

УДК 633.854.78:631.527:581.1

РЕАКЦИЯ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА РАЗНЫХ ГРУПП СПЕЛОСТИ НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ ПЕРИОДА ИХ ВЕГЕТАЦИИ

Е.Н. Макляк,

кандидат сельскохозяйственных наук

В.В. Кириченко,

академик НААН Украины,

доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН
Украина, 61060, г. Харьков, проспект Московский, 142
Тел.: +(38) 057 392-13-43
Факс: +(38) 057 779-84-17
E-mail: yuriev1908sunflower@gmail.com

Для цитирования: Макляк Е.Н., Кириченко В.В. Реакция гибридов подсолнечника разных групп спелости на температурный режим периода их вегетации // Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2016. – Вып. 4 (168). – С. 55–60.

Ключевые слова: подсолнечник, селекция, гибриды, группа спелости, температура воздуха, урожайность.

Испытания гибридов подсолнечника разных групп спелости проводили в Институте растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН (г. Харьков) в 1998–2015 гг. по методике конкурсного сортоиспытания. Целью исследования было оценить зависимость урожайности гибридов от показателей температурного режима периода вегетации. Материалом для исследований были гибриды селекции института, предварительно выделенные как лучшие по комплексу признаков. Установлены корреляционные связи между урожайностью, показателями температурного режима периода всходы – цветение и его продолжительностью. Наибольшее влияние на урожайность оказала средняя максимальная суточная температура вегетационного периода. В целом за годы исследований преимущество по урожайности имели гибриды с продолжительностью периода всходы – цветение 60 суток. Менее урожайными были гибриды с продолжительностью периода всходы – цветение 57 суток и 65 суток. По дате цветения выявлены группы спелости гибридов, имеющие преимущество по урожайности в годы с относительно низкой или высокой теплообеспеченно-

стью вегетационного периода. Гибриды с продолжительностью периода всходы – цветение 57 суток имели преимущество по урожайности в годы с относительно низкой теплообеспеченностью вегетационного периода. Увеличение средней максимальной суточной температуры июня на 2 °C (до 29 °C) вызвало снижение урожайности гибридов разных групп спелости на 0,07–0,97 т/га. Повышение средней максимальной температуры августа до 33 °C вызвало увеличение урожайности гибридов всех групп спелости на 0,23–0,38 т/га. Зависимость урожайности гибридов подсолнечника от температурного режима периода их вегетации имеет особенности, связанные с группой спелости гибридов.

UDC 633.854.78:631.527:581.1

Response of sunflower hybrids of different maturity groups to the temperature regimen during vegetative period.

Maklyak E.N., candidate of agriculture

Kyrychenko V.V., doctor of agriculture, academician of NAAS

Plant Production Institute nd. a. V.Ya. Yuriev of NAAS
142, Moskovskiy prospekt, Kharkov, 61060, Ukraine
Tel.: (+38) (057) 392-13-43
Fax: (+38) 057-779-84-17
E-mail: yuriev1908sunflower@gmail.com

Key words: sunflower, breeding, hybrids, maturity group, temperature regimen, yield.

Sunflower hybrids of different maturity groups were tested at the Plant Production Institute nd. a. V.Ya. Yuriev of NAAS (Kharkov) in 1998–2015 by the method of competitive variety trials. The institute's breeding hybrids that were the best by the complex of traits were used as the material for the investigation. The purpose of the research was to evaluate the relation of hybrids yield from the temperature regimen during vegetative period. Correlations between yield, temperature in the germination – flowering period and its duration were established. The average maximum daily temperature of the vegetative period had the greatest effect on yield. In total over the research years, hybrids with the duration of the germination – flowering period 60 days had the advantage on yield. The hybrids with the duration of the germination – flowering period 57 and 65 days had the lower yield. Basing on the flowering date, we identified the maturity groups of hybrids that were beneficial on yield in years with relatively low or high temperatures during the vegetative period. Hybrids with the duration of the germination – flowering period 57 days had the advantage on yield in years with relatively low heat supply of the vegetative period. Increase of the average maximum daily temperature in June on 2 °C (to 29 °C) caused a decrease in the yield of hybrids belonging to different maturity

groups on 0.07–0.97 t per ha. Increase of the average maximum daily temperature in August (to 33 °C) caused an increase of yield in all maturity groups on 0.23–0.38 t per ha. The yield of sunflower hybrids belonging to the different maturity groups associates with the temperature regimen during the vegetative period especially.

