Оценка основных хозяйственно ценных показателей сибирских сортов подсолнечника в южной лесостепи Западной Сибири

Ю.Н. Суворова,

кандидат сельскохозяйственных наук

Сибирская опытная станция –
филиал ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК
Россия, 646025, Омская область,
г. Исилькуль, ул. Строителей, д. 2
Тел./факс: (38173) 2-14-13
E-mail: sosvniimk@mail.ru

Для цитирования: Суворова Ю.Н. Оценка основных хозяйственно ценных показателей сибирских сортов подсолнечника в южной лесостепи Западной Сибири // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 1 (177). – С. 10–16.

Ключевые слова: подсолнечник, сорт, гибрид, вегетационный период, высота растения, масса 1000 семян, урожайность, масличность, сбор масла, коэффициент корреляции, пластичность, стабильность, условия выращивания.

В работе представлены шестилетние (2011–2016) результаты изучения пяти сортов и одного гибрида подсолнечника *Helianthus annuus* L. в условиях южной лесостепи Западной Сибири. Выявлено определяющее влияние генотипа на крупность семян (85,44 %), продолжительность вегетационного периода (76,29 %), высоту растения (68,88 %) и масличность (65,49 %) в общей доле фенотипической изменчивости. При формировании урожайности семян и сбора масла лимитирующими факторами являлись условия года (46,69 и 48,64 % соответственно) при значительной доле взаимодействия факторов «год» × «сортотип» (27,75 и 26,62 %). В условиях исследования вегетационный период сортотипов зависит в основном от влагообеспеченности июля, сентября и в целом периода с мая по сентябрь, высота растения – от влагообеспеченности июля, масса 1000 семян и масличность – от августа. Будущая урожайность семян и сбор масла зависят от влагообеспеченности июня. Селекция на повышение урожайности семян тесно связана с увеличением сбора масла ($r = 0,920$), массы 1000 семян ($r = 0,478$) и высоты растения ($r = 0,418$). Селекция на повышение масличности семян способствует увеличению сбора масла ($r = 0,357$), но связана с сокраще-

нием вегетационного периода ($r = -0,719$), снижением высоты растения ($r = -0,666$) и крупности семян ($r = -0,361$). Селекция на крупноплодность тесно связана с увеличением высоты растения ($r = 0,620$), урожайности семян ($r = 0,478$). Изучаемые генотипы по одним признакам отличаются высокой отзывчивостью на улучшение условий среды, по другим – высокой стабильностью реакции. Не выявлены сортотипы, сочетающие в одном признаке высокую отзывчивость с высокой стабильностью, $bi > 1$ и $s^2d < 1$.

UDC 633.854.78:631.52 (571.5)

Estimation of valuable traits of the Siberian sunflower samples in the southern forest-steppe of the Western Siberia

Yu.N. Suvorova, PhD in agriculture

Siberian experimental station – the branch of
All-Russia Research Institute of Oil Crops by
Pustovoi V.S.
2, Stroiteley str., Isilkul, Omsk region, 646025, Russia
Tel./fax: (38173) 2-14-13
E-mail: sosvniimk@mail.ru

Key words: sunflower, variety, hybrid, vegetative period, plant height, 1000 seeds weight, yield, oil content, oil yield, correlation coefficient, plasticity, stability, cultivation conditions.

For six years (2011–2016) we studied five varieties and a hybrid of sunflower *Helianthus annuus* L. in conditions of the southern forest-steppe of the Western Siberia. We determined designating impact of a genotype on seed size (85.44%), duration of vegetative period (76.29%), plant height (68.88%) and oil content (65.49%) in a total share of phenotypic variability. The limiting factors at formation of seed and oil yield capacity year conditions (46.69 and 48.64%, respectively) with a important relation between factors 'year' × 'variety sample' (27.75 and 26.62%). In our research conditions we stated vegetative period of varieties depended on water supply in July, September and in whole a period from May to September, plant height depended on water supply in July, 1000 seeds weight and oil content – on August. The future seed and oil yield capacity depended on water supply in June. Breeding for seed yield increase is closely related to increase in oil yield ($r = 0.920$), 1000 seeds weight ($r = 0.478$) and plant height ($r = 0.418$). Breeding on increase of oil content in seeds promotes increase of oil yield ($r = 0.357$), but related with lowering of the vegetative period ($r = -0.719$), decrease of plant height ($r = -0.666$) and seed size ($r = -0.361$). Breeding for increase of seed size closely related to increase of plant height ($r = 0.620$), seed yield ($r =$

0.478). By some traits the studied genotypes were differed with high responsiveness on improvement of environments, by the other traits – with high stability of reaction. We did not revealed samples combining in a trait high responsiveness with high stability, $bi > 1$ and $s^2d < 1$.

