

УДК 582.991.1+631.559]:581.543

Влияние метеорологических условий на фенологию и технические характеристики календулы *Calendula officinalis* сорта 'Райский Сад' в условиях Среднего Поволжья

Никифорова О. И.¹, Сетин В. Н.¹, Загорянский А. Н.¹, Сергеев М. С.², Быстрова Е. Д.²

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений
пос. Антоновка, Сергиевский р-н, Самарская область, Россия
svf_vilar@bk.ru

² Научно-исследовательский институт садоводства и лекарственных растений «Жигулёвские сады»
Самара, Россия
golden-apple08@mail.ru

В работе предоставлены данные о зависимости календулы *Calendula officinalis* сорта 'Райский Сад' от внешней среды. Выращивание проходило в открытом грунте. Сравнение проводили с сортом – 'Кальта' и сортом 'Золотое море'. Исследования выполнялись на базе Средне-Волжского филиала ФГБНУ ВИЛАР (Самарская область, Сергиевский район, пос. Антоновка) по методике, признанной ФГБУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений». Предмет исследования – изучение взаимосвязи фенологических изменений нового сорта в условиях климата Среднего Поволжья. Цель исследования – оценка воздействия климатических факторов на итоговые технические характеристики календулы *Calendula officinalis* сорта 'Райский Сад'. Исследования проводились в вегетационные периоды 2019 и 2020 годов. Оценка продуктивности осуществлялась по диаметру соцветий, весу соцветий, общей урожайности. Все фенологические стадии регистрировались и сопоставлялись с местными метеорологическими условиями. Анализ климатических условий проводился по методике, одобренной Ученым советом Ленинградского гидрометеорологического института. Использовались показатели: гидротермический коэффициент Селянинова, среднесуточные температуры, суммы активных температур. В результате исследований установлено, что основным лимитирующим фактором является крайне неустойчивые внешние условия, которые в свою очередь оказывают совершенно разное действие в различные фенологические фазы. В частности, для климата Среднего Поволжья, как для засушливой зоны, один из необходимых показателей, влияющим на пригодность выращивания сорта, является засухоустойчивость.

Ключевые слова: засухоустойчивость, *Calendula officinalis*, сорт 'Райский сад', гидротермический коэффициент, температура, урожайность, осадки.

ВВЕДЕНИЕ

Сырье *Calendula officinalis* – востребовано фармацевтической, пищевой и косметической промышленностью. Состав богат на химические вещества: флавоноиды, ксантофиллы, каротиноиды, кумариды, сапонины, спирты, стероиды (Воскресенская, 2017). Препараты на основе цветков данного растения обладают широким спектром биологической активности, включая противовоспалительное, спазмолитическое, желчегонное, противомикробное, успокаивающее, противоотечное, противотоксическое, гипосенсибилизирующее, антимикотическое, репаративное, противовирусное, ранозаживляющее действие (Исмагилов, Костылев, 2000; Афанасьева, Куркина, 2014). Значительное количество фармакологических свойств указывает на то, что *C. officinalis* по праву считается высокоперспективным ресурсом новых лекарственных препаратов.

Род *Calendula* L. – включает около 30 видов травянистых растений родом из Средиземноморья. Он распространен на Евразийском континенте в культуре, иногда дичает (Саксонов, Сенатор, 2011). Появление растения в дикой форме, позволяет сделать вывод об устойчивости к засушливому климату Среднего Поволжья, что позволяет продолжать селекционную работу.

В 2017–2019 годы на Средне-Волжском филиале проходил испытание новый сорт *Calendula officinalis* 'Райский сад'.

Цель исследования – изучить взаимосвязи фенологических изменений нового сорта *Calendula officinalis* 'Райский сад' в условиях климата Среднего Поволжья и дать оценку воздействия климатических факторов на итоговые технические характеристики данного сорта.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования выполнялись на базе Средне-Волжского филиала ФГБНУ ВИЛАР (Самарская область, Сергиевский район, пос. Антоновка) по методике, признанной ФГБУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» (далее Госсорткомиссия). Сравнение проводили с сортом – 'Кальта' и сортом 'Золотое море'. При проведении испытаний, новый сорт получил положительный результат: 'Райский сад' хорошо переносит засушливые условия. Исследования проводились в вегетационные периоды 2019 и 2020 годов. Оценка продуктивности проводилась по диаметру соцветий, весу соцветий, общей урожайности. Все фенологические стадии регистрировались и сопоставлялись с местными метеорологическими условиями.

