

УДК 633.854.78

**АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ
У ЛИНИЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА *Helianthus annuus* L. ПРИ СЕЛЕКЦИИ СОРТОВ
СИЛОСНОГО НАЗНАЧЕНИЯ В УСЛОВИЯХ
БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ**

Афанасьева С.Л., Джумамырадов А., Волотович А.А.

225710, г. Пинск, Республика Беларусь, ул. Днепровской Флотилии 23
Учреждение образования «Полесский государственный университет»
afs85@mail.ru

В статье представлены результаты анализа изменчивости периода от посева до цветения, высоты растений, диаметра центральной корзинки и массы тысячи семян у линий I₅ подсолнечника, созданных за период 2008-2014 гг. На базе НИЛ клеточных технологий УО «Полесский государственный университет» в условиях Белорусского Полесья. Диапазоны варьирования указанных признаков у исследуемых линий находились в пределах 68-71 дней; 83,17-133,0 см; 6,67-16,0 см и 18,27-42,43 г, соответственно. Однофакторный дисперсионный анализ установил достоверное при P<0,01 влияние генотипа на изменчивость периода от посева до цветения, высоты растений и диаметра корзинки.

Ключевые слова: анализ количественных признаков; подсолнечник; силосные культуры.

Введение. Селекционная работа с подсолнечником *Helianthus annuus* L. в Республике Беларусь, как с перспективной для нашей страны масличной культурой, ведется с середины 1990-х гг. На базе Института генетики и цитологии НАН Беларуси за период 1997-2007 гг. впервые в условиях нашей страны в процессе селекции подсолнечника *H. annuus* L. на гетерозис создана рабочая коллекция самоопыленных линий-закрепителей стерильности (I₅-I₇) и их ЦМС-аналогов (BC₄-BC₆), а также линий-восстановителей фертильности пыльцы (I₅-I₇), получены и испытаны более двухсот гибридных комбинаций с высоким содержанием масла в семенах [1].

Первый отечественный, высокомасличный, простой межлинейный гибрид Поиск успешно прошел сортоиспытание в 2007-2009 гг. и с 2009 года включен в Государственный реестр сортов Республики Беларусь как перспективный для Брестской и Гомельской областей [2].

В настоящее время в Беларуси ускоренно продолжает развиваться направление селекции масличного подсолнечника (в частности, на базе лаборатории нехромосомной селекции Института генетики и цитологии НАН Беларуси), и появляются первые работы, касающиеся селекции сортов силосного назначения на базе НИЛ клеточных технологий в растениеводстве биотехнологического факультета учреждения образования «Полесский государственный университет» [3].

Цель исследований в 2014 году сводилась к анализу изменчивости количественных признаков у созданных за период 2008-2013 гг. линий I₅ подсолнечника, представленных ветвистыми растениями-гомозиготами по гену *Rf* на цитоплазме *Helianthus petiolaris*.

Материал и методы. На протяжении 2008-2013 гг. на базе УО «Полесский государственный университет» велась работа по селекции сортов подсолнечника *H. annuus* L. силосного назначения. Площадь селекционного участка составляла

250-800 м². Площадь питания на одно растение составляла 0,36 м². В качестве исходного селекционного материала в 2008 году использовали семена F₂ от свободного опыления однокорзинчатых простых межлинейных гибридов на основе ЦМС селекции ИГЦ НАН Беларуси.

Основной метод селекции – принудительное самоопыление растений [1].

Первое инцухт поколение I₁ было получено в 2008 году. В 2009 году в процессе анализа количественных признаков у поколения I₁ были отобраны 47 фертильных, ветвистых форм и получены семена второго инцухт поколения I₂. В 2010-2011 годах была проведена выбраковка растений, дающих в потомстве от самоопыления расщепление по ядерным генам восстановления фертильности пыльцы, и получены семена от самоопыления растений, являющихся доминантными гомозиготами *RfRf* по указанным ядерным генам восстановления фертильности пыльцы.

Таким образом, в 2010 году получены семена третьего инцухт поколения I₃, а в 2011 году – четвертого инцухт поколения I₄ от самоопыления 156 растений с генотипом *RfRf*, представляющих собой потомство пяти исходных форм подсолнечника (простых межлинейных гибридов F₂ на основе ЦМС).