Введение. Востребованность семян подсолнечника (*Helianthus annuus* L.) на мировом и отечественном рынках является сильнейшим стимулом увеличения объемов его производства и повышения качества получаемой продукции. Современные сортообразцы представляют широкий ассортимент генотипов разного хозяйственного назначения (высокомасличные, кондитерские, высокоолеиновые, силосные, устойчивые к гидролитическому распаду масла).

В ряду важнейших свойств сорта важное место занимают параметры экологической пластичности, которые служат отражением особенностей генотипа в его взаимоотношениях со средой [1]. Пластичность, то есть способность к изменчивости признаков, а также и стабильность их под действием экологических факторов считается неотъемлемыми и необходимыми свойствами адаптивности [2]. Оценка параметров экологической пластичности позволяет давать более полную характеристику изучаемым генотипам, определять и корректировать область их использования [3].

Хорошо адаптированные генотипы позволяют успешно культивировать подсолнечник в условиях сложного и своеобразного по климатическим факторам Сибирского региона. Создание экологически пластичных сортообразцов, обеспечивающих высокую продуктивность в благоприятных условиях возделывания, и ее стабильность в стрессовых условиях является актуальным для Сибирского региона. Необходимы научные данные об особенностях формирования хозяйственно ценных показателей новых сортов подсолнечника в данных агроэкологических условиях.

Цель исследования – оценить основные показатели сортообразцов подсолнечника селекции Сибирской опытной станции ВНИИМК по параметрам экологической

пластичности и стабильности в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Материалы и методы. Исследования проведены в 2011–2016 гг. на полях селекционного севооборота Сибирской опытной станции ВНИИМК, расположенной в южной лесостепи Западной Сибири. Объектом изучения были пять сортов подсолнечника селекции Сибирской опытной станции ВНИИМК и один гибрид, созданный совместно с селекционерами центральной экспериментальной базы ВНИИМК (г. Краснодар). Сортообразцы трех групп спелости и двух хозяйственных назначений: очень ранние высокомасличные сорта Сибирский-97 и Иртыш; раннеспелые высокомасличный сорт Варяг и крупноплодный сорт Сибирский-12; среднеспелые крупноплодный сорт Баловень и гибрид Авангард масличного типа.

Закладка опытов, все наблюдения и учеты в течение вегетации проведены в соответствии с методикой, разработанной во ВНИИМК, для конкурсного сортоиспытания подсолнечника [4].

Подсолнечник в опыте возделывали по адаптивной технологии, разработанной специалистами Сибирской опытной станцией ВНИИМК для условий южной лесостепи Западной Сибири [5]. Предшественник в севообороте – черный пар. Подготовка почвы состояла из ранневесеннего боронования, предпосевной культивации и прикатывания. Под культивацию внесен почвенный гербицид Трефлан 25 %, КЭ (4 л/га) для борьбы со злаковыми и некоторыми двудольными сорняками. Срок посева – конец второй – начало третьей декад мая, при устойчивом прогревании верхнего слоя почвы до 10–12 °С. Площадь питания растений – 70 × 35 см. Уборку опытных делянок осуществляли при достижении семенами хозяйственной спелости, при влажности 12–14 %. Урожайные данные приведены к 100 %-ной чистоте и 10 %-ной влажности семян. Масличность семян определяли методом ядерного магнитного резонанса с помощью экспресс-анализатора АМВ-1006 М.

Математическую обработку экспериментальных данных проводили по мето-

дикое полевого опыта в изложении Б.А. Доспехова [6]. Параметры экологической пластичности и стабильности рассчитывали по методу С. Эберхарта и В. Рассела в редакции В.А. Зыкина и др. [2].

