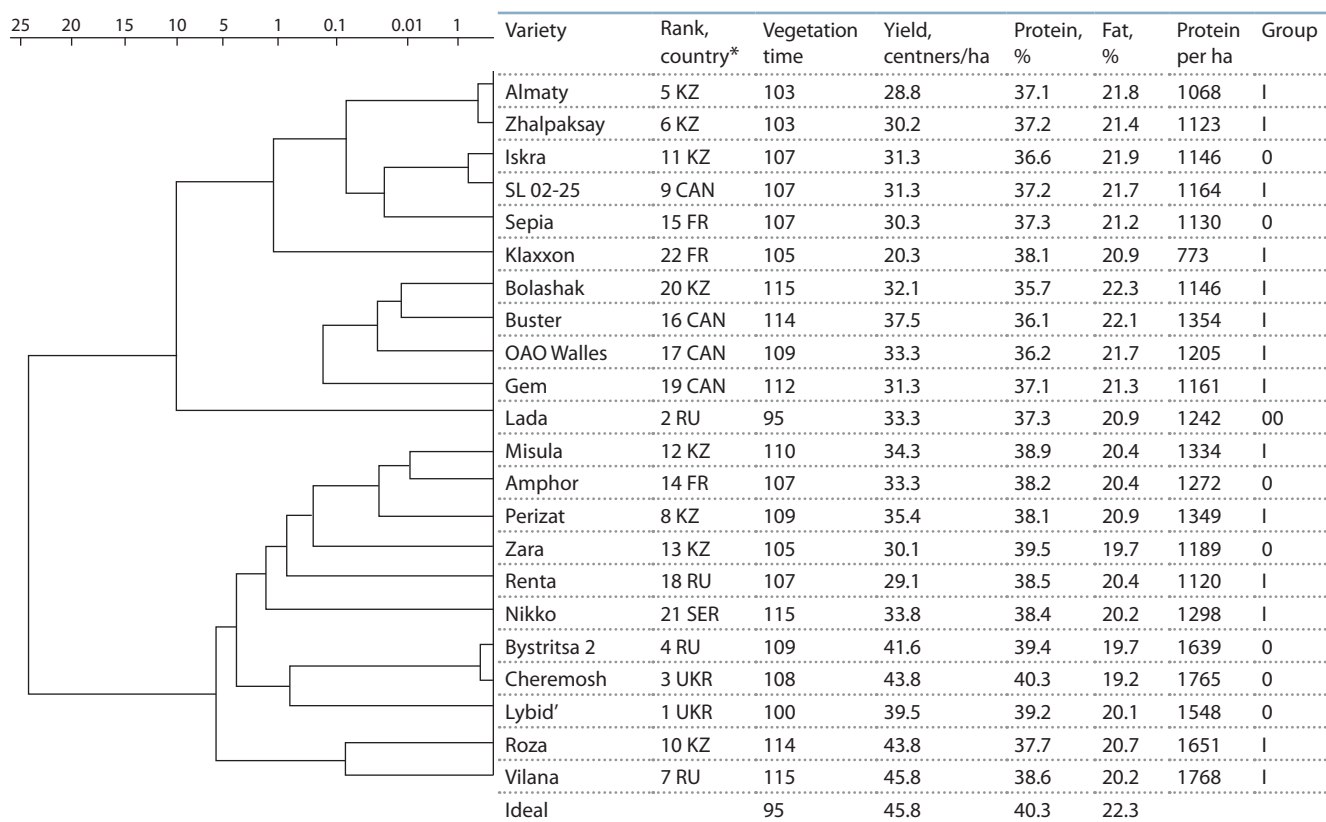


Fig. 2. Comparison of early- and medium-ripening soybean varieties of Kazakhstan and non-Kazakhstan origin in the demonstration panel, 2011.

Ranks 1–21. * Designations follow Fig. 1.

