

- гии растений / Под ред. Павлиновой О.А. – М.: Наука, 1971. – С. 185–197.
17. Gage T.B., Wendei S.H. Quantitative determination of certain flavonol-3-glycosides // *Analytical Chemistry*. – 1950. – Vol. 22. – P. 708–711.
 18. Запрометов М.Н. Основы биохимии фенольных соединений. – М.: Высшая школа, 1974. – 250 с.
 19. Загоскина Н.В., Фернандо С.Ч., Федосеева В.Г., Азаренкова Н.Д., Запрометов М.Н. К вопросу о способности диплоидных и полиплоидных сортов чайных растений к образованию фенольных соединений // *Сельскохозяйственная биология*. – 1994. – №.1 – С. 117–119.

LAPSHIN P.V., ZAGOSKINA N.V.

*Timiryazev Institute of Plant Physiology, Russian Academy of Sciences
Russia, 127276, Moscow, Botanicheskaya str., 35, e-mail: p.lapshin@mail.ru*

CRASSULA AND THE CONTENT OF PHENOLIC COMPOUNDS

Aims. One important area of biological research is to study the various representatives of the higher plants, including in relation to their possible use for the production of biologically active secondary metabolites. These include phenolic compounds successfully used in pharmacology and medicine. The aim of the study was to investigate the accumulation of phenolic compounds in chlorophyll-defectives and corresponding normal plants of the genus *Crassula* (*Crassula* L.). **Methods.** In the leaves of plants determined the content the amount of soluble phenolic compounds and flavonoids. **Results.** Determined that in the plant leaves of *Crassula sarmentosa* content of phenolic compounds and flavonoids were significantly higher than in plant leaves of *Crassula ovate*. **Conclusions.** Consider that the accumulation of these secondary metabolites is dependent on many factors, including genetic characteristics of plants.

Key words: *Crassula*, phenolic compounds, flavonoids, genetic resources.

МАКЛЯК Е.Н., КИРИЧЕНКО В.В.

*Институт растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН
Украина, 61060, г. Харьков, пр. Московский, 142, e-mail: yuriev1908@gmail.com*

ОСОБЕННОСТИ РЕАКЦИИ ГИБРИДОВ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ МЕЖФАЗНЫХ ПЕРИОДОВ

Температура и фотопериод – важные факторы окружающей среды, определяющие продолжительность фаз вегетации подсолнечника [1].

В последние годы исследователями сельскохозяйственных культур отмечено сокращение сроков цветения и созревания растений, что связано с повышением температуры воздуха [2]. Адаптационную приспособленность к умеренным изменениям климата селекционер может обеспечить путем подбора генотипов со специфической реакцией темпов развития на температурные условия года.

В агрометеорологической практике для характеристики влияния температуры воздуха на скорость роста и развития растений используется ряд показателей, величина которых специфична как для видов растений [3], так и для отдельных сортов [4].

Отношение подсолнечника, как типичного

представителя континентального климата, к температуре существенно меняется в зависимости от фазы вегетации [5]. Согласно исследованиям, проведенным на сортах подсолнечника, установлены величины нижнего температурного предела («пороговой» температуры) прохождения межфазных периодов развития от 5°C до 15–16°C [6, 7].

В соответствии с исследованиями, проведенных на генотипах разного происхождения, в различных климатических зонах, а также в условиях искусственного климата, для подсолнечника предложены разные значения пороговой температуры роста отдельных органов растения (листьев, корня), от 4°C до 10°C [8, 9, 10].

В задачи наших исследований входило изучение особенностей влияния температуры воздуха на прохождение межфазных периодов у нового селекционного материала подсолнечника.