Климат лесостепи Западной Сибири резко континентальный, сумма температур за период выше 10 °С составляет 1950–2100 °С, осадков за вегетацию выпадает – 165–210 мм. По многолетним данным, максимумы температур воздуха и количества осадков в районе исследований приходятся на июль. Отрицательное влияние на онтогенез растений здесь могут оказывать возвраты холодов в конце мая – начале июня и осенние заморозки в начале сентября, а также крайний дефицит или избыток влаги, пыльные бури, атмосферная засуха, ливневые дожди, град и неравномерность выпадения осадков [7].

Погодные условия в годы изучения различались: 2015 г. оказался влажным (ГТК 1,32); 2012 г. сухим (ГТК 0,59); остальные – близкими к норме (ГТК 0,94–1,13). Средний многолетний ГТК за период с мая по сентябрь в районе исследований составляет 0,95.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный, тяжелосуглинистый, средняя мощность гумусового горизонта – 43 см. Обеспеченность подвижными формами фосфора (20 мг/100 г почвы) высокая, калия (34 мг/100 г почвы) очень высокая, pH – 6,75, с глубиной подщелачивается до 8,45. По своим агрофизическим и агрохимическим свойствам эта почва благоприятна для возделывания подсолнечника.

Результаты и обсуждение. Согласно проведенным исследованиям, основное влияние на крупность семян подсолнечника оказал фактор «сортообразец» (85,44 %) (табл. 1). На продолжительность вегетационного периода, высоту растения и маслянисть семян наибольшее влияние оказал также генотип в общей доле фенотипической изменчивости (76,29; 68,88 и 65,49 % соответственно) при достаточно высоком влиянии условий выращивания (12,94; 21,02; 18,46 % соответственно). При формировании урожайности семян и сбора масла лимитирующими факторами являлись условия года (46,69 и 48,64 %

соответственно) при значительной доле изменчивости генотипа (19,95 и 18,82 %) и взаимодействия факторов «год» × «сортообразец» (27,75 и 26,62 %).

Таблица 1

Факторы, влияющие на основные хозяйственно ценные показатели подсолнечника, %

2011–2016 гг.

Источник варьирования	Вегетационный период	Высота растения	Масса 1000 семян	Урожайность семян	Масличность	Сбор масла
Фактор А (год)	12,94	21,02	8,71	46,69	18,46	48,64
Фактор В (сортообразец)	76,29	68,88	85,44	19,95	65,49	18,82
Взаимодействие (А × В)	7,69	8,14	5,60	27,75	9,85	26,62
Остаточное	3,08	1,96	0,25	5,61	6,20	5,92

Установлено, что в условиях южной лесостепи Западной Сибири продолжительность периода от всходов до физиологического созревания в сильной степени зависит от ГТК июля ($r = 0,973$), в средней – от ГТК сентября ($r = 0,664$) и ГТК за период май – сентябрь ($r = 0,635$) (табл. 2).

Таблица 2

Сопряженность (r) основных показателей сортообразцов подсолнечника с гидротермическими условиями вегетационного периода

2011–2016 гг.

Показатель	ГТК за период					
	май	июнь	июль	август	сентябрь	май – сентябрь
Вегетационный период	- 0,293*	- 0,296	0,973	- 0,048	0,664	0,635
Высота растения	- 0,543	- 0,132	0,771	- 0,096	0,253	0,352
Масса 1000 семян	0,107	- 0,066	0,095	0,540	- 0,226	0,333
Урожайность семян	- 0,094	0,705	- 0,208	0,321	0,093	0,350
Масличность	0,878	0,179	- 0,462	0,785	0,055	0,475
Сбор масла	0,144	0,702	- 0,291	0,499	0,106	0,462

* r – порог значимости 0,811

На уровне выше средней величины коррелирует высота растения с ГТК июля ($r = 0,771$), на уровне средней – масса 1000 семян с ГТК августа ($r = 0,540$). Установлена сильная связь между урожайностью семян, сбором масла и ГТК июня ($r = 0,705$ и $0,702$ соответственно). Сильная связь отмечена

между масличностью семян и ГТК мая ($r = 0,878$) и ($r = 0,785$).

