

¹Булатова К.М., ¹Юсаева Д.А.,
²Гаврилова О.А., ¹Мазкират Ш.

¹Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства, Казахстан, Алматинская область, п. Алмалыбак.

²Опытное хозяйство масличных культур, Казахстан, ВКО, п. Солнечный

Характеристика коллекций инбредных линий подсолнечника по элементам продуктивности и качественным показателям семян

¹Bulatova K.M., ¹Yusaeva D.A.,
²Gavrilova O.A., ¹Mazkirat Sh.

¹Kazakh scientific research institute of farming and plant growth, Kazakhstan, Almaty region, Almalybak

²Experimental farm of oil crops, Kazakhstan, East Kazakhstan Region, Solnechnyi v.

Characterization of sunflower inbred lines collections on seeds quality traits and elements of productivity

¹Болатова К.М., Юсаева Д.А.,
Гаврилова О.А., Мазкират Ш.

¹Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми зерттеу институты, Қазақстан, Алматы обл., Алмалыбақ ауылы

²Майлы дақылдардың тәжірибе шаруашылығы, Қазақстан, ШҚО, Солнечный а.

Күнбағыстың инбредті линиялары коллекцияларының тұқымының өнімділік элементтері және сапалық қасиеттері бойынша сипаттамасы

Изучена коллекция подсолнечника ТОО «Опытное хозяйство масличных культур» Восточно-Казахстанской области, включающая 36 линий с цитоплазматической мужской стерильностью (А линии), 44 линии закрепителей стерильности (Б линии), 43 линии восстановителей фертильности пыльцы (В линии) по признакам: масса 1000 семян, процентное содержание лузги, выполненность, масличность семян, содержание свободного пролина в семенах. Данные по элементам продуктивности и качественным показателям семян линий подсолнечника были обработаны методом кластерного анализа. По результатам оценки создана база данных показателей семян, которая используется в селекции гибридов. Выделено 29 линий подсолнечника, которые можно использовать как источники хозяйственно-ценных признаков. Анализ содержания свободного пролина в семенах подсолнечника позволил подразделить их на 3 группы: с низким содержанием пролина в семенах (от 30 до 50 мг/%), средним уровнем содержания (от 51 до 80 мг/%) и высокопролиновые линии (от 81 мг/% и выше). Корреляционный анализ данных по уровню свободного пролина в семенах и длине вегетационного периода выявил слабую положительную взаимосвязь между этими показателями: $r=0,28$ в группе А линий, $0,28$ в группе Б линий и наиболее значимую положительную корреляцию в группе В линий ($r=0,45$).

Ключевые слова: подсолнечник, инбредные линии, семена, качественные и количественные показатели.

The sunflower collection of LLC "Experimental Farm oilseeds" of Eastern Kazakhstan region was studied, including 36 lines with cytoplasmic male sterility (line A), 44 lines fixers of sterility (line B), 43 reducing pollen fertility lines (line R) on the basis of: weight of 1000 seeds, the percentage of the huskness, filling of grain, oil and free proline content of seeds. Analysis of the data on the studied traits showed that studied sunflower samples are characterized by wide amplitude variation. Data on the elements of productivity and qualitative lines of sunflower seeds were processed by the method of cluster analysis. According to the evaluation of results database of indicators of seed to be used in breeding of hybrid was established. 29 sunflower lines that can be used as sources of economically valuable traits was allocated. Analysis of the free proline content in seeds of inbred lines allowed them to be divided into 3 groups: low-proline content in seeds (30 to 50 mg /%), mid level of proline content (51 to 80 mg /%) and high proline content lines (from 81 mg /% and above).

Correlation analysis of the level of free proline data in seeds and the length of the growing season showed a weak positive correlation between these indicators: $r = 0,28$ in lines of group A and 0.28 in lines of group B, the most significant positive correlation is found in lines of group R ($r = 0,45$).

Key words: sunflower, inbred lines, seeds, quality and quantitative traits.

Мақалада Шығыс Қазақстан облысындағы ЖШС «Майлы дақылдардың тәжірибелік шаруашылығындағы» күнбағыстың 36 цитоплазматикалық аталық стерильді линиялары (А линиялар), 44стерильділікті бекіткіш – линиялар (Б линиялар), 43 тозаңқаптың фертильділігін қалпына келтіруші линиялары коллекцияларының (В линиялар) 1000 дән салмағы мен күнжарасының пайыздық құрамы, дәнінің толықтығы және майлылығы, дәндегі бос пролиннің құрамының зерттелгені туралы мәліметтер келтірілген. Күнбағыстың өнімділік элементтері мен сапалық көрсеткіштері бойынша мәліметтеріне кластерлік талдау әдісімен өңдеулер жүргізілді. Мәліметтер бойынша күнбағыстың будандар селекциясында пайдаланылатын тұқым көрсеткіштерінің мәліметтері базасы құрылды. Шаруашылық-күнды белгілерін қайнар көз ретінде пайдалануға болатын 29 линиялар бөлініп алынды. Дәндегі бос пролин құрамының талдауы бойынша олар 3 топқа бөлінді: дәндегі пролин деңгейі төмен (30 -50 мкг/г дейін), орта деңгейдегі линиялар (51-80 мкг/г дейін), жоғарыпролинді линиялар (81 мг/%) және одан жоғары). Дәндегі бос пролин құрамы мен өсу мерзімінің ұзақтығының мәліметтері бойынша жасалған корреляциялық талдаулар әлсіз оң нәтижені көрсетті: А линияларының тобында $r=0,28$, Б линиясының тобында $r=0,28$ және В линияларының тобында едәуір оң нәтижені көрсетті ($r=0,45$).

