УДК 632.954:631.854.78

DOI: 10.25230/2412–608X–2019–3–179–35–39

Оценка экологической пластичности и стабильности крупноплодных сортов подсолнечника

А.А. Децына,

кандидат сельскохозяйственных наук

И.В. Илларионова,

кандидат сельскохозяйственных наук

В.О. Щербинина,

лаборант-исследователь

ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Россия, 350038, г. Краснодар, ул. им. Филатова, д. 17

Тел.: (861) 254-27-91, факс: (861) 254-27-80

E-mail: sort@vniimk.ru

Для цитирования: Децына А.А., Илларионова И.В., Щербинина В.О. Оценка экологической пластичности и стабильности крупноплодных сортов подсолнечника // Масличные культуры. – 2019. – Вып. 3 (179). – С. 35–39.

Ключевые слова: подсолнечник, сорта, экологическая пластичность, экологическая стабильность, экологическое испытание.

Изучение экологической пластичности и стабильности сортов является важным этапом экологических сортоиспытаний. Данные, полученные в ходе исследований за 2015–2018 гг., позволяют сделать вывод об определенной пластичности сортов к воздействию в погодно-климатических условиях и их отклике на улучшение условий выращивания подсолнечника. Результаты исследований выявили, что в соответствии с показателем индекса условий года худшим из четырех лет для выращивания оказался 2016 год (-6,58), лучшим – 2017 год (9,66). Наибольшей стабильностью по годам обладали сорта Лакомка и Белочка (с коэффициентом линейной регрессии 1,9), однако при ухудшении погодных условий выращивания их продуктивность может заметно снижаться. Сорта Джинн и Орешек не так активно реагируют на изменение погодных условий выращивания, что подтверждено показателем линейной регрессии (bi) (0,1 и 0,4 соответственно). Результаты среднеквадратического отклонения по урожайности сортов Джинн и Орешек (6,14 и 4,76 соответственно) характеризуют их высокую стабильность по этому показателю, то есть при изменении условий выращивания их технологи-

ческие свойства будут сохраняться с незначительными изменениями. Полученные цифровые количественные характеристики по сорту СПК (показатель линейной регрессии наиболее приближен к единице и среднеквадратическое отклонение равно 14,13) в разные годы исследований свидетельствуют о том, что сорт является достаточно пластичным, а по показателю стабильности он оказался несколько хуже, чем сорта Джинн и Орешек.

UDC 631.52:631.854.78

Estimation of environmental plasticity and stability of confectionary sunflower varieties.

A.A. Detsyna, PhD in agriculture

I.V. Illarionova, PhD in agriculture

V.O. Scherbinina, laboratory assistant

V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops

17, Filatova str., Krasnodar, 350038, Russia

Tel.: (861) 254-27-91, fax: (861) 254-27-80

E-mail: sort@vniimk.ru

Key words: sunflower, variety, environmental plasticity, environmental stability, environmental trial.

Studying of environmental plasticity and environmental stability is an important stage of an environmental trial. We conducted our researches in 2015–2018. The obtained results allow concluding the varieties have certain plasticity in weather and climatic conditions and response to improvement of cultivation conditions. Due to our investigation, the worse year for sunflower production was 2016, index of year condition was equal -6.58, the best one was 2017, with index equal to 9.66. The varieties Lakomka and Belochka had the highest stability for years (a coefficient of linear regression is 1.9). However, with worsening of the weather conditions during cultivation their productivity can reduce significantly. The varieties Dzhinn and Oreshek response not so active on the changes of the weather conditions of cultivation. This is affirmed with indicator of linear regression (bi) (0.1 and 0.4, respectively). The meaning of the standard error on yields of the varieties Dzhinn and Oreshek (6.14 and 4.76, respectively) characterize their high stability on this trait. This means even under changing cultivation conditions their technological qualities will be remained with minor variations. The digital indicators of quantitative traits of the variety SPK (an indicator of linear regression is the nearest to one and the standard error is equal to 14.13) in the different years of the research certifies the variety is quite plastic,

but its stability is worse than the varieties Dzhinn and Oreshhek have.

Введение. Для проведения Государственного сортоиспытания при создании новых сортов подсолнечника необходимы сведения об их экологической стабильности и пластичности, которые позволят рекомендовать оптимальные регионы для возделывания и активного внедрения в производство созданных сортов. В агрономическом отношении экологически устойчивый сорт – это сорт, способный формировать относительно стабильную по годам урожайность в благоприятных и неблагоприятных условиях возделывания.