Анализ корреляционных связей основных хозяйственно ценных признаков сибирских сортообразцов подсолнечника в течение 2011–2016 гг. показал следующее. Селекция на повышение урожайности семян тесно связана с увеличением сбора масла ($r = 0,920$), массы 1000 семян ($r = 0,478$) и высоты растения ($r = 0,418$) (табл. 3). Селекция на повышение масличности семян способствует увеличению сбора масла ($r = 0,357$), но связана с сокращением вегетационного периода ($r = -0,719$), снижением высоты растения ($r = -0,666$) и крупности семян ($r = -0,361$). Селекция на крупноплодность тесно связана с увеличением высоты растения ($r = 0,620$), продуктивности (урожайность семян $r = 0,478$) и сбора масла ($r = 0,299$), вегетационного периода ($r = 0,198$).

Таблица 3

Сопряженность (r) основных хозяйственно ценных показателей сортообразцов подсолнечника сибирской селекции

2011–2016 гг.

Показатель	Урожайность семян	Вегетационный период	Масличность	Сбор масла	Высота растения
Вегетационный период	0,120*	-	-	-	-
Масличность	- 0,032	- 0,719	-	-	-
Сбор масла	0,920	- 0,152	0,357	-	-
Высота растения	0,418	0,769	- 0,666	0,133	-
Масса 1000 семян	0,478	0,198	- 0,361	0,299	0,620

* r – критическое значение на 5 %-ном уровне значимости

Первая часть анализа пластичности по Эберхарту и Расселу предусматривает расчет индексов условий среды (отклонение показателей данного года от средней многолетней по опыту), характеризующих ее пригодность для формирования высоких значений изучаемых признаков.

Продолжительность вегетационного периода исследуемой группы сортообразцов подсолнечника колебалась от 82 суток в 2012 г. (Сибирский-97) до 108 суток в 2014 г. (Авангард). Коэффициент варьирования их составил менее 5 % (табл.

4). Наиболее продолжительный вегетационный период (благоприятные условия) отмечен в 2014 и 2015 гг. (в среднем по сортообразцам 99,33–97,50 суток) при $I_j = 3,53$ –1,69. Наиболее короткий – в 2012–2013 гг. (91,67–95,00 суток) при $I_j = - (4,14$ –0,80).

Минимальная высота растения наблюдалась у сорта Сибирский-97 в 2013 г. (116 см), максимальная – у сорта Баловень в 2016 г. (199 см). Варьирование этого признака у изучаемой группы оказалось незначительным и только у гибрида Авангард – более 10 %. Наиболее высокорослыми растения изучаемых сортообразцов были в 2014, 2016 гг. (160,50–163,83 см) при $I_j = 9,89$ –13,22, наиболее низкорослыми – в 2012, 2015 гг. (133,00–146,33 см) при $I_j = - (17,61$ –4,28).

Масса 1000 семян изменялась от 46,2 г в 2012 г. (Авангард) до 100,3 г в 2016 г. (Баловень). Варьирование изучаемых сортообразцов составило менее 10 %. Наиболее крупные семена сформировались в 2011 и 2013 гг. (масса 1000 семян 76,7–76,2 г) при $I_j = 4,34$ –3,84, мелкие – в 2012 г. (масса 1000 семян 66,3 г) при $I_j = - 6,09$.

Урожайность варьировала от 2,06–2,33 т/га в 2014 г. (Авангард, Иртыш) до 4,43 т/га в 2016 г. (Баловень). Изменчивость этого признака составила 7,35–18,77 % (табл. 5). Наиболее высокая урожайность отмечена в 2015 и 2016 гг. (3,26–3,43 т/га) при $I_j = 2,22$ –3,86. Минимальная – в 2012, 2014 гг. (2,83,51 т/га) при $I_j = - (2,06$ –5,32).

Масличность семян менялась от 44,5 % в 2016 г. (Сибирский-12) до 55,8 % в 2015 г. (Сибирский-97) с коэффициентом варьирования менее 5 %. Наиболее благоприятные условия для этого признака сложились в 2013, 2015 гг. (51,92–52,12 %) при $I_j = 1,18$ –1,38, худшие отмечены в 2014 и 2016 гг. (48,98–49,15 %) при $I_j = - (1,59$ –1,75).