Введение. Селекция подсолнечника на устойчивость к высоким температурам, наряду с селекцией на повышение продуктивности, устойчивости к возбудителям болезней, качества продукции, засухоустойчивости и другие показатели, рассматривается многими учеными как возможное направление в программах работ по улучшению культуры [1; 2]. Установленная зависимость урожая семян подсолнечника от температуры воздуха в период вегетации [3; 4] и генетическое наследование признаков, определяющих устойчивость к повышенным (по сравнению с биологическим оптимумом) температурам [5; 6] определяет перспективность таких исследований.

Подсолнечник возделывается в различных почвенно-климатических условиях и не везде одинаково проявляет свой генетический потенциал продуктивности. При подборе гибридов для конкретной зоны выращивания необходимо учитывать стрессовые факторы, в т.ч. температурный режим. Температура является значительным фактором, который регулирует скорость и продолжительность развития растения. На зерновых культурах установлено преимущество той или иной группы спелости в зависимости от температуры в течение периода созревания зерна [7]. Для подсолнечника важным является положение о том, что увеличение продолжительности вегетации само по себе не приводит к росту урожайности, и в каждой группе спелости могут быть найдены генотипы с высокой или низкой урожайностью [8].

Выявление эффекта воздействия температуры на урожайность в полевых условиях осложнено невозможностью управления этим фактором. Выходом из

этого считается многолетнее изучение генотипа. Данные, полученные таким образом, имеют ограниченное значение, их сложно обобщить и перенести на большие группы генотипов. Мы провели сравнение не отдельных образцов, а групп гибридов подсолнечника с различной продолжительностью вегетации, испытанных в течение ряда лет.

Цель исследования – в полевых условиях оценить зависимость урожайности гибридов подсолнечника, различающихся по продолжительности вегетации, от температуры воздуха.

Материалы и методы. Исследования проведены в 1998–2015 гг. на полях научного севооборота Института растениеводства им. В.Я. Юрьева Национальной академии аграрных наук Украины (г. Харьков). Материалом для изучения послужили гибриды селекции института, прошедшие испытание в контрольном питомнике и питомнике предварительного сортоиспытания, отобранные по комплексу показателей как наиболее перспективные. Полевые испытания проводили согласно методике конкурсного сортоиспытания, разработанной в институте на основе утвержденных методик [9; 10; 11]. Каждый год испытывали от 80 до 120 гибридных комбинаций. Система обработки почвы общепринятая в зоне выращивания. Предшественник – яровые зерновые колосовые. Посев каждый год проводили в первой декаде мая. Учетная площадь делянки составляла 21,0 м². Междурядье 0,7 м, густота стояния растений к уборке 55–57 тыс. раст./га. Урожайность определяли в тоннах на гектар и приводили к стандартной (10 %-ной) влажности. Фенологические наблюдения: дата всходов, дата цветения 50 % растений, дата физиологической спелости. Гибриды распределены на группы спелости на основании величины стандартного отклонения (s) от средней продолжительности периода всходы – цветение в данном году и согласно классификации, принятой в Институте растениеводства им. В.Я. Юрьева. Выделено три группы спелости: первая – скороспелые (–1s),

вторая – ранние (в пределах 1s) и третья – среднеранние (+1s) гибриды. Даты наступления фаз развития усредняли для каждой группы спелости. Для каждой группы рассчитывали среднюю среднесуточную температуру, среднюю минимальную суточную температуру, среднюю максимальную суточную температуру периода всходы – цветение. Также эти показатели рассчитывали для каждого из месяцев вегетационного периода подсолнечника (май – август). Теплообеспеченность вегетационного периода рассчитывали как отношение суммы активных температур за вегетационный период в данном году и в году с максимальной урожайностью [12]. Индекс условий среды рассчитывали как разницу между средней урожайностью всех гибридов в данном году и средней урожайностью всех гибридов за весь период наблюдений. Также вычисляли урожайность каждой из групп спелости в процентах от урожайности гибридов третьей группы, взятой за 100 %.