Түйін сөздер: күнбағыс, инбредті линиялар, тұқым, сапалық және сандық көрсеткіштер

ХАРАКТЕРИСТИКА КОЛЛЕКЦИЙ ИНБРЕДНЫХ ЛИНИЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА ПО ЭЛЕМЕНТАМ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВЕННЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ СЕМЯН

Введение

Подсолнечник (*Helianthus annuus* L.) является одной из важнейших масличных культур, возделываемых в Казахстане. Посевы подсолнечника в стране составляют в настоящее время около 900 тыс. га, основные площади сосредоточены в Восточно-Казахстанской и Павлодарской областях [1]. Кроме использования подсолнечника в производстве масла, культура широко применяется в кондитерской отрасли – изготовление халвы, особых сортов хлебобулочных и кондитерских изделий

Создание новых, адаптированных к конкретным условиям выращивания и требованиям переработки гибридов подсолнечника с комплексом хозяйственно-ценных признаков, устойчивых к возбудителям основных заболеваний, может быть успешным лишь при наличии хорошо изученного, генетически разнообразного исходного материала, в котором коллекция самоопыленных линий является наиболее ценной частью генофонда, непосредственно используемого в селекции гибридов.

Гибриды подсолнечника получают путем скрещивания материнских инбредных линий (А-линии), характеризующихся мужской стерильностью (неразвитость пыльцевых зерен) с отцовскими линиями (В линиями) Для ежегодного воспроизводства мужскостерильных А-линий их скрещивают с изогенными линиями закрепителями стерильности (Б-линии). Изученность коллекций самоопыленных линий по морфологическим признакам является первым этапом в определении разнообразия исходного материала и его перспективности для селекции по тем или иным признакам.

Морфологические параметры растений могут быть сопряжены с рядом хозяйственно-ценных признаков, таких как устойчивость к болезням [2], экологическая адаптированность [3], использованы в поиске взаимосвязи с ДНК показателями [4,5].

Анализ морфологических данных растений и семян, физиологических показателей и их обработка кластерным анализом позволяет выявлять источники для гибридных комбинаций с высоким эффектом гетерозиса, оценивать чистоту самоопыленных линий [6,7].

Качественные показатели семян, такие содержание масла, белка и др. являются важнейшими характеристиками исходных родительских линий в селекции масличных и кондитерских форм подсолнечника.

Целью наших исследований являлось изучение коллекций инбредных линий подсолнечника по морфологическим и качественным показателям, а именно – массе 1000 семян, процентному содержанию лузги (лузжистость), выполненности, масличности, белковости семян, а также по длине вегетационного периода и содержанию свободного пролина в семенах.

Материалы и методы исследования

Объектами исследований служили 36 А линий с цитоплазматической мужской стерильностью (ЦМС), 44 Б линии закрепители стерильности, 43 В линии – восстановители фертильности пыльцы.

Полевые исследования велись в соответствии с методическими указаниями [8] на полях ТОО «Опытное хозяйство масличных культур», которое находится в южной части Глубоковского района, в предгорной зоне Восточно-Казахстанской области. Масса 1000 семян определялась по ГОСТ 12042-80 [9], выполненность по ГОСТ 12037-81 [10], процентное содержание лузги – по ГОСТ 10855-64 [11]. Содержание в семенах масла определяли по ГОСТ 10857-64 [12], на ЯМР-анализаторе АМВ-1006М (Гранат, Россия). Определение свободного пролина вели

методом Bates L.D. [13]. Содержание общего белка в зерне и его фракций определяли микрометодом Лаубера [14].

Математическая обработка данных, в т.ч. и кластеризация методом UPGMA осуществлялись при помощи пакета программ Statistica V 7.0.

Результаты исследования и их обсуждение

Показатель количества семян в корзинке (выполненность) является наряду с другими элементами структуры важным показателем урожайности и, несмотря на то, что исходные родительские линии не выращиваются непосредственно для производства с-х. продукции, оценка данного показателя важна для отбора ценных линий в селекции гибридов. В изучаемой коллекции выполненность варьировала от 988 до 1877 шт. семян.

Поскольку подсолнечник возделывается в Республике в основном для экстракции масла, содержание масла в семенах – основной показатель качества. Масличность исследованных 36 ЦМС – аналогов материнских линий подсолнечника изменялась в интервале от 38,8 до 53,8%. Лузжистость семян – важный признак, связанный с масличностью – чем меньше лузги, тем выше доля ядра семени, следовательно будет выше выход масла при переработке продукции. Данные по лузжистости семян варьировали от 20,0 до 24,0%. Масса 1000 семян колебалась от 53,0 до 73,5% (таблица 1).

Таблица 1 – Продуктивные и качественные показатели семян А-линий подсолнечника

Наименование	Выполненность, шт	Масса 1000 семян, г	Масличность семян, %	Лузжистость семян, %
1	2	3	4	5
ВКУ 1А	1200	45,6	38,8	24
ВКУ 5А	950	76,4	42,3	24
ВКУ 9А	1330	47,8	38,6	24
ВКУ 19А	1250	60,3	39,1	24
ВКУ 25А	1100	72,2	40,6	25
ВКУ 27А	1780	53,5	44	23
ВКУ 35А	1300	54	48,9	23
ВКУ 64А	1600	50,3	40,4	22
ВКУ 65А	1000	44,1	44,7	23

Наименование	Выполненность, шт	Масса 1000 семян, г	Масличность семян, %	Лужистость семян, %
1	2	3	4	5
ВКУ 77А	1570	51,3	40,3	22
ВКУ 94А	1180	66,4	43,1	23
ВКУ 101А	1300	57,3	45,1	22
ВКУ 102А	1380	71,4	47,3	22
ВКУ 108А	1620	85,3	48,4	24
ВКУ 110А	1500	73,4	48,9	24
ВКУ 116А	1480	87,4	46,4	24
ВКУ 123А	1200	79,3	40,5	25
ВКУ 127А	1510	53,6	50,3	24
ВКУ 136А	1350	73,4	50,5	23
ВКУ 140А	1720	55,8	52,1	21
ВКУ 165А	1100	79,3	49,3	24
ВКУ 181А	1380	68,3	39,9	22
ВКУ 202А	900	63,1	45,3	22
ВКУ 217А	1040	42	52,9	23
ВКУ 222А	980	48,6	50,9	21
ВКУ 247А	610	70,8	49,8	20
ВКУ 248А	930	57,7	51,4	20
ВКУ 264А	1280	62	52,9	23
ВКУ 270А	1000	87,5	46,6	22
ВКУ 276А	930	67,9	44,9	20
ВКУ 286А	870	56,2	53,8	23
ВКУ 300А	1180	58	48,9	26
ВКУ 302А	1000	55,2	50,8	20
ВКУ 303А	1020	45,6	51,2	24
ВКУ 305А	910	48,4	48,3	25
ВКУ 415А	1490	57,5	52	22

Анализ полученных данных по изучаемым признакам показал, что изученные образцы подсолнечника характеризуются широкой амплитудой изменчивости.