Сбор масла менялся от 869 кг/га (Авангард) в 2014 г. до 1832 кг/га (Баловень) в 2016 г. У сортов Варяг и Сибирский-12 варьирование по годам составило менее 10 %, у остальных – более 10 %. Самые высокие показатели сформировались в 2015, 2016 гг. (1507–1533 кг/га) при $I_j = 1,19$ –1,44,

наименьшие – в 2012, 2014 гг. (1109–1292
кг/га) при $I_j = - (0,96-2,79)$.

Таблицы 4, 5

Путем определения коэффициента регрессии (bi) выявляют степень реакции генотипов на колебания почвенно-климатических условий (пластичность) [8]. Анализ коэффициентов регрессии позволил разделить все изучаемые сортообразцы подсолнечника по основным хозяйственно ценным показателям на три группы:

1. Сортообразцы с $bi > 1$: Сибирский-97 (вегетационный период, масса 1000 семян, урожайность, сбор масла), Иртыш (сбор масла), Баловень (высота растения, урожайность, сбор масла), Сибирский-12 (высота растения, масса 1000 семян, масличность), Авангард (вегетационный период, высота растения). Перечисленные сорта и гибрид при улучшении условий выращивания будут увеличивать указанные показатели, что соответствует интенсивному типу.

2. Группа с bi от 0,97 до 1,11 включает сортообразцы по следующим исследуемым признакам: Иртыш (вегетационный период, урожайность, масличность), Варяг (высота растения, масса 1000 семян), Баловень (масличность), Авангард (урожайность, сбор масла). Коэффициент регрессии этих сортов близок к единице, что свидетельствует о полном соответствии вышеприведенных показателей изменению условий выращивания.

3. Остальные сортообразцы, с $bi < 1$ характеризуются слабой реакцией признаков на улучшение условий выращивания, что соответствует экстенсивному типу.

Исследователи С. Эберхарт и В. Рассел предложили использовать дополнительный параметр, характеризующий степень изменчивости сравниваемых сортов, который определяется как отклонение от линии регрессии. Это степень стабильности реакции (s^2d), которая является важным параметром оценки генотипов в процессе их изучения. Чем ниже s^2d , тем меньше различий между теоретическим и практическими показателями качества, а отсюда более высокая устойчивость данного признака [8].

Согласно полученным данным, высокой стабильностью реакции на условия среды характеризуются сортообразцы по следующим показателям: Варяг (масличность, сбор масла), Баловень (вегетационный период), Сибирский-12 (вегетационный период, сбор масла), Авангард (масличность), при $s^2d = 0,67-0,99$. По остальным показателям исследуемые сортообразцы отличаются низкой стабильностью при $s^2d > 1$.

Таким образом, согласно проведенным исследованиям, изучаемые генотипы подсолнечника по одним признакам отличаются высокой отзывчивостью на улучшение условий среды, по другим – высокой стабильностью реакции. Не выявлены сортообразцы, сочетающие в одном признаке высокую отзывчивость с высокой стабильностью, $bi > 1$ и $s^2d < 1$.

Тем не менее ценность рассматриваемых сортов подтверждает тот факт, что они ежегодно используются в программах гибридизации и инбридинга, а также индивидуального отбора лаборатории селекции подсолнечника Сибирской опытной станции ВНИИМК для создания нового селекционного материала.

Выводы. 1. На основные показатели сортообразцов подсолнечника (крупность семян, продолжительность вегетационного периода, высота растения и масличность) наибольшее влияние оказал генотип в общей доле фенотипической изменчивости. При формировании продуктивности (урожайность семян, сбора масла) лимитирующими факторами являлись условия года при значительной доле взаимодействия факторов «год» × «сортообразец».

2. В условиях южной лесостепи Западной Сибири продолжительность вегетационного периода сибирских сортообразцов подсолнечника зависит в основном от влагообеспеченности июля, сентября и в целом периода с мая по сентябрь. На высоту растения также влияет влагообеспеченность июля, когда начинается цветение и прекращается рост под-

солнечника. Масса 1000 семян и масличность зависят от количества осадков в августе, когда происходит налив семян. На урожайность семян и сбор масла в основном влияет влагообеспеченность июня.