Климат Харьковской области, согласно агропочвенному районированию расположенной в зоне Лесостепи, агропочвенной провинции Левобережная юго-западная высокая, считается умеренно-континентальным с длительным устойчивым, порой засушливым и жарким летом [13]. В годы проведения исследований погодный режим на протяжении периода активной вегетации подсолнечника значительно различался, что доказано двухфакторным дисперсионным анализом данных метеорологических наблюдений метеостанции г. Харькова. Средняя среднесуточная температура мая составила 16,4 °С (норма 1981–2010 гг. 15,3 °С), июня – 20,0 °С (норма 19,3 °С), июля – 22,4 °С (норма 21,3 °С), августа – 21,2 °С (норма 19,5 °С). Средняя максимальная температура мая составила 21,8 °С (норма 20,8 °С), июня – 25,2 °С (норма 24,3 °С), июля – 27,9 °С (норма 26,4 °С), августа – 27,0 °С (норма 25,7 °С). Самыми жаркими за годы наблюдений оказались 2012 г. (средняя температура вегетационного периода 22,1 °С) и 2010 г. (21,8 °С), самым прохладным – 2007 г. (17,8 °С).

Результаты и обсуждение. Двухфакторным дисперсионным анализом установлена достоверность влияния условий года (фактор А) на изменчивость урожайности гибридов и достоверность различий между группами спелости (фактор Б) по урожайности (табл. 1). Выявлены достоверные различия между группами спелости по изменчивости их урожайности в зависимости от условий года (взаимодействие А × Б). На основании величин средних квадратов MS, наибольшее влияние на урожайность оказал год испытания.

Таблица 1

Результаты двухфакторного дисперсионного анализа урожайности гибридов подсолнечника разных групп спелости, 1998–2015 гг.

Источник дисперсии	SS	Степень свободы	MS	F _{факт.}	p
Год (фактор А)	281,93	17	16,58	121,66*	0,000000
Группа спелости (фактор Б)	2,46	2	1,23	9,03*	0,000127
Год × группа спелости (А × Б)	11,00	34	0,32	2,37*	0,000017
Ошибка	211,43	1551	0,14		

Примечание: * – достоверно при P = 0,01

Разница между группами по продолжительности периода всходы – цветение, изменчивость продолжительности периода по годам и взаимодействие этих факторов также достоверны при P = 0,01. Средняя за годы испытаний продолжительность периода всходы – цветение гибридов скороспелой группы составила 57 суток, ранних 60 суток, среднеранних – 65 суток. Установлено достоверное превышение урожайности ранних гибридов (за все годы испытаний 3,27 т/га) над урожайностью скороспелых гибридов (3,16 т/га). Урожайность гибридов среднеранней группы занимала между ними промежуточное положение (3,23 т/га) и не отличалась достоверно ни от первой, ни от второй группы.

Корреляционный анализ продемонстрировал наличие положительных линейных корреляционных связей между

урожаем гибридов и показателями температурного режима периода всходы – цветение каждого гибрида (табл. 2). Несмотря на невысокие значения коэффициентов корреляции, большое количество наблюдений позволило доказать их достоверность на высоком уровне значимости. Относительно влияния температурного режима периода всходы – цветение на урожайность гибридов разных групп спелости установлено, что урожайность скороспелой группы не связана линейной зависимостью ни с одним из температурных показателей. Также корреляционная зависимость недостоверна для связи между урожайностью каждой из групп спелости и минимальной суточной температурой. Можно предположить, что низкие значения коэффициентов корреляции обусловлены тем, что температурные показатели находятся вблизи экологического оптимума развития растения подсолнечника.

Таблица 2

Результаты корреляционного анализа урожайности гибридов подсолнечника, продолжительности их периода всходы – цветение и температурных показателей, 1998–2015 гг.