Данные по по масличности, лужистости и массе 1000 семян материнских А линий подсолнечника были обработаны методом кластерного анализа (рисунок 1). Линии сгруппировались в 2 кластера и 8 субкластеров в зависимости от содержания

масла, массы 1000 семян, процента лужги, а также выполненности семян каждой линии. В каждом субкластере сосредоточилось от 3 до 7 линий. В V субкластере сосредоточилось 4 образца, для которых характерно наибольшее содержание масла: ВКУ 264А, ВКУ 286А, ВКУ 415А, ВКУ 248А. Образцы с наибольшей массой 1000 семян сосредоточились в I субкластере: ВКУ 270 А, ВКУ 116А, ВКУ 108А.

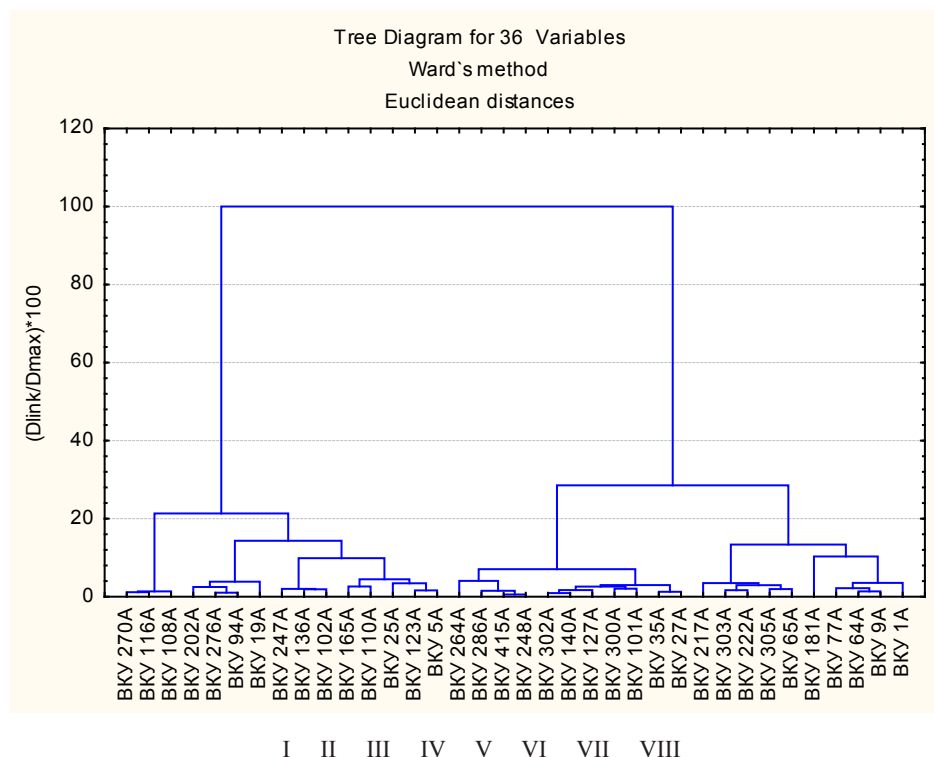


Рисунок 1 – Дендрограмма распределения А линий подсолнечника по масличности, лузжистости и массе 1000 семян

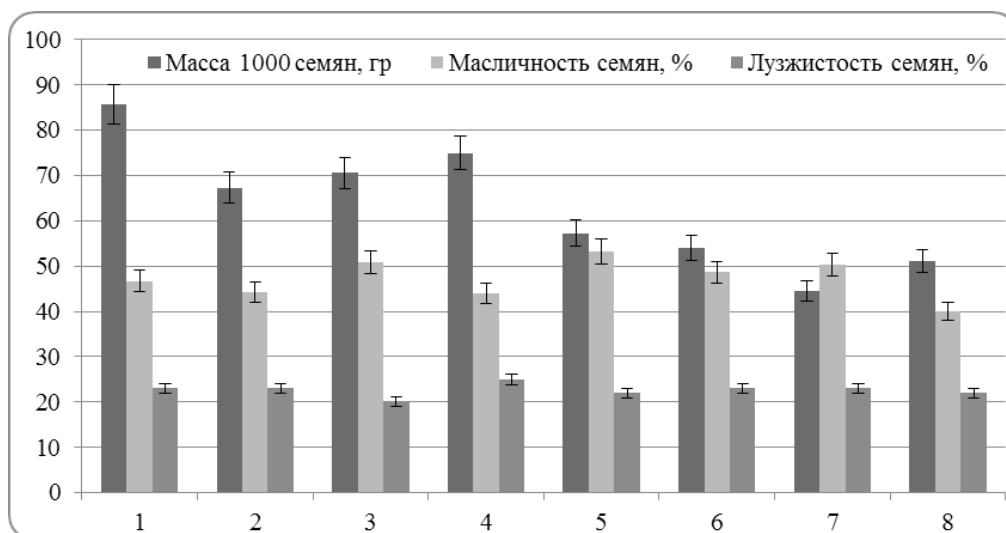


Рисунок 2 – Характеристика кластеров распределения А линий подсолнечника по элементам продуктивности (масса 1000 семян), масличности и лузжистости

Кластерный анализ 44 Б линий подсолнечника по показателям масличности, массы 1000 семян, процента лузги, которые, в свою очередь, подразделились на 8 субкластеров (рисунок 3), насчитывавших от 4 до 8 образцов. Характеристики ЦМС линий и линий закрепителей сте-

рительности были примерно одинаковы. Наиболее высокомасличные линии сосредоточились в 1 и 7 субкластерах. Линии с высокими значениями массы 1000 семян сосредоточились в 5 и 6 субкластерах. По лузжистости семян линии были однородны.