В 2014 году для посева были отобраны семена 114 ветвистых форм, полученных в 2012 году. Анализировали изменчивость периода от посева семян до цветения, высоты растений, диаметра центральной корзинки и массы тысячи семян у двадцати четырех линий I₅ подсолнечника. Растения высаживали рендомизированными блоками, из расчета не менее двух блоков на каждую линию.

Общий математический анализ данных проводили по стандартным методам вариационной статистики [4] с использованием программ статистического анализа данных STATISTICA 6.0 [5] и AB-Stat v.1.1 [6], разработанной в ГНУ ИГЦ НАН Беларуси.

Результаты и обсуждение. В таблице 1 приведены результаты изменчивости четырех анализируемых хозяйственно ценных признаков у исследуемых линий I₅ подсолнечника в 2014 году, представляющих собой ветвистые, доминантные гомозиготы по генам восстановления фертильности пыльцы на цитоплазме дикого вида *Helianthus petiolaris*.

Анализ изменчивости периода от посева семян до цветения растений показал варьирование признака у исследуемых линий в диапазоне 68 – 71 день. Наименьшим этот период оказался у линий РНА 6/32 (68 дней) и РНА 7/37 (68 дней), а наиболее продолжительным у линии РНА 12/65 (75 дней).

Анализ высоты растений установил варьирование признака у исследуемых линий в диапазоне 83,17-133,0 см. Наиболее высокими показателями признака характеризовались линии РНА 7/35 (133,0 см), РНА 12/65 (126,5 см) и РНА 7/34 (124,5 см). При этом наблюдались достоверные (чаще при P<0,01) превышения показателей анализируемого признака по сравнению с таковым у низкорослых линий РНА 16/27 (83,17 см), РНА 16/28 (85,20 см), РНА 16/29 (84,50 см)(табл. 1).

Анализ диаметра центральной, самой крупной корзинки у растений установил варьирование признака у исследуемых линий в диапазоне 6,67-16,0 см. Показатель этого признака у линии РНА 17/85 (16,00 см) достоверно (при P<0,01) превышал таковые у линий РНА10/6 (6,67 см) и РНА 16/29 (6,83 см) в 2,4 и 2,3 раза, соответственно (табл. 1).

Анализ массы тысячи семян показал варьирование признака у исследуемых линий в диапазоне 18,27-42,43 г. Наиболее высокими показателями признака характеризовались линии РНА14/24 (42,43 г), РНА17/85 (40,57 г) и РНА

6/30 (40,13 г), однако, достоверных различий между исследуемыми линиями по этому признаку не выявлено (табл. 1).

Таблица 1 – Изменчивость количественных признаков у линий I₅ подсолнечника *Helianthus annuus* L., созданных в условиях Белорусского Полесья (2014 г.)

Линия	ДЦ, дни	ВР, см	ДК, см	МТС, г
РНА 10/55	70,00±0,01**	106,17±0,60**	8,93±0,23*	36,77±3,32
РНА 17/85	71,00±0,01**	104,33±8,69**	16,00±0,58**	40,57±1,76
РНА 7/41	71,00±0,01**	121,50±0,87**	10,50±0,29**	27,77±0,95
РНА 7/34	71,00±0,01**	124,50±0,29**	11,50±0,29**	27,77±3,65
РНА 7/35	71,00±0,01**	133,00±0,58**	12,00±0,01**	30,27±3,44
РНА 12/65	75,00±0,01**	126,50±0,87**	8,00±0,01	36,70±10,05
РНА 7/36	69,50±0,87**	105,83±4,42**	9,33±0,44**	35,37±7,81
РНА 20/100	71,00±0,01**	119,50±4,54**	12,00±0,50**	37,53±3,03
РНА 7/39	68,77±0,39	104,43±4,09**	10,77±0,39**	29,40±2,01
РНА 6/32	68,00±0,01	95,00±2,18*	10,50±0,50**	33,87±1,26
РНА 6/30	70,33±0,67**	87,33±1,45	9,33±1,45**	40,13±2,83
РНА 7/37	68,00±0,01	102,50±3,17**	11,50±0,29**	34,67±0,72
РНА 10/5	69,23±0,23*	85,87±2,81	9,07±0,30**	33,37±1,28
РНА 10/6	69,83±0,60**	89,50±1,32	6,67±0,88	28,83±6,20
РНА 10/7	68,83±0,73	107,33±2,85**	12,17±1,42**	39,87±2,55
РНА 12/11	69,00±0,29	108,83±2,49**	7,83±0,44	30,63±3,01
РНА 13/18	70,67±0,33**	91,67±1,17	8,67±0,33*	39,13±0,12
РНА 13/19	71,00±0,01**	99,00±5,51**	8,00±0,58	31,07±1,18
РНА 13/22	70,00±0,50**	85,33±5,13	8,27±0,15	35,43±1,63
РНА 14/23	70,50±0,29**	88,67±1,36	10,33±0,44**	35,77±2,08
РНА 14/24	68,33±0,44	90,00±3,04	10,50±0,12**	42,43±1,53
РНА 16/27	70,67±0,17**	83,17±3,61	8,63±0,72*	22,83±1,16
РНА 16/28	69,53±0,27**	85,20±2,86	10,40±1,20**	28,33±1,98
РНА 16/29	71,00±0,01**	84,50±0,50	6,83±0,17	18,27±0,38
НСР ₀₅	1,03	9,59	1,72	29,50
НСР ₀₁	1,38	12,80	2,30	39,16