Table 5. Quantitative characterization of soybean varieties of different ripening time groups

Ripening time group	Origin	Number of varieties	Vegetation, days	Yield, centners/ha	Protein, %	Fat, %
00	Kazakhstan	0	–	–	–	–
	Non-Kazakhstan	2	94.3±2.1	28.4±2.7	39.1±0.3	20.8±0.2
0	Kazakhstan	5	108.5±3.3	36.3±3.0	37.9±0.3	21.6±0.3
	Non-Kazakhstan	9	105.0±4.0	34.0±2.5	40.0±0.4	22.1±0.5
I	Kazakhstan	4	116.5±3.5	36.8±3.2	37.2±0.5	22.0±0.5
	Non-Kazakhstan	15	116.6±3.7	37.1±3.3	37.3±0.5	22.1±0.4
II	Kazakhstan	12	124.2±4.2	37.7±2.7	36.6±0.4	21.5±0.3
	Non-Kazakhstan	14	126.1±3.9	34.1±3.7	36.2±0.4	21.2±0.3
III	Kazakhstan	5	135.1±2.0	36.5±2.5	35.2±0.3	20.1±0.5
	Non-Kazakhstan	2	133.4±2.1	28.6±2.1	35.7±0.3	19.5±0.3

И в средне-, и раннеспелой группах максимальная урожайность отмечена для образцов с разным вегетационным периодом: 108–115 дней. Классификация по комплексу признаков позволяет дифференцировать сорта по их хозяйственной значимости в пределах вегетационного периода (рис. 2).

Изучаемые сорта сои были разбиты на пять групп спелости в зависимости от длины вегетационного периода (90–135 дней). Среди скороспелых сортов 00 группы спе-

лости отсутствуют сорта отечественной селекции. В группе среднеранних сортов (0) отечественные сорта превосходят зарубежные в среднем по урожайности на 2,3 ц/га, в среднепоздней группе (II) – на 3,6 ц/га, а в позднеспелой группе (III) – на 7,9 ц/га. Количество протеина и жира между отечественными и зарубежными сортами в пределах группы спелости практически совпадало, при этом сохранялась положительная корреляция между скороспелостью и повышенным содержанием протеина (табл. 5).

Обсуждение

С целью апробирования сортов сои в условиях юго-востока Казахстана на базе ТОО «Казахского научно-исследовательского института земледелия и растениеводства» был организован питомник экологического сортоиспытания, включающий сорта мировых стран – производителей сои: Канады, Украины, Сербии, России, Швейцарии, Китая и сорта казахстанской селекции. В 2011 г. было изучено 62 сорта, в 2012 и 2013 гг. – 68. Сорта отличаются по группам спелости от группы 00 с периодом вегетации в условиях Алматинской области 90–95 дней – Лада (Россия), Танаис (Украина), до группы III с периодом вегетации 135–140 дней – Надежда, Ласточка (Казахстан), Веста (Россия).

Полученные результаты не позволяют отметить преимущество той или иной селекции в целом, т. е. речь идет о конкретных генотипах и стабильности формирования ими определенного уровня урожайности в пределах групп спелости.

Средняя урожайность по сортам в 2011 г. составила 35,6 ц/га (18,7–62,5 ц/га), в 2012 г. – 36,8 ц/га (19,5–53,1 ц/га), в 2013 г. – 31,1 ц/га (17,2–42,5 ц/га). Содержание белка в семенах в среднем было в 2011 г. – от 32,2 (Лада, Россия) до 38,7 % (Суламит, Казахстан), а в более засушливый и жаркий 2012 г. – от 37,3 (Бастер, Канада) до 44,0 % (Хорол, Украина). Самое большое содержание белка было обнаружено у сорта Черемош (Украина) – 44,2 % в 2013 г. Количество жира в семенах изучаемых сортов в 2012 г. также было больше и составило в среднем 22,5 % по сравнению с содержанием жира в семенах в 2011 г. – 20,6 %.

Количество протеина и жира в семенах отечественных и зарубежных сортов сои в пределах группы спелости практически совпадало, при этом сохранялась положительная корреляция между скороспелостью и повышенным содержанием протеина.

Выделены наиболее продуктивный сорт отечественной селекции – Жансая – с урожайностью за период испытаний 38,3–45,8 ц/га (включен в реестр Республики Казахстан в 2012 г.) Сорт Зара – высокопротеиновый, с содержанием белка 37,7–43,3 % – передан на государственное сортоиспытание Республики Казахстан с 2011 г.

В результате выполненной работы выделен и сформирован блок раннеспелых (000 и 00 группы спелости) генотипов сои, перспективных для возделывания в условиях севера Республики Казахстан.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

References

Albrecht L.P., de Lucca B.A., Rizzatti A.M., Scapim C.A., Barbosa M.C., Stülp. M. Sementes de soja produzidas em épocas de safinha na região oeste do Estado do Paraná. *Acta Sci. Agron.* 2009; 31(1):121-127.