3. Селекция на повышение урожайности семян сибирских сортообразцов подсолнечника тесно связана с увеличением сбора масла, массы 1000 семян и высоты растения. Селекция на повышение масличности семян способствует увеличению сбора масла, но связана с сокращением вегетационного периода, снижением высоты растения и крупности семян. Селекция на крупноплодность тесно связана с увеличением высоты растения и урожайности семян.

4. Высокой отзывчивостью на улучшение условий среды обладают сортообразцы по следующим показателям: Сибирский-97 (вегетационный период, масса 1000 семян, урожайность, сбор масла), Иртыш (сбор масла), Баловень (высота растения, урожайность, сбор масла), Сибирский-12 (высота растения, масса 1000 семян, масличность), Авангард (вегетационный период, высота растения). Высокой стабильностью реакции на условия среды: Варяг (масличность, сбор масла), Баловень (вегетационный период), Сибирский-12 (вегетационный период, сбор масла), Авангард (масличность).

Список литературы

1. Фомин В.С., Коробова Н.А. Адаптивность сортов гороха Центрально-Черноземного селекцентра // Вестник РАСХН. – 2006. – № 3. – С. 25–26.
2. Зыкин В.А., Белан И.А., Юсов В.С. [и др.]. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений (методика и оценка). – Уфа, 2011. – 97 с.
3. Коробова Н.А., Коробов А.П., Козлов А.А. [и др.]. Экологическая пластичность и урожайность сортов зернового гороха // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30. – № 2. – С. 85–88.
4. Лукомец В.М., Тишков Н.М., Баранов В.Ф. [и др.]. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами. – Краснодар, 2007. – 113 с.

5. Рекомендации по возделыванию масличных культур в Омской области / Лошкомойников И.А., Пузиков А.Н., Суворова Ю.Н. [и др.]. – Исикуль, 2016. – С. 5–33.

6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1973. – 336 с.

7. Шмаков П.Ф., Булатов А.П., Калинин Н.А. [и др.]. Рапс и сурепица в Западной Сибири: производство и использование: монография // Омск: Вариант-Омск, 2004. – С. 9–14.

8. Анисков Н.И., Поползухин П.В. Яровой ячмень в Западной Сибири. – Омск: Вариант-Омск, 2010. – 388 с.

References

1. Fomin V.S., Korobova N.A. Adaptivnost' sortov gorokha Tsentral'no-Chernozemnogo selektsentra // Vestnik RASKhN. – 2006. – № 3. – S. 25–26.
2. Zykin V.A., Belan I.A., Yusov V.S. [i dr.]. Ekologicheskaya plastichnost' sel'skokhozyaistvennykh rastenii (metodika i otsenka). – Ufa, 2011. – 97 s.
3. Korobova N.A., Korobov A.P., Kozlov A.A. [i dr.]. Ekologicheskaya plastichnost' i urozhainost' sortov zernovogo gorokha // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2016. – T. 30. – № 2. – S. 85–88.
4. Lukomets V.M., Tishkov N.M., Baranov V.F. [i dr.]. Metodika provedeniya polevykh agrotekhnicheskikh opytov s maslichnymi kul'turami. – Krasnodar, 2007. – 113 s.
5. Rekomendatsii po vozdelevaniyu maslichnykh kul'tur v Omskoi oblasti / Loshkomoinikov I.A., Puzikov A.N., Suvorova Yu.N. [i dr.]. – Isil'kul', 2016. – S. 5–33.
6. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy). – M.: Kolos, 1973. – 336 s.
7. Shmakov P.F., Bulatov A.P., Kalinenko N.A. [i dr.]. Raps i surepitsa v Zapadnoi Sibiri: proizvodstvo i ispol'zovanie: monografiya // Omsk: Variant-Omsk, 2004. – S. 9–14.
8. Anis'kov N.I., Popolzukhin P.V. Yarovoi yachmen' v Zapadnoi Sibiri. – Omsk: Variant-Omsk, 2010. – 388 s.

Получено: 23.10.2017 Принято: 01.04.2019
Received: 23.10.2018 Accepted: 01.04.2019