Примечание. * – достоверно отличается от минимального значения при P<0,05; ** – при P<0,01. Данные приведены как среднее арифметическое ± стандартная ошибка. ДЦ – дни от посева до цветения, дни; ВР – высота растений, см; ДК – диаметр центральной корзинки, см; МТС – масса тысячи семян, г. То же для табл. 2

Анализ данных, приведенных в таблице 1, указывает на существование четких генотипических различий между исследуемыми линиями подсолнечника. В таблице 2 приведены результаты дисперсионного анализа. Однофакторный дисперсионный анализ установил высоко достоверное (при P<0,01) влияние генотипа на изменчивость периода от посева семян до цветения, высоты растений, диаметра корзинки, с долей влияния фактора 88,6%, 90,7% и 89,1%, соответственно. Достоверного влияния генотипа на изменчивость массы тысячи семян не наблюдалось (табл. 2).

В дальнейшей селекционной работе предполагается ввести в анализ хозяйственно ценные признаки сортов силосного назначения. В 2015 году планируется закладка участков размножения наиболее перспективных форм путем высадки семян инцухт-поколений, выровненных по срокам цветения

(созревания) и по другим хозяйственно ценным признакам с целью свободного переопыления растений внутри каждой линии.

Таблица 2 – Однофакторный дисперсионный анализ изменчивости количественных признаков у линий I₅ подсолнечника *Helianthus annuus* L., созданных в условиях Белорусского Полесья

Источник варьирования	df	ДЦ		ВР		ДК		МТС	
		СК	ДВ, %	СК	ДВ, %	СК	ДВ, %	СК	ДВ, %
Общее	71	2,32	100	242,12	100	4,93	100	244,06	100
Фактор А (генотип)	23	6,34**	88,6	677,99**	90,7	12,78**	84,0	89,09	11,9
Повторности	2	0,28	0,4	14,55	0,2	2,77	1,6	61,40	0,5
Случайные отклонения	46	0,39	11,0	34,08	9,1	1,10	14,4	327,25	87,6

Примечание. ** – значимо при P<0,01.

СК – средний квадрат, ДВ – доля влияния фактора

Заклучение. Анализ изменчивости хозяйственно ценных признаков у созданных в условиях Белорусского Полесья линий подсолнечника силосного назначения установил существование достоверных генотипических различий по следующим исследуемым признакам – период от посева до цветения, высота растений и диаметр корзинки.

Диапазоны варьирования указанных признаков у исследуемых линий находились в пределах 68 –71 дней; 83,17-133,0 см; 6,67-16,0 см, соответственно.

Однофакторный дисперсионный анализ установил достоверное (при P<0,01) влияние генотипа на изменчивость периода от посева до цветения, высоты растений и диаметра корзинки, с долей влияния фактора 88,6%, 90,7% и 89,1%, соответственно.