Анализ климатических условий проводился по методике, одобренной Ученым советом Ленинградского гидрометеорологического института (Серякова, 1971). Использовались показатели: гидротермический коэффициент Селянинова (далее ГТК), среднесуточные температуры, суммы активных температур.

Общие климатические условия, достаточно типичны для Самарской области. Положение опытного поля находится в засушливой зоне. Среднегодовое количество осадков составляет 450 мм. Средняя температура января – 14 °С. В июле воздух, в среднем, прогревается до +20,5 °С. Средняя высота снежного покрова составляет 30 см и держится 150 дней.

Посев производился в апреле 2019 и 2020 года. Норма высева составила 8 кг/га, способ посева широкорядный (междурядья 45 см). Площадь делянки – 12 м². Глубина посева – 3–4 см. Почва опытного участка: чернозем типичный, среднегумусный, среднемощный. Механический состав – тяжелосуглинистый.

Исследуемый сорт занесен в реестр Госсорткомиссии в 2017 году. Охарактеризован как устойчивый к основным заболеваниям. Рекомендуются для возделывания на лекарственное сырье. Морфология растения представлена типичной для семейства астровые: монокарпик, стебель прямостоячий, листорасположение очередное, цветы собраны в крупные одиночные ботрические соцветия корзинки. Растение высотой (55–56 см), с большим количеством махровых соцветий. Стебель опушенный. Листья зеленые, удлинненно-обратнояцевидные. Соцветие – корзинка с оранжевой окраской язычковых и трубчатых цветков. Урожайность сухого сырья варьирует в зависимости от погодных условий – от 11,2 до 20,1 ц/га. (Сидельников и др., 2016).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Значение ГТК, за вегетационный период 2019 года, составило 0,85, что незначительно выше нормы по Сергиевскому району (Шестрюков и др., 2006). Данный показатель причисляет климатические условия к засушливой зоне (Доспехов, 1985). Гидроклиматические условия за вегетационный период 2019 года представлены в таблице 1.

Общее количество осадков выше нормы на 24 %. Наиболее влагообеспеченный месяц – август, что соответствует фазам семяобразования и созревания семян. Сентябрь из расчетов исключен, так как конец вегетационного периода для календулы лекарственной наступил в первой декаде месяца.

Значение ГТК за вегетационный период 2020 года, составило 0,76, что говорит о более низкой влагообеспеченности, чем в предыдущем году. Гидроклиматические условия за вегетационный период 2020 года представлены в таблице 2.

Таблица 1

Гидроклиматические условия местности в вегетационный период 2019 года

Месяц	ГТК	$t_{\text{сред}}$	t_{max}	t_{min}	ΣRRR
Май	0,90	16,2	32,6	-0,1	42,9
Июнь	0,47	18,9	33,2	6,1	26,9
Июль	0,61	19,2	29,9	8,6	36,8
Август	1,40	16,5	33,4	33,3	71,7
Среднее	0,85	17,7	-	-	-
Сумма осадков			178,3		

Примечания к таблице: $t_{\text{сред}}$ – среднемесячная температура; t_{max} – максимальная температура; t_{min} – минимальная температура; RRR – количество выпавших осадков.

Таблица 2

Гидроклиматические условия местности в вегетационный период 2020 года

Месяц	ГТК	$t_{\text{сред}}$	t_{max}	t_{min}	ΣRRR
Май	1,20	14,8	28,7	1,2	14,4
Июнь	0,66	17,0	27,9	5,2	35,6
Июль	0,55	23,3	36,3	6,1	39,7
Август	0,64	17,9	33,3	6,6	34
Среднее	0,76	18,2	-	-	-
Сумма осадков			123,7		

Сумма осадков, выпавших за вегетационный период 2020 года меньше нормы и меньше чем в 2019 году. 2020 год, в целом – теплее предыдущего, однако осадки распределены более равномерно.

В 2019 году посев был произведен в конце 2 декады апреля, первые всходы появились через 17 дней, массовые начались через 24 дня, то есть через 7 дней после начала всходов. Продолжительное время, до появления первых всходов, объясняется тем, что последующая после посева декада апреля была холодная, средняя температура +6,6 °С. Регистрировались кратковременные заморозки. Однако теплая погода 1 и 2 декады мая (средняя температура +16,3 °С, так же регистрировались температуры выше +25 °С) позволила за 6 дней перейти к фазе массовых всходов. Сумма биологически активных температур на дату начала всходов составила 99,9 °С; на дату начала массовых всходов – 252,1 °С.