Показатель	Средне-суточная температура			Минимальная суточная температура			Максимальная суточная температура		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Урожайность	0,16	0,33*	0,35*	0,04	0,17	0,19	0,17	0,35*	0,38*
Продолжительность периода всходы – цветение	0,78	0,81	0,74	-0,73	-0,76	-0,63	-0,80	-0,83	-0,75

Примечания: 1) * – достоверно при $P = 0,01$
 2) 1 – скороспелая группа; 2 – ранняя группа; 3 – среднеранняя группа спелости

Продолжительность периода всходы – цветение связана с температурным режимом отрицательной корреляционной зависимостью, независимо от группы спелости. Наиболее высокие по абсолютному значению коэффициенты корреляции зафиксированы для раннеспелой группы: коэффициент корреляции между

продолжительностью периода и максимальной суточной температурой равнялся $r = -0,83^*$.

Обобщенная модель, построенная при помощи метода кластеризации k-средних, проведенной после стандартизации абсолютных данных, позволила установить наличие трех основных типов распределения гибридов подсолнечника по урожайности (выраженной в процентах от урожайности гибридов третьей группы спелости) в зависимости от теплового режима вегетационного периода.

Используя график кластеризации, установили, что в годы с относительно высокой теплообеспеченностью вегетационного периода возможно развитие различных сценариев формирования уровня урожайности (рис. 1).

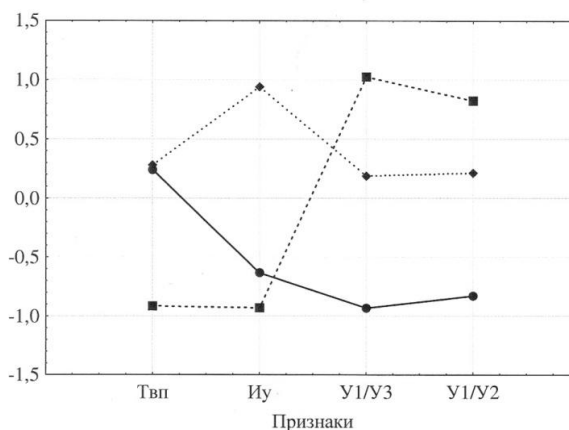


Рисунок 1 – Кластерный анализ зависимости урожайности гибридов подсолнечника от теплообеспеченности вегетационного периода, 1998–2015 гг.

Примечание: $T_{вп}$ – теплообеспеченность вегетационного периода подсолнечника; I_y – индекс условий среды; U_1/U_3 – процент урожайности гибридов скороспелой группы по отношению к урожайности гибридов среднеранней группы; U_1/U_2 – процент урожайности гибридов скороспелой группы по отношению к урожайности гибридов ранней группы спелости

В годы с высоким индексом условий среды (I_y) урожайность не зависела от группы спелости (значение U_1/U_2 , U_1/U_3 приближается к 0). В годы с низким

индексом условий среды и высокой теплообеспеченностью вегетационного периода наблюдали преимущество урожайности гибридов ранней и среднеранней групп спелости над урожайностью скороспелых гибридов (значение $U1/U2$, $U1/U3$ приближается к -1). В годы с относительно низкой теплообеспеченностью вегетационного периода индекс условий среды также имел низкое значение, а преимущество имели гибриды первой группы вегетации (значение $U1/U2$, $U1/U3$ приближается к 1).

С целью определить влияние температуры воздуха отдельных месяцев вегетационного периода на урожайность гибридов разных групп спелости, результаты 18 лет испытаний мы разбили на группы с интервалом, равным 2 °С.

Достоверные различия выявлены по изменчивости урожайности гибридов разных групп спелости в зависимости от температуры июня. Колебания средней максимальной температуры июня по годам составили от 22 до 29 °С. График на рисунке 2 демонстрирует, что урожайность всех трех групп спелости увеличилась при повышении максимальной температуры с 22–23 до 24–25 °С. При дальнейшем повышении показателя урожайность стала снижаться.