Литература

1. Волотович А.А. Генетический анализ созданных в Республике Беларусь линий подсолнечника *Helianthus annuus* L., и их использование в гетерозисной селекции: дисс. ... канд. биол. наук / А.А. Волотович. – Минск, 2007. – 114 с.
2. Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород Республики Беларусь. – Минск, 2009. – 197 с.
3. Рубан Т.С. Результаты и перспективы селекционной работы с подсолнечником культурным *Helianthus annuus* L. в условиях Белорусского Полесья / Т.С. Рубан, В.А. Климович, А.А. Волотович // Материалы V международной молодежной науч.-практ. конференции «Научный потенциал молодежи – будущему Беларуси». – Пинск, 2011. – Ч. III. – С. 249-251.
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М., 1985. – 351 с.
5. Боровиков В.П. STATISTICA: Искусство анализа данных на компьютере / В.П. Боровиков. – СПб, 2001. – 650 с.

6. Аношенко Б.Ю. Программы анализа и оптимизации селекционного процесса растений / Б.Ю. Аношенко // Генетика. – М.: Наука, 1994. – Т.30. – Приложение. – С. 8-9.

**THE ANALYSIS OF VARIABILITY OF ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS
IN LINES OF SUNFLOWER HELIANTHUS ANNUUS L. AT BREEDING
OF VARIETIES OF SILAGE PURPOSE UNDER THE CONDITIONS
OF THE BELARUS POLESYE**

Afanasyeva S.L., Dzhumamyradov A., Volotovich A.A.

There was analyzed variability of period from sowing to flowering, plants height, main head diameter and the thousand-seed weight of sunflower lines I₅, developed in a period of 2008-2014 on the basis of scientific-research laboratory of plant cell technologies under the conditions of the Belarus Polesye. The authentic distinctions between lines on all analyzed traits are established. Ranges of the variation of investigated traits of lines were within the limits of 68-71 days, 83.17-133.0 cm, 6.67-16.0 cm, and 18.27-42.43 g, respectively. By the one-factorial dispersive analysis there has been established the authentic influence (at P<0.01) of a genotype on variability of period from sowing to flowering, plants height and head diameter.

Key words: analysis of quantitative traits, sunflower, silage crops

СОДЕРЖАНИЕ

Агафонов О.С. Отличия в определении показателя масличности семян рапса в соответствии с ГОСТ 10857-64 и ISO 659:2009	3
Агафонов О.С., Руснак Г.В. Исследование влияния температуры на средневзвешенное время релаксации протонов масла и протонов воды, содержащихся в семенах подсолнечника на ЯМр-анализаторе АМВ-1006М	7
Алюков А.М., Соловов С.Я., Бушнев А.С. Влияние норм высева и удобрения на урожайность сортов сои при различных способах посева на черноземе обыкновенном Западного Предкавказья	12
Amanov Sh.B. Efficacy of various insecticides against sage noctuid (<i>Chloridea peltigera</i> Schiff.)	18
Афанасьева С.Л., Джумамирадов А., Волотович А.А. Анализ изменчивости хозяйственно ценных признаков у линий подсолнечника <i>Helianthus annuus</i> L. при селекции сортов силосного назначения в условиях Белорусского Полесья	22
Большисов Е.А. Урожайность гибридов подсолнечника в зависимости от некоторых элементов агротехники в различных почвенно-климатических условиях РФ	27
Большисов Е.А. Экологическая пластичность и стабильность урожайности гибридов подсолнечника в различных почвенно-климатических зонах России	35
Борисенко О.М., Чебанова Ю.В. Морфологические и биохимические характеристики линий подсолнечника с различным составом жирных кислот	40
Бочкарёв Б.Н., Волгин В.В. Хозяйственно ценные признаки семян материнских линий подсолнечника	45
Григорьева А.В. Урожайность сои в условиях Ростовской области (обзор)	49
Дряхлов А.А. Эффективность применения агрохимикатов на подсолнечнике на чернозёме выщелоченном Краснодарского Края	53
Зеленцов В.С., Рябенко Л.Г., Мошненко Е.В., Олейник В.И. Создание устойчивого к льноутомлению исходного материала для селекции автотолерантных сортов масличного льна	58
Катышева (Митанова) Н.Б., Дорофеев Н.В., Поморцев А.В., Пешкова А.А. Урожайность коллекции сои в условиях Восточной Сибири	63
Коваленко А.А., Тимошенко Г.З., Коваленко А.М., Новохижний Н.В. Эффективность использования микробных препаратов в посевах подсолнечника в севооборотах при различных системах обработки почвы в степи Украины	66
Козаченко И.Д. Особенности возделывания масличного рапса на семена в условиях предгорно-степной зоны Восточного Казахстана	71
Латановская А.В., Горьковая Е.Г. Перспективы и проблемы семеноводства подсолнечника в Восточном Казахстане	75
Мамырко Ю.В., Бушнев А.С., Подлесный С.П. Возделывание льна масличного в севооборотах с различной ротацией на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья	79
Махова Т.В. Изучение сроков сева и норм высева льна масличного в условиях юга Украины	83
Михайлов В.А., Боровик В.А., Клубук В.В., Осиний Н.Л. Повышение	88