Материалы и методы

На протяжении 2005–2012 гг. изучали 15 коммерческих гибридов подсолнечника селекции Института растениеводства им. В.Я. Юрьева НААН: Оскил, Кий, Ясон, Эюд, Боец, Богун, Эней, Квин, Романс, Дарий, Форвард, Максимум, Зорепад, Псёл, по продолжительности вегетации наиболее полно охватывающие спектр гибридов, предложенных для выращивания в зоне Левобережной Лесостепи Украины. Планирование, организацию и проведение полевых исследований проводили по методике Б. А. Доспехова [11] на полях научного севооборота института по системе конкурсного испытания. Учетная площадь делянки – 40 м², повторение – четырехкратное, густота стояния растений – 55 тыс. раст. на 1 га. Уход за посевами – общепринятый в зоне выращивания. Учитывали сроки прохождения межфазных периодов: «всходы –

образование корзинки», «образование корзинки – цветение», «цветение – физиологическая спелость». Учетная дата – 50 % растений на делянке достигли требуемой фазы развития. Продолжительность межфазного периода – начиная со следующего дня после даты наступления предыдущей фазы и заканчивая датой наступления последующей фазы. Дата посева во все годы изучения не выходила за пределы 2–5 мая. В расчет температурных показателей включено минимальное суточное значение температуры воздуха, максимальное суточное значение и среднесуточное значение на основании восьми измерений.

Температурный режим лет исследований существенно различался (рис. 1), благодаря чему наблюдали большую изменчивость продолжительности межфазных периодов.

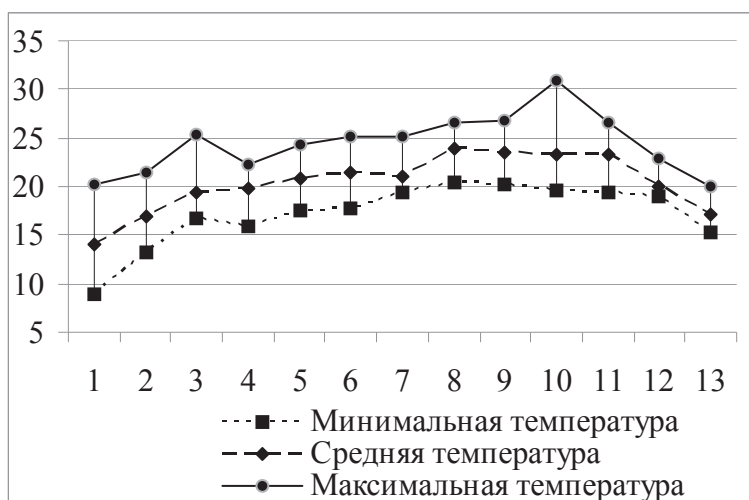


Рис. 1. Температура воздуха, °C, среднее декадное значение за годы исследований, 2005–2012 гг.

Примечания: 1 – первая декада мая, 2 – вторая декада мая, 3 – третья декада мая, 4 – первая декада июня, 5 – вторая декада июня, 6 – третья декада июня, 7 – первая декада июля, 8 – вторая декада июля, 9 – третья декада июля, 10 – первая декада августа, 11 – вторая декада августа, 12 – третья декада августа, 13 – первая декада сентября.

Оценивали среднесуточную температуру и сумму среднесуточных температур. График зависимости скорости развития генотипов от суммы среднесуточных температур, определение нижнего температурного предела развития («по-

Результаты и обсуждение

Для всех изученных гибридов достоверная обратная зависимость установлена между продолжительностью периода «всходы – образование корзинки», «образование корзинки – цветение», с одной стороны, и среднесуточными температурами за период, средними максимальными температурами за период и средними минимальными температурами за период с другой. Коэффициенты корреляции между продолжительностью периода «всходы – образование корзинки» и среднесуточными температурами находились в пределах от –0,545 до –0,842, между

роговая» температура) и минимальных сумм эффективных температур строили согласно методике [12]. Для статистической обработки опытных данных использовали пакеты StatSoft Statistica 6.0 и Microsoft Office Excel 2007.

периодом «образование корзинки – цветение» и среднесуточными температурами – от –0,410 до –0,887. У всех гибридов, за исключением гибрида Богун, абсолютные значения коэффициентов корреляции по признаку «образование корзинки – цветение» превысили значения коэффициентов корреляции по признаку «всходы – образование корзинки».