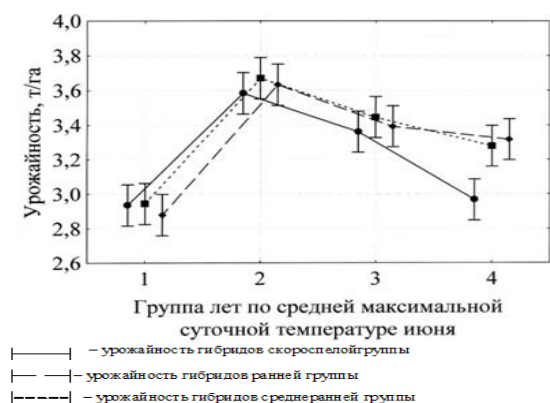


Рисунок 2 – Изменчивость урожайности гибридов подсолнечника трех групп спелости в зависимости от средней максимальной суточной температуры июня, 1998–2015 гг.

Средняя максимальная суточная температура июня:

1 – 22–23 °С; 2 – 24–25 °С;
3 – 26–27 °С; 4 – 28–29 °С

Увеличение средней максимальной температуры июня на 2 °С (с 26–27 °С до 28–29 °С) вызвало уменьшение урожайности гибридов раннеспелой группы с 3,45 до 3,28 т/га, т.е. на 0,17 т/га, гибридов среднеранней группы – с 3,39 т/га до 3,32 т/га, т.е. на 0,07 т/га, а гибридов скороспелой группы – с 3,36 до 2,97 т/га, т.е. на 0,39 т/га, что обусловило достоверную разницу реакции гибридов разных групп вегетации на температурный режим. Таким образом, в наибольшей степени максимальная температура июня повлияла на урожайность гибридов первой группы, в наименьшей – на урожайность гибридов третьей группы спелости.

Повышение средней максимальной температуры июля (период цветения и начало налива) на 2 °С (с 29–30 до 31–32 °С) связано с ростом урожайности гибридов первой группы на 0,09 т/га. Урожайность гибридов второй группы осталась без изменений, а третьей – снизилась на 0,6 т/га.

Необходимо отметить, что повышение средней максимальной температуры августа на 2 °С (с 30–31 до 32–33 °С) вызвало увеличение урожайности всех трех групп спелости (на 0,23; 0,30 и 0,38 т/га). Это еще раз доказывает наличие приспособительных реакций подсолнечника к действию высоких температур и необходимость дальнейших исследований в данном направлении.

Выводы. На высоком уровне достоверности установлено влияние условий года выращивания и группы спелости на изменчивость урожайности гибридов подсолнечника. Положительные корреляционные связи установлены между урожайностью и показателями температурного режима всего вегетационного периода. В годы с высоким индексом условий среды и относительно высокой теплообеспеченностью вегетационного периода гибриды разных групп спелости по урожайности существенно не различались. В годы с относительно низкой теплообеспеченностью вегетационного периода преимущество имели гибриды

скороспелой группы. Увеличение средней максимальной суточной температуры июня на 2 °С (до 29 °С) вызвало снижение урожайности гибридов разных групп спелости в разной степени: ранней группы с 3,45 до 3,28 т/га, т.е. на 0,17 т/га, средне-ранней – с 3,39 до 3,32 т/га, т.е. на 0,07 т/га, а скороспелой – с 3,36 до 2,97 т/га, т.е. на 0,97 т/га. Таким образом, зависимость урожайности гибридов подсолнечника от температурного режима периода их вегетации имеет особенности, связанные с группой спелости гибридов.