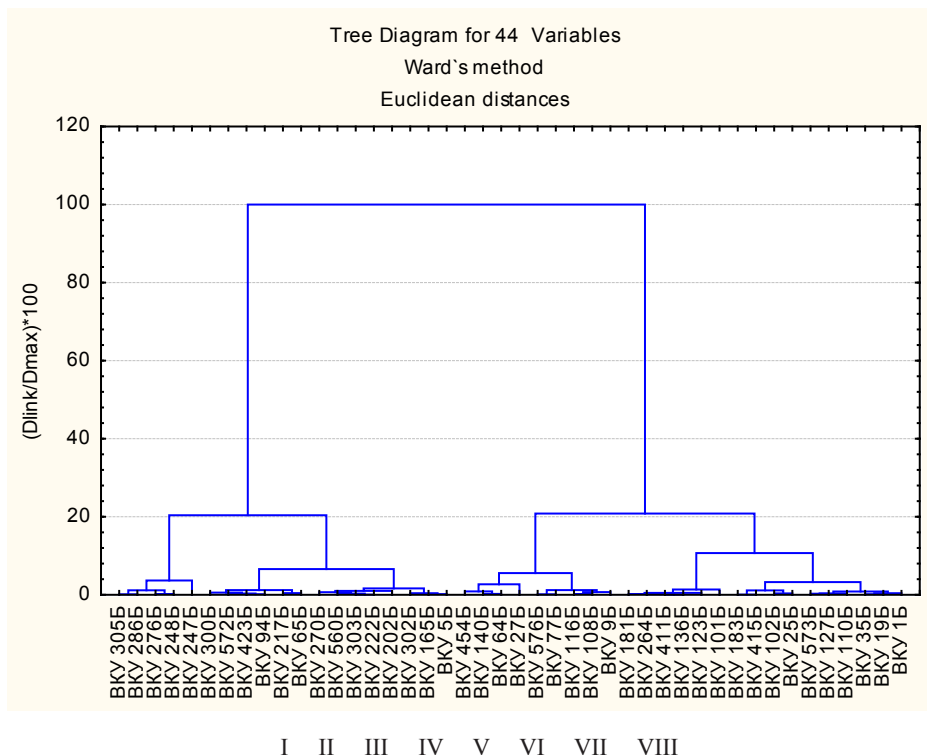


Рисунок 3 – Дендрограмма распределения 44 линий-закрепителей стерильности подсолнечника по элементам урожайности и качественным показателям семян

Масличность семян в коллекции Б линий – закрепителей стерильности варьировала от 44 до 50 %, лужистость – от 20 до 24%, масса 1000 семян колебалась от 56,0 до 69,0 г (рисунок 4).

У отцовских линий – восстановителей фертильности (В линии) выполненность варьи-

ровала от 830 до 1018 шт., масса 1000 семян – от 38,0 до 46 г., масличность колебалась от 44 % до 49 %, лужистость семян – от 22 до 26%. Кластерный анализ данных распределил линии на 2 кластера и 8 субкластеров (рисунок 5).

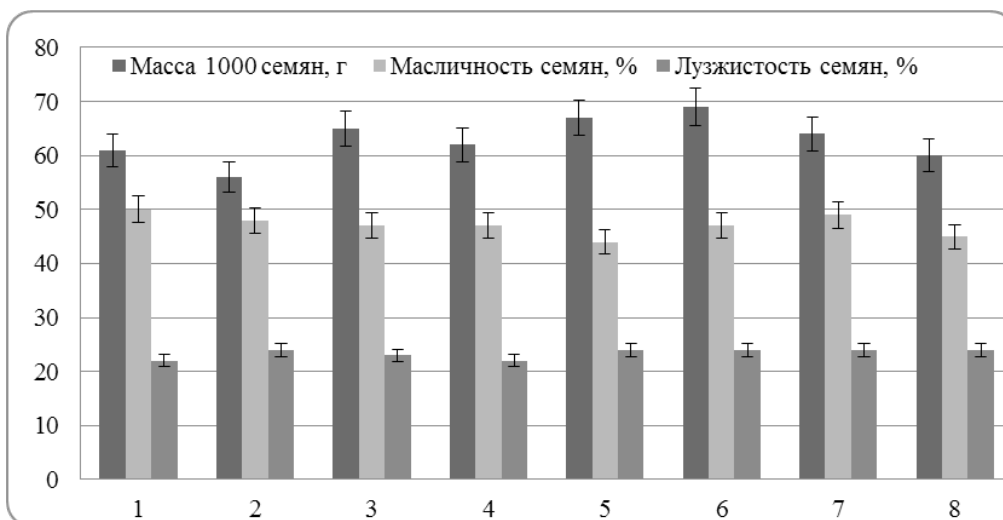


Рисунок 4 – Характеристика кластеров распределения Б линий подсолнечника по элементам продуктивности (масса 1000 семян), масличности и лужистости.