Достоверная обратная корреляция между периодом «цветение – физиологическая спелость» и температурными параметрами периода найдена у гибридов Максимум ($r = -0,662$ для

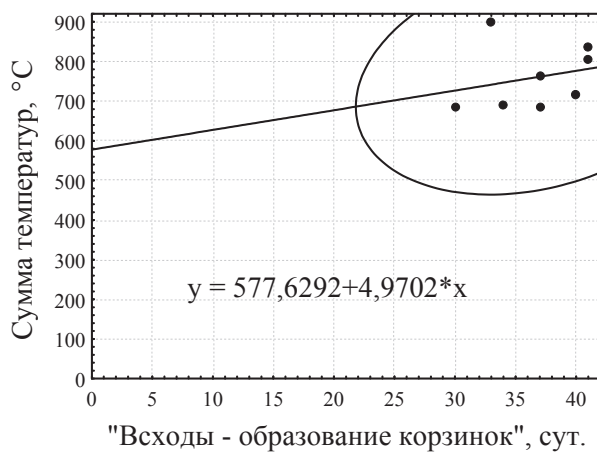
корреляции со среднесуточной температурой, $r = -0,536$ для корреляции со средней максимальной температурой, $r = -0,621$ для корреляции со средней минимальной температурой), Квин ($r = -0,742$, $r = -0,737$, $r = -0,661$), Оскил ($r = -0,535$, $r = -0,522$, $r = -0,477$), Псёл ($r = -0,571$, $r = -0,536$, $r = -0,576$).

Линейные уравнения зависимости продолжительности межфазных периодов от сумм среднесуточных температур строили для признаков с установленной достоверной корреляцией («всходы – образование корзинки», «образование корзинки – цветение»). Исходные для вычислений данные, результаты вычисления пороговых температур развития и минимальных сумм эффективных температур приведены в таблице.

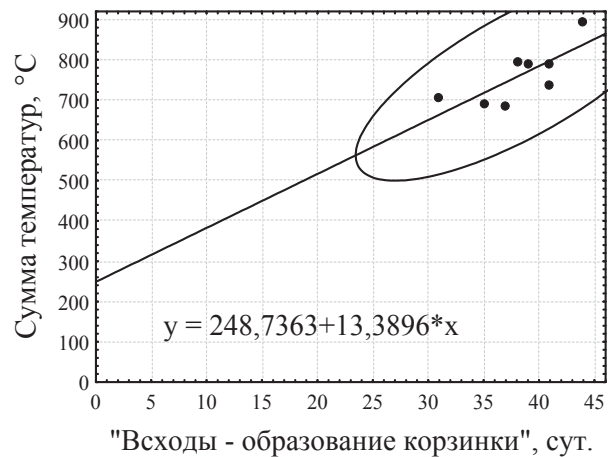
Для всей выборки гибридов характерна большая продолжительность периода «всходы – образование корзинки» по сравнению с периодом «образование корзинки – цветение»; соответственно, для прохождения периода требовалась большая сумма температур. В среднем по годам исследований, период «всходы – образование корзинки» был в 1,5–1,7 раза продолжительнее, чем период «образование корзинки – цветение». По продолжительности периодов и, а также сумме среднесуточных температур за период в среднем за годы исследований достоверность различий между гибридами не установлена (на основании значений ошибок средней). Это легко объяснить большой изменчивостью

продолжительности периодов, характерной для отдельных гибридов, по годам. Например, период «всходы – образование корзинки» гибрида Зорепад изменялся от 31-х суток в 2007 году до 44-х суток в 2009 году; разница составляет порядка 30 % от средней многолетней продолжительности периода. В то же время дифференциация гибридов по продолжительности вегетации существенно зависит от годовых особенностей теплового режима, и может нивелироваться сезонным характером распределения тепла по межфазным периодам до малозначительных между генотипами различий [13].