Список литературы

1. Genetics, genomics and breeding of sunflower / Ed.: J. Hu, G. Seiler, Ch. Kole. – New York, 2010. – 326 p. (Ser. on «Genetics, Genomics and Breeding of Crop Plants»).
2. Шкорич Др., Сейлер Дж., Лью Ж., Жан Ч.-Ч., Миллер Дж. Ф., Шарле Л.Д. Генетика и селекция подсолнечника: международная монография. – Х.: НТМТ, 2015. – 520 с.
3. Gonzalez J., Mancuso N., Luduena P. Sunflower yield and climatic variables // *Helia*. – 2013. – Vol. 36. – No. 58. – P. 69–76.
4. Chimenti C., Hall A., Lopez M. Embryo-growth rate and duration in sunflower as affected by temperature // *Field Crops Research*. – 2001. – Vol. 69. – Is. 1. – P. 81–88.
5. Kalyar T., Rauf S., Da Silva J. A. T., Shahzad M. Handling sunflower (*Helianthus annuus* L.) populations under heat stress // *Archives of Agronomy and Soil Science*. – 2014. – Vol. 60. – No. 5. – P. 655–672.
6. Макляк Е.Н. Теплоустойчивость инбредных линий подсолнечника на разных этапах онтогенеза // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии: науч.-методич. журнал. – 2015. – № 4. – С. 76–80.
7. Погода и урожай. – М.: Агропромиздат, 1990. – 332 с.
8. Gontcharov S., Zaharova M. Vegetation period and hybrids sunflower productivity in breeding for earliness // *Proc. of the 17th Int. Sunfl. Conf.* – Córdoba, Spain, 2008. – Vol. 2. – P. 531–533.
9. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Масличные, эфиромасличные, лекарственные и технические культуры, шелковица, тутовый шелкопряд. – М., 1983. – Вып. 3. – 184 с.
10. Методика державного сортовипробування сільськогосподарських культур. – Київ, 2000. – Вип. 1. Загальна частина. – 100 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта; 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

12. Рекомендации по учету гидрометеорологической информации при возделывании сельскохозяйственных культур. – Л.: Гидрометеиздат, 1989. – 70 с.

13. Національний атлас України [Карті]. – Нац. акад. наук України / Голов. ред.: Л.Г. Руденко. – Київ, 2008. – 439 с.

References

1. Genetics, genomics and breeding of sunflower / Ed.: J. Hu, G. Seiler, Ch. Kole. – New York, 2010. – 326 p. (Ser. on «Genetics, Genomics and Breeding of Crop Plants»).
2. Shkorich Dr., Seyler Dzh., L'yu Zh., Zhan Ch.-Ch., Miller Dzh. F., Sharle L.D. Genetika i selektsiya podsolnechnika: mezhdunarodnaya monografiya. – Kh.: NTMT, 2015. – 520 s.
3. Gonzalez J., Mancuso N., Luduena P. Sunflower yield and climatic variables // *Helia*. – 2013. – Vol. 36. – No. 58. – P. 69–76.
4. Chimenti C., Hall A., Lopez M. Embryo-growth rate and duration in sunflower as affected by temperature // *Field Crops Research*. – 2001. – Vol. 69. – Is. 1. – P. 81–88.
5. Kalyar T., Rauf S., Da Silva J. A. T., Shahzad M. Handling sunflower (*Helianthus annuus* L.) populations under heat stress // *Archives of Agronomy and Soil Science*. – 2014. – Vol. 60. – No. 5. – P. 655–672.
6. Maklyak E.N. Teploustoychivost' inbrednykh liniy podsolnechnika na raznykh etapakh ontogeneza // *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii: nauch.-metodich. zhurnal*. – 2015. – № 4. – S. 76–80.
7. Pogoda i urozhay. – M.: Agropromizdat, 1990. – 332 s.
8. Gontcharov S., Zaharova M. Vegetation period and hybrids sunflower productivity in breeding for earliness // *Proc. of the 17th Int. Sunfl. Conf.* – Córdoba, Spain, 2008. – Vol. 2. – P. 531–533.
9. Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Maslichnye, efiromaslichnye, lekarstvennye i tekhnicheskie kul'tury, shelkovitsa, tutovyy shelkopryad. – M., 1983. – Vyp. 3. – 184 s.
10. Metodika derzhavnogo sortoviprobuvannya sil's'kogospodars'kikh kul'tur. – Kiiv, 2000. – Vip. 1. Zagal'na chastina. – 100 s.
11. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta; 5-e izd., dop. i pererab. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
12. Rekomendatsii po uchetu gidrometeorologicheskoy informatsii pri vzdelyvanii sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. – L.: Gidrometeizdat, 1989. – 70 s.
13. Natsional'niy atlas Ukraini [Karti]. – Nats. akad. nauk Ukraini / Golov. red.: L.G. Rudenko. – Kiiv, 2008. – 439 s.