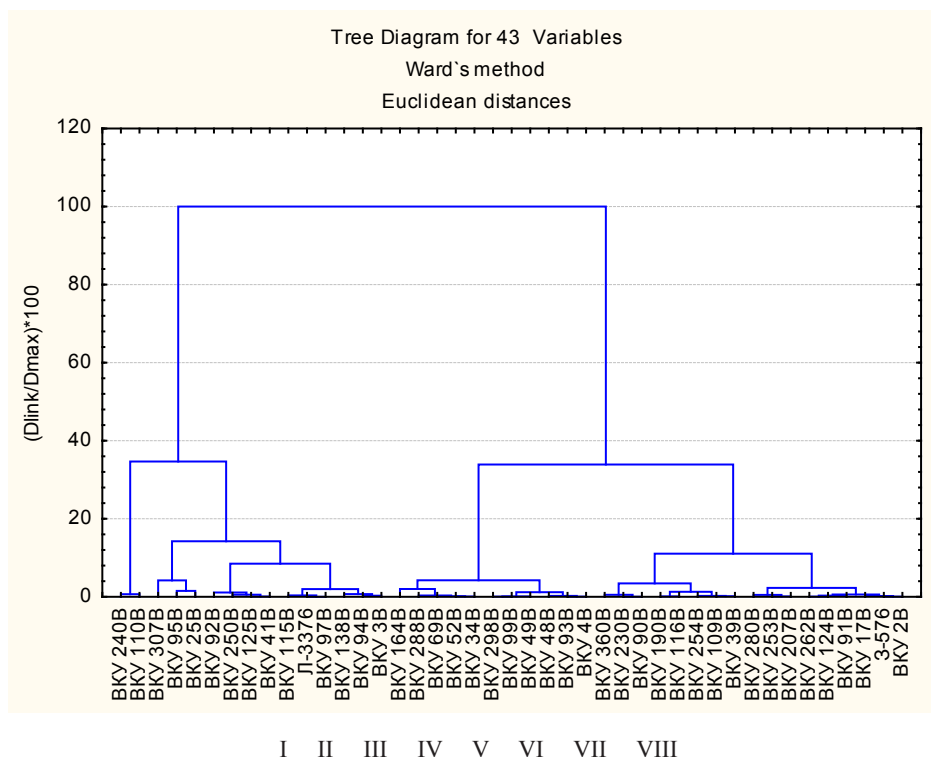


Рисунок 5 – Дендрограмма распределения 43 линий – восстановителей фертильности подсолнечника по элементам продуктивности и качественным показателям семян

По массе 1000 семян, масличности линии-восстановители фертильности уступают материнским формам, значительное число линий характеризуются высокой лужистостью семян (рисунок 6).

По результатам анализа элементов продуктивности, качественных показателей семян выделены 29 линий в качестве источников хозяйственно-ценных признаков для селекции (таблица 2).

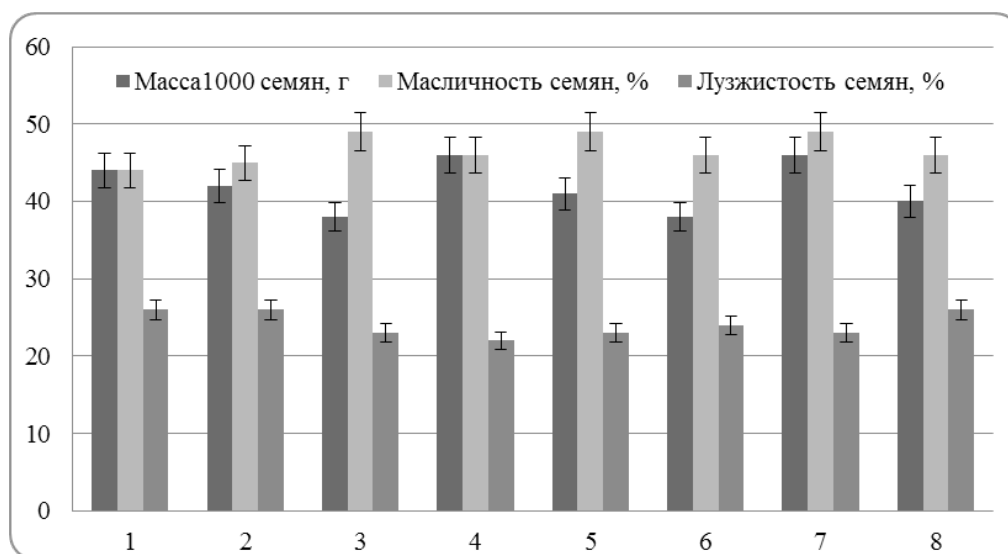


Рисунок 6 – Характеристика кластеров распределения В линий подсолнечника по элементам продуктивности (масса 1000 семян), масличности и лужистости.

Таблица 2 – Перспективные для селекции линии – источники хозяйственно-ценных признаков. (А- ЦМС – аналоги материнских линий; В- отцовские линии-восстановителей фертильности)

Линии	Хозяйственно-ценные показатели	Численность образцов
ВКУ 305А, ВКУ 286А, ВКУ 276А, ВКУ 248А, ВКУ 247А ВКУ 92В, ВКУ 250В, ВКУ 125В, ВКУ 41В, ВКУ 164В, ВКУ 288В, ВКУ 69В, ВКУ 52В, ВКУ 34В, ВКУ 360В, ВКУ 230В, ВКУ 90В, ВКУ 190В, ВКУ 116В, ВКУ 254В, ВКУ 109В.	Высокое содержание масла в семенах	21
ВКУ 116А, ВКУ 108А, ВКУ 9А	Наибольшая масса 1000 семян	3
ВКУ 240В, ВКУ 110В, ВКУ 307В, ВКУ 95В, ВКУ 25В	Высокая выполненность и низкая лужистость	5

Создание раннеспелых и скороспелых гибридов и сортов подсолнечника с коротким периодом вегетации имеет важное значение в снижении потерь урожайности за счет уборки до наступления осенней непогоды, а также уменьшения пораженности болезнями.

Известны биохимические маркеры скороспелости, такие как содержание свободной аминокислоты пролин в семенах ячменя, сои [15,16]. Содержание свободного пролина, оцененное нами в семенах инбредных линий А, Б и В типов приведено в таблице 3.

Таблица 3 – Содержание свободного пролина в семенах инбредных коллекционных линий подсолнечника.