При попарном сравнении выделены гибриды, отличающиеся пониженной пороговой температурой роста, которые требуют большую сумму эффективных температур, необходимую для перехода к следующей фазе развития. Это гибриды Ясон, Романс (по обоим расчетным периодам) и Максимус (по периоду «всходы – образование корзинки»). Так, пороговая температура периода «всходы – образование корзинки» гибрида Романс составила $5,0 \pm 2,3^\circ\text{C}$, периода «образование корзинки – цветение» $6,5 \pm 2,5^\circ\text{C}$. Для сравнения, пороговые температуры этих же периодов у гибрида Дарий составили $13,4 \pm 1,2^\circ\text{C}$ и $10,8 \pm 1,4^\circ\text{C}$. Графики и уравнения регрессии гибридов Романс и Дарий для периода «всходы – образование корзинки» представлены на рис. 2.



А



Б

Рис. 2. Температурные характеристики периода «всходы – образование корзинки» гибридов подсолнечника Романс (А) и Дарий (Б), 2005–2012 гг.

Таблица. Продолжительность и температурные показатели межфазных периодов гибридов подсолнечника, 2005–2012 гг.

№ п/п	Гибрид	Период «всходы – образование корзинок»				Период «образование корзинок – цветение»			
		продолжительность, сут.	сумма суточных температур, °С	пороговая температура, °С	минимальная сумма эффективных температур, °С	продолжительность, сут.	сумма суточных температур, °С	пороговая температура, °С	минимальная сумма эффективных температур, °С
1	Оскил	35,3±3,6	695,2±46,3	9,1±1,0	374,4	20,6±3,3	435,4±41,4	10,3±1,1	223,3
2	Кий	35,4±3,6	698,3±49,5	9,6±1,0	359,1	20,6±3,1	436,0±35,5	9,0±1,1	251,1
3	Ясон	39,0±4,5	709,9±55,7	7,7±1,1	408,5	17,8±3,2	443,2±34,8	6,2±1,8	333,5
4	Ковчег	35,9±3,6	710,9±51,1	10,4±1,0	336,4	21,3±3,1	450,2±35,3	8,5±1,1	269,7
5	Этюд	35,9±4,3	711,6±71,6	13,5±1,1	226,4	21,0±3,6	445,8±43,5	10,1±1,1	234,6
6	Боец	36,0±4,2	716,2±63,8	12,2±1,0	277,3	21,3±3,3	452,0±40,9	10,1±1,1	237,6
7	Богун	35,6±3,7	719,9±56,9	10,4±1,1	349,7	22,6±2,8	433,2±80,8	8,8±3,6	233,7
8	Эней	36,3±3,4	722,0±51,9	10,4±1,0	343,7	21,5±3,6	457,0±50,2	11,4±1,4	212,5
9	Квин	37,8±4,5	754,5±65,0	11,8±0,9	308,6	21,8±3,4	467,1±39,1	9,7±0,9	256,9
10	Романс	36,6±4,0	759,7±80,4	5,0±2,3	577,6	21,4±3,1	468,2±53,8	6,5±2,5	330,2
11	Дарий	38,3±4,0	760,9±71,0	13,4±1,2	248,7	21,9±3,3	472,9±47,4	10,8±1,4	235,6
12	Форвард	38,4±3,4	766,9±51,5	10,0±1,0	382,4	22,1±3,3	477,1±42,4	10,2±1,2	251,6
13	Максимус	39,0±3,8	774,7±39,0	7,8±0,7	470,8	22,6±2,9	500,0±42,5	12,4±1,0	220,6
14	Зорепад	39,1±4,3	781,5±58,2	10,8±0,9	360,9	22,3±3,4	484,3±42,7	11,0±0,9	238,4
15	Псёл	39,1±3,8	785,5±63,4	12,0±1,1	316,9	22,5±3,1	486,8±41,4	9,5±1,3	273,5

Выводы

Сокращение продолжительности периодов «всходы – образование корзинки» и «образование корзинки – цветение» с ростом температурных показателей отмечено по всем изученным гибридам. Для периода «цветение – физиологическая спелость» характерны особенности реак-

ции отдельных гибридов на температуру воздуха. Выделены гибриды, отличающиеся пониженной пороговой температурой роста, которые требуют для прохождения межфазных периодов большую сумму минимальных эффективных температур.