интенсификации эффективности бобово-ризобиального симбиоза на сое за счет генетического соответствия макро- и микросимбионтов	
Мищенко С.В. Наследование признаков эколого-географического типа у реципрочных сортолинейных, линейносортных и межлинейных гибридов конопли	94
Назаренко Д.Ю., Дмитриева И.Г., Дядюченко Л.В., Морозовский В.В. Влияние многоцелевого регулятора роста BIODUX (БИОДУКС) на урожайность подсолнечника	99
Назаренко Д.Ю., Дмитриева И.Г., Дядюченко Л.В., Ткач Л.Н. Ароматические и гетероциклические сульфониламиды в качестве гербицидных антидотов для подсолнечника	103
Новосадов И.Н., Дубровин А.Н. Поражение сои корневой гнилью на фоне различных технологий обработки почвы в севооборотах	108
Новожицкий Н.В., Коваленко А.А., Тимошенко Г.З., Коваленко А.М. Насыщение орошаемых севооборотов соей в южной степи Украины	113
Обыдало Н.Д. Селекция гибридов подсолнечника кондитерского назначения	119
Паньков Ю.И. Продуктивность подсолнечника в зависимости от технологии возделывания на чернозёме обыкновенном Центрального Предкавказья	124
Пикалова Н.А., Фукалова М.С. Изучение экспериментальных гибридов подсолнечника, выращенных по технологии CLEARFIELD	129
Плотникова Д.О., Спрягайлова Ю.Н., Дидоренко С.В. Урожайность и элементы продуктивности скороспелых сортов сои экологического сортоиспытания	133
Припоров И.Е. Обоснование применения оптического фотоэлектронного сепаратора в составе универсального семяочистительного комплекса	138
Сааков К.А., Бушнева Н.А. Сроки заселения корзинок подсолнечника гусеницами хлопковой совки (<i>Helicoverpa armigera</i> Hbn.)	142
Свиридов Н.Н., Фролов С.С., Фролова И.Н. Характеристика сортов и гибридов подсолнечника селекции Армавирской опытной станции ВНИИМК	146
Скляр С.В., Семеренко С.А. Биологическая эффективность фунгицидных композиций против фузариоза льна масличного	150
Соловов С.Я., Бушнев А.С. Урожайность подсолнечника в зависимости от приемов выращивания на черноземе обыкновенном Западного Предкавказья	155
Стрельников Е.А. Влияние корневых выделений различных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур на прорастание семян <i>Orobanche cumanana</i> Wallr.	160
Ткачёва А.А. Критерии отбора ценотически продуктивных растений сои на ранних этапах селекции	166
Тронин А.С. Определение устойчивости проростков подсолнечника к трибенурон-метилу	171
Турабаева Г.Р. Генофонд самоопыленных линий подсолнечника	175
Устарханова Э.Г., Черезов Р.Н. Характеристика сортов сои армавирской селекции	179
Хакимова А.Е., Самелик Е.Г., Толмачева Н.Н. Влияние густоты стояния растений на формирование некоторых морфологических признаков декоративного подсолнечника	182

Щегольков А.В. Эффективность применения некорневых подкормок растений сои мезо- и микроудобрениями по результатам функциональной диагностики на черноземе выщелоченном	187
---	-----