А линии	Пролин, мг/%	Б линии	Пролин, мг/%	В линии	Пролин, мг/%
ВКУ 1А	32,24±1,65	ВКУ 1Б	36,00±0,71	ВКУ 2В	64,24±4,00
ВКУ 5А	41,88±0,47	ВКУ 5Б	65,65±4,94	ВКУ 3В	75,30±3,76
ВКУ 9А	46,12±1,41	ВКУ 9Б	102,36±1,18	ВКУ 4В	77,65±2,35
ВКУ 19А	36,00±0,71	ВКУ 19Б	69,88±3,53	ВКУ 17В	92,94±1,18
ВКУ 25А	68,71±1,88	ВКУ 25Б	97,41±3,76	ВКУ 25В	58,12±2,59
ВКУ 27А	40,47±2,82	ВКУ 27Б	54,59±2,82	ВКУ 34В	96,47±2,35
ВКУ 35А	53,88±2,12	ВКУ 35Б	63,53±3,29	ВКУ 39В	63,53±0,47
ВКУ 64А	52,47±1,65	ВКУ 64Б	92,94±3,53	ВКУ 41В	53,18±0,94
ВКУ 65А	71,18±2,12	ВКУ 65Б	97,65±1,18	ВКУ 48В	94,36±0,71
ВКУ 77А	82,12±2,59	ВКУ 77Б	94,12±7,06	ВКУ 49В	63,77±4,94
ВКУ 94А	51,53±0,24	ВКУ 94Б	114,12±1,18	ВКУ 52В	83,30±4,24
ВКУ 101А	42,35±0,47	ВКУ 101Б	105,89±2,35	ВКУ 69В	31,77±1,18
ВКУ 102А	93,41±1,65	ВКУ 102Б	115,30±2,35	ВКУ 90В	28,47±0,71
ВКУ 108А	68,24±2,35	ВКУ 108Б	93,65±0,47	ВКУ 91В	38,35±3,06
ВКУ 110А	62,83±2,12	ВКУ 110Б	79,77±2,59	ВКУ 92В	14,12±0,94
ВКУ 116А	63,77±2,59	ВКУ 116Б	102,36±1,18	ВКУ 93В	54,35±3,06
ВКУ 123А	76,00±3,06	ВКУ 123Б	55,77±1,65	ВКУ 94В	15,06±1,41
ВКУ 127А	73,18±2,12	ВКУ 127Б	135,30±1,18	ВКУ 95В	25,41±3,76
ВКУ 136А	77,18±2,82	ВКУ 136Б	86,36±2,12	ВКУ 97В	14,35±0,71
ВКУ 140А	81,41±1,41	ВКУ 140Б	84,94±0,24	ВКУ 99В	34,59±2,12

А линии	Пролин, мг/%	Б линии	Пролин, мг/%	В линии	Пролин, мг/%
ВКУ 165А	81,65±2,12	ВКУ 145Б	92,24±4,24	ВКУ 109В	38,35±3,06
ВКУ 181А	73,41±2,82	ВКУ 165Б	95,53±2,35	ВКУ 110В	40,47±1,88
ВКУ 202А	43,30±2,82	ВКУ 181Б	58,59±2,59	ВКУ 115В	60,71±1,41
ВКУ 217А	69,65±3,76	ВКУ 202Б	52,47±1,65	ВКУ 116В	65,41±2,82
ВКУ 222А	65,65±4,94	ВКУ 217Б	92,94±3,53	ВКУ 124В	71,53±1,41
ВКУ 247А	58,83±4,71	ВКУ 222Б	90,36±3,76	ВКУ 125В	75,53±4,47
ВКУ 248А	86,36±4,00	ВКУ 247Б	85,18±1,88	ВКУ 138В	102,36±1,18
ВКУ 264А	78,35±2,12	ВКУ 248Б	94,12±0,94	ВКУ 164В	65,65±4,94
ВКУ 270А	56,71±0,24	ВКУ 264Б	97,65±3,53	ВКУ 190В	38,12±2,82
ВКУ 276А	85,18±4,24	ВКУ 270Б	98,83±4,71	ВКУ 207В	81,65±3,06
ВКУ 281А	53,41±0,71	ВКУ 276Б	72,47±2,82	ВКУ 230В	41,41±1,88
ВКУ 286А	97,18±5,41	ВКУ 286Б	88,47±5,65	ВКУ 240В	47,06±0,94
ВКУ 300А	86,12±3,29	ВКУ 300Б	62,59±3,29	ВКУ 250В	70,59±1,41
ВКУ 301А	102,36±1,18	ВКУ 302Б	38,12±1,88	ВКУ 253В	40,00±1,88
ВКУ 302А	35,53±3,06	ВКУ 303Б	66,59±3,06	ВКУ 254В	88,71±3,06
ВКУ 303А	74,35±1,41	ВКУ 305Б	95,53±0,94	ВКУ 262В	69,18±3,29
ВКУ 305А	95,53±2,82	ВКУ 415Б	56,71±1,18	ВКУ 280В	66,12±0,24
ВКУ 415А	57,41±1,41	ВКУ 183Б	52,71±3,76	ВКУ 288В	53,65±1,88
		ВКУ 411Б	69,18±1,88	ВКУ 298В	108,00±0,24
		ВКУ 423Б	65,18±1,18	ВКУ 307В	80,47±0,00
		ВКУ 454Б	61,88±0,71	ВКУ 360В	43,06±0,24
		ВКУ 560Б	77,65±2,82		
		ВКУ 572Б	93,65±4,71		
		ВКУ 573Б	73,18±2,12		
		ВКУ 576Б	67,77±1,88		

Корреляционный анализ данных по уровню свободного пролина в семенах и длине вегетационного периода выявил слабую положительную взаимосвязь между этими показателями: $r=0,28$ в группе А линий, $0,28$ в группе Б линий и наиболее значимую положительную корреляцию в группе В линий ($r=0,45$). Анализ содержания свободного пролина в семенах инбредных линий подсолнечника позволил подразделить их на 3 группы: с низким содержанием пролина в семенах (от 30 до 50 мг/%), средним уровнем содержания (от 51 до 80 мг/%) и высокопролиновые линии (от 81 мг/% и выше). Наибольшее число линий в наборе А и В линий характеризуется средним уровнем аминокислоты, тогда как в группе Б линий преобладают высокопролиновые образцы (таблица 3). Для низкопролиновых групп у всех типов инбредных линий характерен более короткий период веге-

тационного развития и хорошая выполненность корзинки, тогда как по массе 1000 семян и масличности А и Б линии этой группы уступают средне- и высокопролиновым группам.