Экологическая пластичность – это степень приспособляемости сорта к условиям внешней среды. Чем шире диапазон приспособляемости, тем выше его экологическая пластичность. По мнению Эберхарта и Рассела (1961), экологическая пластичность – это отклик сорта на улучшение условий выращивания. Экологическая стабильность – это способность сорта сохранять свою структуру и функции в процессе воздействия внутренних и внешних факторов среды [1]. Полученные данные помогают правильно сориентироваться в выборе зоны возделывания вновь созданных сортов. Понятия «пластичность» и «стабильность» характеризуют потенциал модификационной и генотипической изменчивости отдельных признаков и свойств растений.

Ещё академик В.С. Пустовойт отмечал, что «сложный состав биотипов каждого сорта-популяции обуславливает их пластичность и способность в разных условиях давать хорошие урожаи» [2]. В жестких почвенно-климатических условиях и в хозяйствах, где используется экстенсивная технология выращивания подсолнечника, именно эта особенность сортов-популяций является наиболее востребованной. Высокая пластичность сортов-популяций подсолнечника под-

тверждается тем фактом, что в 70-е годы прошлого века около 80 % площади посева этой культуры в Советском Союзе было занято всего пятью сортами [3].

Материалы и методы. Для проведения исследований использовали методику, разработанную Эберхартом и Расселом в редакции А. Зыкина и др. [4]. Методика основана на вычислении двух параметров: коэффициента линейной регрессии b_i (экологическая пластичность) и дисперсии σ_d^2 (экологическая стабильность).

Исследования проводили на пяти сортах подсолнечника селекции ВНИИМК (СПК, Джинн, Белочка, Лакомка и Орешек), которые изучались в конкурсном сортоиспытании на центральной экспериментальной базе (ЦЭБ ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК) в 2015–2018 гг. Для расчета экологической пластичности составляли таблицу, в которую вносили данные средней урожайности по сортам (Y_i) и по годам исследований (Y_j).

Среднюю урожайность по опыту (Y) определяли по формуле (1):

$$Y = \Sigma Y_{ij} / v \times n, \quad (1)$$

где ΣY_{ij} – сумма показателя урожайности по сортам и годам испытания;

v – количество сортов;

n – число лет.

Для вычисления коэффициента линейной регрессии b_i (экологической пластичности) определили индексы условий среды по формуле (2):

$$I_j = \Sigma Y_{ij} / v - \Sigma Y_{ij} / v \times n, \quad (2)$$

где ΣY_{ij} – сумма урожайности всех сортов за определенный год;

ΣY_{ij} – сумма урожайности всех сортов за все годы;

v – количество сортов;

n – число лет.

Затем для каждого сорта рассчитывали коэффициент регрессии, характеризующий экологическую пластичность по формуле (3):

$$b_i = \Sigma Y_{ij} I_j / \Sigma I_j^2, \quad (3)$$

где $\Sigma Y_{ij} I_j$ – сумма произведения урожайности определенного сорта за определенный год на соответствующую величину индекса условий среды;

ΣI_j^2 – сумма квадратов индексов условий среды.

Для определения стабильности урожайности по формуле (4) сначала вычисляли теоретические урожаи для каждого сорта в отдельности:

$$Y_{ij} = x_i + b_i \times I_j, \quad (4)$$

где x_i – средняя урожайность i -сорта за годы испытаний, ц/га (т.е. значение x_i равно значению Y_i);

$b_i I_j$ – произведение коэффициента регрессии i -го сорта на индекс условий среды.

Отклонения фактической урожайности сорта от теоретической определяли по формуле (5):

$$\sigma_{ij} = Y_{ij} - x_i, \quad (5)$$

где Y_{ij} – фактическая урожайность определенного сорта за определенный год, ц/га;

x_i – теоретическая урожайность сорта за определенный год, ц/га.

Среднеквадратическое отклонение (экологическая стабильность) определялась по формуле (6):

$$\sigma_d^2 = \Sigma \sigma_{ij}^2 / (n - 2), \quad (6)$$

где $\Sigma \sigma_{ij}^2$ – сумма квадратов отклонений фактической урожайности от теоретической;

n – число пунктов.