Azhgaliev T.B., Abugaliev A.I., Zhumakhanova A.Zh. The soybean variety pool in Kazakhstan. *Vestnik selskokhozyaystvennoy nauki Kazakhstana = Herald of the agricultural science of Kazakhstan.* 2012;10:17-23.

Baranov V.F., Baranova L.A. On the possibility of soybean introduction in northwestern Russia. *Maslichnye kultury. Nauchno-tehnicheskii byulleten VNIIMK = Oil crops. Scientific and technical bulletin of the All-Russian Research Institute of Oil Crops.* 2011;1:106-109.

Boyko A.T., Karyagin Yu.G. *Metodicheskie rekomendatsii. Soya – vysokobelkovaya kultura [Guidelines. Soybean, a High-Protein Crop].* Almaty, Vita, 2004.

Butovets E.S. Study and employment of best soybean varieties from different regions in breeding programs of the Primorskiy Research Institute of Agriculture. *Materialy 5 mezhdunarodnoy konferentsii «Rasteniya v musonnom klimate» [Proceedings of the 5th International Conference “Plants in the Monsoon Climate”].* Vladivostok, 2009:313.

Butovets E.S. Ecological trial of soybean varieties. *Zemledelie = Agriculture.* 2011;6:38-39.

Demyanova-Roy G.B., Boriova E.B. Assessment of the adaptive potential of soybean varieties on turf podzol of the Kostroma region. *Estestvennyye i tekhnicheskiye nauki = Natural and Industrial Sciences.* 2012;1:113-116.

Didorenko S.V. Soybean breeding achievements in Kazakhstan. *Vestnik selskokhozyaystvennoy nauki Kazakhstana = Herald of the agricultural science of Kazakhstan.* 2014;1:22-27.

Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta [Technique of the Field Experiment].* Moscow, Kolos, 1973.

Fehr W.R., Cavines C.E. *Stages of Soybean Development.* Cooperative Extension Service. Ames, Iowa: Iowa State Univ., 1979.

Goloenko D.V. Guidelines for choosing parental combinations for breeding early-ripening soybean varieties. *Seleksiya i nasinnitstvo = Breeding and Seed Industry.* 2006;92:79-87.

Helio B.B., Tuneo S., Cassia T.R., Rodrigo R.F., Damiao C.C., Silva R.M. Adaptation and stability of soybean genotypes in the test in the state of Mato Grosso. *Rev. Ceres. Univ. Fed. Vicosa.* 2010;3:359-366.

Khasbiullina O.I., Mudruk N.V., Butovets E.S. Comparison of high-performance soybean cultivars in the southern Russian Far East. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK = Achievements of Science and Technology of AIC.* 2012:17-19.

Korsakov N.I., Makasheva R.Kh., Adamova O.P. *Metodika izucheniya kolektsii zernobobovykh kultur [Methods of the Study of the Grain Legume Collection].* Leningrad, Vavilov Institute of Plant Industry, 1968.

Medvedeva Z.M., Babarykina S.A. Features of the formation of soybean performance in West Siberia. *Vestnik Novosibirskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta = Bulletin of the Novosibirsk State Agrarian University.* 2011;2:19-23.

Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya selskokhozyaystvennykh kultur. Vyp. 2-y. Zernovye, zernobobovye, kukuруза i kormovyye kultury. [Technique of State Crop Variety Trials. Issue 2. Cereals, Grain Legumes, Maize, and Fodder Crops]. Moscow, Kolos, 1971.

Omel'yanyuk L.V., Asanov A.M., Tanakulov A.Kh. *Izuchenie sortoobraztsov soi mirovoy kolektsii VIR v usloviyakh Sibirskogo Priirtyshya. Seleksiya s/kh rasteniy na vysokuyu urozhaynost, stabilnost i kachestvo [Study of soybean accessions from the Vavilov Institute global collection in the Siberian Irtysh region. Breeding of crops for high performance, stability, and quality].* Omsk, 2012: 216-221.

Penchukov V.M., Zaytsev N.I., Dudka N.Z., Matsola N.A. New soybean varieties for regions with unstable moistening. *Agrarnaya nauka = Agrarian science.* 2012;3:4-6.

Savin V.N., Abugaliev I.A., Abugaliev A.I. Optimization of analytical studies in plant industry. *Doklady Rossiyskoy Akademii Selskokhozyaystvennykh Nauk = Proceedings of the Russian Academy of Agricultural Sciences.* 1998;2:13-15.