Семена подсолнечника являются не только источником растительного масла, но и белка. Рядом исследователей выявлена взаимосвязь между белком и другими характеристиками семян [17]. В последние годы в селекции подсолнечника усиливается тренд в сторону создания сортов и гибридов кондитерского направления, в том числе и грызового, при котором внимание акцентируется на увеличение содержания белка в семени при одновременном снижении уровня масличности. Кроме того, грызовой подсолнечник должен отвечать требованиям по размерам семян, массе 1000 семян, их окраске, лузжистости.

Таблица 4 – Характеристика инбредных линий подсолнечника по морфо-биологическим и биохимическим показателям

Группа по содержанию свободного пролина в семенах	Число линий, %	Вегетационный период до созревания, дни	Выполненность, шт	Масса 1000 семян, г	Масличность семян, %	Лужистость семян, %
Материнские, А линии						
Низкопролиновая	22,2	94	1511	57	43	23
Среднепролиновая	52,8	96	1465	64	47	23
Высопролиновая	25,0	95	1296	61	48	23
Закрепители стерильности, Б линии						
Низкопролиновая	4,6	91	1445	50	45	22
Среднепролиновая	43,2	96	1483	65	46	23
Высопролиновая	52,3	96	1416	62	47	23
Отцовские, В линии						
Низкопролиновая	34,9	93	2251	42	48	23
Среднепролиновая	41,9	94	1942	39	47	24
Высопролиновая	23,3	96	1874	42,9	44,7	24

По результатам оценки содержания белка в семенах линий с разным уровнем свободного пролина получены следующие результаты:

- содержание белка в семенах А линий с разным уровнем свободного пролина варьировало от 19,08% до 26,33% взаимосвязи между этими двумя показателями не выявлено;

- вариация между Б линиями по содержанию белка была значительнее: от 16,74 до 27,23%, отмечена слабая отрицательная корреляция между накоплением белка и свободного пролина ($r = -0,36$);

- в коллекции В линий уровень белка варьировал от 18,59% до 27,44%, причем в этой группе выявлена положительная корреляция между содержанием свободного пролина и уровнем белка ($r = 0,59$), что дает возможность вести отбор высокобелковых линий среди высокопролиновых образцов.

В результате оценки коллекции подсолнечника ТОО «Опытное хозяйство масличных культур» (Восточно-Казахстанская обл.), включающей 36 линий с цитоплазматической мужской стерильностью (А линии), 44 линии закрепителей стерильности (Б линии), 43 линии восстановителей фертильности пыльцы (В линии) по признакам: масса 1000 семян, процентное содержание лужги, выполненность, масличность семян, содержание свободного пролина и белка. в семенах показано, что образцы характеризуются широкой амплитудой изменчивости. В коллекции выполненность ва-

рировала от 988 до 1877 шт. семян. Масличность А линий изменялась в интервале от 44,4 до 50,0%, лужистость семян варьировала от 22,0 до 24,0%, масса 1000 семян колебалась от 53,0 до 73,5 г, выполненность семян варьировала от 850 до 1960 шт. Масличность семян в коллекции Б линий варьировала от 44 до 50 %, лужистость: от 20 до 24%, масса 1000 семян колебалась от 56,0 до 69,0 г, выполненность семян варьировала от 610 до 1780 шт. У В линий масличность колебалась от 44 % до 49 %, лужистость семян – от 22 до 26%, масса 1000 семян – от 38,0 до 46 г., выполненность варьировала от 830 до 4820 шт. Создана база данных показателей семян, которая используется в селекции гибридов. Выделено 29 линий подсолнечника, которые можно использовать как источники хозяйственно-ценных признаков. Корреляционный анализ данных по уровню свободного пролина в семенах и длине вегетационного периода выявил слабую положительную взаимосвязь между этими показателями: $r = 0,28$ в группе А линий, $0,28$ в группе Б линий и наиболее значимую положительную корреляцию в группе В линий ($r = 0,45$).

Работа выполнена в рамках проекта «Генотипирование родительских линий гибридов подсолнечника с цмс и rf генами методами биохимического и молекулярного маркирования» по бюджетной программе МОН РК «Грантовое финансирование научных исследований» на 2015-2017 гг.