Результаты и обсуждение. В таблице 1 представлены результаты конкурсного испытания по урожайности за четыре года пяти сортов подсолнечника.

Из всех изучаемых генотипов сорт Джинн каждый год проходил испытание в КСИ. Урожайность сортов, не испытываемых в КСИ в некоторые годы исследова-

ований, обозначалась как равная нулю и не использовалась в расчетах.

Совокупность индексов I_j характеризует изменчивость условий, в которых выращивали сорта. Индексы условий среды (I_j) могут принимать как положительные, так и отрицательные значения. Лучшие условия для роста и развития генотипов складываются при положительном значении индекса среды, худшие – при отрицательном.

Коэффициент линейной регрессии урожайности сортов (b_i) показывает их реакцию на улучшение условий выращивания. Он может принимать значения больше либо меньше, или может быть равным единице. Чем выше значение коэффициента (b_i), тем большей отзывчивостью может обладать данный сорт. Такие сорта требуют высокий уровень агротехники, так как только в этом случае дадут максимум отдачи. В случае, когда (b_i) меньше единицы, сорт реагирует слабее на изменение условий среды, чем в среднем весь набор изучаемых генотипов. Эти сорта лучше использовать на экстенсивном фоне, где они дадут большую продуктивность при минимуме затрат. При условии, когда (b_i) равно единице имеется полное соответствие изменения урожайности сорта изменению условий выращивания (табл. 1).

Таблица 1

Показатели сортов подсолнечника селекции ВНИИМК за годы исследований

КСИ, ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Сорт	Средняя урожайность по сорту, ц/га				ΣY_i	Y_i	b_i
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.			
СПК	0,0	32,5	35,9	33,8	102,2	34,1	0,8
Джинн	31,7	36,7	36,1	32,5	137,0	34,3	0,1
Лакомка	32,7	0,0	38,4	32,6	103,7	34,6	1,9
Белочка	29,3	0,0	37,2	32,0	98,5	32,8	1,9
Орешек	29,0	32,4	35,2	0,0	96,6	32,2	0,4
ΣY_j	122,7	101,6	182,8	130,9	538	33,6	
Y_j	30,7	33,9	36,6	32,7			
I_j	-2,36	-6,58	9,66	-0,72			

О точности проведения расчетов свидетельствует тот факт, что при суммировании урожайности по сортам (ΣY_i) и урожайности по годам (ΣY_j) получена одинаковая сумма (равная 538). Средняя урожайность по опыту (Y_i) составила 33,6 ц/га.

Анализ полученных данных позволил установить, что наиболее худшим годом для выращивания подсолнечника оказался 2016 г., что подтверждает индекс условий среды, равный -6,58. Лучшим по климатическим условиям был 2017 г. с индексом условий среды, равным 9,66.

Расчет коэффициента линейной регрессии показал следующие результаты: наибольшей пластичностью обладали сорта Лакомка и Белочка ($b_i = 1,9$). Эти сорта активнее будут реагировать на определённые улучшения условий выращивания подсолнечника.

Значения коэффициента линейной регрессии сортов Джинн и Орешек оказались близки к нулю (0,1 и 0,4 соответственно). Обычно такие сорта слабо реагируют на изменение условий выращивания независимо от того, ухудшаются они или улучшаются. У сорта СПК значение коэффициента (b_i) наиболее приближено к единице (0,8), поэтому данный сорт будет адекватно реагировать на изменение условий выращивания.

Для определения экологической стабильности генотипов предварительно определяли теоретическую урожайность сортов, которую они могли бы дать при выращивании их в оптимальных условиях (табл. 2).

Таблица 2

Расчетная теоретическая урожайность сортов подсолнечника

Сорт	Средняя урожайность по годам испытания, ц/га			
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
СПК	0,0	29,1	41,4	33,5
Джинн	34,1	33,8	34,9	34,2
Лакомка	30,1	0,0	52,9	33,2
Белочка	28,4	0,0	50,9	31,5
Орешек	31,2	29,5	36,2	0,0

Таким образом, 2015–2016 гг. представляются оптимальными для выращивания сорта Джинн, 2017 г. – для сорта Лакомка. Высокая теоретическая урожайность в 2018 г. по расчетам оказалась у сорта подсолнечника СПК.