Литература

1. Aiken R.M. Applying thermal time scales to sunflower development // *Agron. J.* – 2005. – № 97. – P. 746–754.
2. Craufurd P. Q. Climate change and the flowering time of annual crops / P. Q. Craufurd, T. R. Wheeler // *Journal of Experimental Botany.* – 2009. – Vol. 60, No. 9. – P. 2529–2539.
3. Руднев Г. В. Агрометеорология. – Л.: Гидрометеиздат, 1973. – 344 с.
4. Новикова Л.Ю., Дюбин В.Н., Сеферова И.В. и др. Прогнозирование продолжительности вегетационного периода у сортов яровых зерновых культур в условиях изменения климата // *Сельскохозяйственная биология.* – 2012. – № 5. – С. 78–87.
5. Дьяков А.Б. Экология подсолнечника // *Подсолнечник: монография; под общей ред. акад. В.С. Пустовойта.* – М.: Колос, 1975. – С. 29–37.
6. Мельник Ю.С. Агрометеорологические показатели для прогноза темпов развития и оценки условий уборки подсолнечника // *Тр. Центрального института прогнозов.* – 1965. – Вып. 146. – С. 117–125.
7. Миусский П.Е. Агрометеорологические условия произрастания подсолнечника на Украине: автореф. дис. канд. географ. наук / П. Миусский. – М.: Центральный институт прогнозов, 1964. – 24 с.
8. Villalobos F.J., Ritchie J.T. The effect of temperature on leaf emergence rates of sunflower genotypes // *Field Crops Research.* – 1992. – Vol. 29, iss.1 – P. 37–46.
9. Seiler G.J. Influence of temperature on primary and lateral root growth of sunflower seedlings // *Environmental and Experimental Botany.* – 1998. – Vol. 40. – P. 135–146.
10. Sadras V.O., Hali A.J. Quantification of temperature, photoperiod and population effect on plant leaf area in sunflower crop // *Crop Res. J.* – 1988. – Vol. 18. – P. 185–196.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
12. ШигOLEV А.А. Методика составления фенологических прогнозов: сб. методич. указаний по анализу и оценке сложившихся и ожидаемых агрометеорологических условий. – Л.: Гидрометеиздат, 1957. – С. 5–18.
13. Макляк К.М. Оценка продолжительности вегетационного периода гибридов подсолнечника в годы с разным температурным режимом // *Досягнення і проблеми генетики, селекції та біотехнології: збірник наукових праць ІХ з'їзду Укр. т-ва генетиків і селекціонерів ім. М.І. Вавилова.* – К.: Логос, 2012. – Т. 3. – С. 478–483.

MAKLYAK E. N., KYRYCHENKO V. V.

Plant Production Institute nd.a. V.Ya. Yuriev of NAAN

Ukraine, 61060, Kharkiv, Moskovskiy prospect, 142, e-mail: yuriev1908@gmail.com

SPECIFICS OF RESPONSE OF SUNFLOWER HYBRIDS TO INTERPHASE PERIOD TEMPERATURE REGIME

Aims. The aim of investigation is to study the effect of a temperature regime on the duration of interphase periods and to reveal the possible parameters of hybrid temperature characteristic using a new breeding material. **Methods.** Field evaluation of sunflower hybrids carried out via a competitive trial and determination of interphase period duration. **Results.** It has been revealed a negative correlation between the duration of interphase periods and temperature indicators. But some hybrids had their individual peculiarities. Hybrids possessed the low temperature threshold of the development have been selected. **Conclusions.** It has been recommended to use a low temperature threshold of a development and a correlation between a «flowering – physiological maturation» period duration and temperature indicator of periods.

Key words: sunflower, hybrids, interphase periods, temperature.