Литература

- 1 Муратов И.А. Подсолнечник в Казахстане. – Усть Каменогорск, 2012. – С. 140-154.
- 2 Piven V.T., Shulyak I.I., Muradasilova N.V., Alifirova T.P. Biological peculiarities of infection keeping in sunflower seeds // Proceedings of the International Symposium “Sunflower Breeding on Resistance to Diseases”. –Krasnodar, Russia, 2010, – P. 181-183.
- 3 Tan A.S., Tan A. Sunflower (*Helianthus annuus* L.) landraces of Turkey – their collection, conservation, and morphometric characterization // *Helia*. – 2010. – Vol. 33, No. 53. – P. 55-62.
- 4 Dong G.J., Liu G.S., Li K.F. Studying genetic diversity in the core germplasm of confectionary sunflower (*Helianthus annuus* L.) in China based on AFLP and morphological analysis // *Russian Journal of Genetics*. – 2007. – Vol. 43, No. 6. – P. 627.
- 5 Mahmoud A.M., Abdel-Fatah B.E. Analysis of genetic diversity among sunflower genotypes using agro-morphological traits and molecular markers // *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. – 2012. – Vol. 6, No 13. – P. 419-432.
- 6 Gavrilova V.A., Rozhkova V.T., Anisimova I.N. Sunflower genetic collection at the Vavilov institute of plant industry // *Helia*. – 2014. – Vol. 37, No. 60. – P. 1–16.
- 7 Kholghi M, Bernousi I., Darvishzadeh R, Pirzad A, Maleki H.H. Collection, evaluation and classification of Iranian confectionary sunflower (*Helianthus annuus* L.) populations using multivariate statistical techniques // *African Journal of Biotechnology*. – 2011. – Vol. 10, No. 28. – P. 5444-5451.
- 8 Бочковой А.Д. Методические указания по селекции и семеноводству гибридного подсолнечника. – Краснодар, 2001. – 41 с.
- 9 ГОСТ 12042-80. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян. – Введ. 1981-06-30. – М.: Стандартинформ, 2011. – 3 с.
- 10 ГОСТ 12037-81 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян. – Введ. 1982-06-30.– М.: Стандартинформ, 2011. – 34 с.
- 11 ГОСТ 10855-64 Семена масличные. Метод определения лужистости. – Введ. 1964-06-30.– М.: Стандартинформ, 2010. – 1 с.
- 12 ГОСТ 10857 -64 Семена масличные. Метод определения масличности. – Введ. 1964-06-30.– М.: Стандартинформ, 2010. – 5 с.
- 13 Bates L.D., Waldren R.P., Teare I.D. Rapid determination of free proline for water – stress studies // *Plant and Soil*. – 1973. – Vol. 39. – P. 2005-2007.
- 14 Перуанский Ю.В., Савич И.М., Хван А.И. Содержание и качество крахмально-белкового комплекса рисо-просянокковых форм // *Вестник сельско-хозяйственной науки Казахстана*. – 1979. – № 1. – С. 31-34.
- 15 Bulatova K.M. Free proline content in barley seeds – predictive index of early maturity // *Proceedings of 8th International Barley Symposium*. – Adelaide, South Australia, 2000. – P. 211.
- 16 Патент 30281 Республика Казахстан. «Способ прогнозирования раннеспелости образцов сои» / Булатова К.М., Дидоренко С.В. Юсаева Д.А. заявитель и патентообладатель Воронеж. науч.-исслед. ин-т связи. – № 88934 2010/0522.1; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.
- 17 Joksimović J., Atlagić J., Škorić D. Path coefficient analysis of some oil yield components in sunflower (*Helianthus annuus* L.) // *Helia*. – 1999. – Vol. 22, No.31. – P. 35-42.

References

- 1 Muratov IA (2012) Sunflower in Kazakhstan [Podsolnechnik v Kazakhstane]. Ust-Kamenagorsk. pp. 140-154. (in Russian)
- 2 Piven VT, Shulyak II, Muradasilova NV, Alifirova TP (2010) Biological peculiarities of infection keeping in sunflower seeds, Proceedings of the International Symposium “Sunflower Breeding on Resistance to Diseases”. Krasnodar, Russia. pp. 181-183.
- 3 Tan AS, Tan A (2010) Sunflower (*Helianthus annuus* L.) landraces of Turkey – their collection, conservation, and morphometric characterization, *Helia*, 33(53):55-62. DOI: 10.2298/HEL1053055T.
- 4 Dong GJ, Liu GS Li KF (2007) Studying genetic diversity in the core germplasm of confectionary sunflower (*Helianthus annuus* L.) in China based on AFLP and morphological analysis, *Russian Journal of Genetics*, 43(6):627. ISSN: 0016-6758.
- 5 Mahmoud AM, Abdel-Fatah BE (2012) Analysis of genetic diversity among sunflower genotypes using agro-morphological traits and molecular markers, *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(13):419-432. ISSN 1991-8178
- 6 Gavrilova VA, Rozhkova VT, Anisimova IN (2014) Sunflower genetic collection at the Vavilov institute of plant industry, *Helia*, 37(60):1–16.
- 7 Kholghi M, Bernousi I, Darvishzadeh R, Pirzad A, Maleki HH (2011) Collection, evaluation and classification of Iranian confectionary sunflower (*Helianthus annuus* L.) populations using multivariate statistical techniques, *African Journal of Biotechnology*, 10(28):5444-5451. DOI: 10.5897/AJB10.2146
- 8 Bochkovoy AD (2001) Methodical instructions for breeding and seed growing of hybrid sunflower [Metodicheskiye ukazaniya po selektsii i semenovodstvu gibridnogo podsolnechnika]. Krasnodar, Russia, pp. 41.
- 9 SS 12042-80. Seeds of agricultural crops. Methods of determination of weight of 1000 seeds [Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya massy 1000 semyan]. Moscow, Russia, 2011. (In Russian).
- 10 SS 12037-81. Seeds of agricultural crops. Methods for determination of purity and waste seeds [Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya chistoty i otkhoda semyan]. Moscow, Russia, 2011. (In Russian).

- 11 SS 10855-64. Seeds of oil. A method of determining huskiness [Semena maslichnyye. Metod opredeleniya luzzhistosti]. Moscow, USSR, 1964. (In Russian).
- 12 SS 10857 -64. Seeds of oil. Method of determination of oil content [Semena maslichnyye. Metod opredeleniya maslichnosti]. Moscow, USSR, 1964. (In Russian).
- 13 Bates LD, Waldren RP, Teare ID (1973) Rapid determination of free proline for water – stress studies, *Plant and Soil*, 39:2005-2007. DOI:10.1007/BF00018060
- 14 Peruvianski JV, Savich IM, Hwang AI (1979) The content and quality of the starch-protein complex forms rice-millet forms, *Bulletin of Agricultural Sciences of Kazakhstan [Soderzhaniye i kachestvo krakhmal'no-belkovogo kompleksa riso-prosyankovykh form]* 1:31-34.
- 15 Bulatova KM (2000) Free Proline Content in Barley Seeds – Predictive Index of Early Maturity, *Proceedings of 8th International Barley Symposium, Adelaide, South Australia*, pp. 211.
- 16 Patent No.30281 of Republic of Kazakhstan. “A method of forecasting soya samples earliness” / Bulatova KM, Didorenko SM., Yusaeva DA. [Sposob prognosirovaniya rannospelosti obraztsov soi]. (In Russian).
- 17 Joksimović J, Atlagić J, Škorić D (1999) Path coefficient analysis of some oil yield components in sunflower (*Helianthus annuus L.*), *Helia*, 22(31):35-42.