Для продолжения расчета экологической стабильности требовалось определить отклонение фактической урожайности сортов от ожидаемой теоретической (σ_{ij}) (табл. 3).

Таблица 3

Отклонение фактической урожайности сортов от теоретически ожидаемой

КСИ, ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК

Сорт	Отклонение урожайности σ_{ij} , ц/га				$\Sigma \sigma_{ij}^2$	σd^2
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.		
СПК	0,0	3,4	-5,5	0,3	42,38	14,13
Джинн	-2,4	2,9	1,2	-1,7	18,42	6,14
Лакомка	2,6	0,0	-14,5	-0,6	216,36	72,12
Белочка	0,9	0,0	-13,7	0,5	189,26	63,09
Орешек	-2,2	2,9	-1,0	0,0	14,27	4,76

Полученные результаты исследований показали, что чем выше значение (σd^2), тем сорт более экологически нестабилен. Расчетные данные позволили установить, что сорта подсолнечника Орешек и Джинн из всех изучаемых генотипов являются наиболее стабильными (средне-квадратическое отклонение составляет 4,76 и 6,14 соответственно).

Выводы. Определение экологической пластичности и стабильности сортов должно быть, по нашему мнению, неотъемлемой частью экологических сортоиспытаний. Благодаря таким данным можно сделать определенный вывод об устойчивости и приспособляемости сортов к разным природно-климатическим условиям возделывания подсолнечника.

По результатам проведенных исследований установлено, что наиболее худшим годом для выращивания, в соответствии с индексом условий среды, являлся 2016 год (-6,58), лучшим – 2017 год (9,66).

Лучшей пластичностью обладали сорта Лакомка и Белочка (с коэффициентом линейной регрессии 1,9). Эти сорта ха-

рактируются высокой отзывчивостью на улучшение условий их выращивания. Результаты наибольшего значения среднеквадратического отклонения (72,12 и 63,09) показывают, что эти сорта не обладают высокой стабильностью по урожайности, а при ухудшении условий выращивания их продуктивность будет заметно снижаться.

Вычисленные показатели линейной регрессии (b_i) сортов Джинн и Орешек (0,1 и 0,4 соответственно) свидетельствуют о том, что эти сорта могут слабо реагировать на изменение условий выращивания, независимо от того, ухудшаются эти условия или улучшаются. Полученные значения среднеквадратического отклонения сортов Джинн и Орешек (6,14 и 4,76 соответственно) характеризуют их высокую стабильность по урожайности.

Полученные данные по сорту СПК свидетельствуют о том, что сорт будет стабильно реагировать как на улучшение, так и на ухудшение погодных условий выращивания, но несколько значительнее, чем сорта Джинн и Орешек.

Список литературы

1. Новый подход к определению экологической пластичности: [Электронный ресурс]. – URL: <https://docplayer.ru/44121484-Novyy-podhod-k-ocenke-ekologicheskoy-plastichnosti-sortov-rasteniy.html> (дата обращения: 05.04. 2019).

2. Пустовойт В.С. Избранные труды. – М.: Агропромиздат, 1980. – 250 с.

3. Илларионова И.В. Создание селекционного материала подсолнечника с улучшенными дизайно-эстетическими свойствами: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.05. – Краснодар, 2017. – 137 с.

4. Зыкин В.А., Белан И.А. Экологическая пластичность сельскохозяйственных растений (методика и оценка). – Уфа, 2011. – 97 с.

References

1. Novyy podkhod k opredeleniyu ekologicheskoy plastichnosti: [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://docplayer.ru/44121484-Novyy-podhod-k-ocenke-ekologicheskoy-plastichnosti-sortov-rasteniy.html> (data obrashcheniya: 05.04. 2019).

2. Pustovoyt V.S. Izbrannyye trudy. – M.: Agropromizdat, 1980. – 250 s.

3. Illarionova I.V. Sozдание selektsionnogo materiala podsolnechnika s uluchshennymi dizayno-esteticheskimi svoystvami: dis. ... kand. s.-kh. nauk: 06.01.05. – Krasnodar, 2017. – 137 s.

4. Zykin V.A., Belan I.A. Ekologicheskaya plastichnost' sel'skokhozyaystvennykh rasteniy (metodika i otsenka). – Ufa, 2011. – 97 s.

Получено: 08.07.2019 Принято: 16.09.2019
Received: 08.07.2019 Accepted: 16.09.2019