В 2020 году посев был произведен в конце 3 декады апреля. Первые всходы начались в два раза раньше, чем в 2019 году – через 9 дней. Массовые всходы зарегистрированы через 14 дней после посева. Поздний срок посева, в условиях более устойчивых биологически активных температур (далее БАТ) позволил ускорить срок прорастания семян. Однако сумма биологически активных температур на дату начала всходов, меньше на 17,5 % и составила – 101,7 °С. Сумма БАТ от посева, до наступления массовых всходов составила 197,9 °С. Наличие более низкого количества БАТ и более активной всхожести объясняется практически непрерывностью действия температур выше +10 °С (рис. 1).

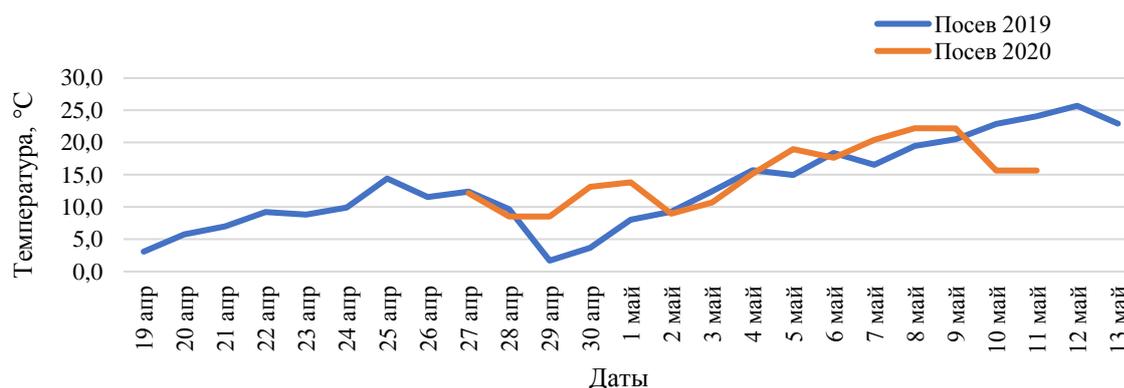


Рис. 1. Динамика среднесуточных температур при прорастании семян календулы сорта 'Райский Сад' за 2019 и 2020 годы

Из рисунка 1 видно, что прохождение фазы прорастания семян в 2020 году в целом прошла быстрее. Если в 2019 году, от прорастания семян, до всходов прошло 24 дня, то в 2020 году, всего 14 дней. Важно отметить, что май и апрель 2020 года, в целом были более влагообеспечены горизонтальными осадками, чем в 2019 году.

Развитие розетки листьев в 2020 году, в целом происходило активнее. Однако развитие первой пары листьев происходило медленнее, чем в 2019 году (табл. 3). Продолжительность явления связана со сравнительно невысоким температурным обеспечением: средняя температура между фенологическими событиями в 2019 году +20,1 °С; в 2020 +15,1 °С.

Таблица 3

Развитие розетки листьев календулы сорта 'Райский Сад' за 2019 и 2020 годы

2019 год			
Фенологическое событие	Дата	Число дней от...	
		начала всходов	массовых всходов
1-я пара листьев	17.05.2019	11	4
2-я пара листьев	27.05.2019	21	16
3-я пара листьев	03.06.2019	28	23
Формирование розетки листьев	14.06.2019	39	28
2020 год			
Фенологическое событие	Дата	Число дней от...	
		начала всходов	массовых всходов
1-я пара листьев	18.05.2020	12	7
2-я пара листьев	22.05.2020	16	11
3-я пара листьев	29.05.2020	23	18
Формирование розетки листьев	03.06.2020	28	23

Из данных таблицы 3 виден последующий скачок фенологической активности: в 2020 году, от начала всходов до регистрации второй пары настоящих листьев, прошло 16 дней, тогда как в 2019 году – 21 день. При среднесуточных температурах, различающихся не в пользу 2020 года, максимальные температуры были выше. Последующий теплый июль определил более быстрое развитие розетки листьев.

Фаза бутонизации в 2019 и 2020 году произошла в одинаковый срок с разницей в один день, в пользу 2020 года (рис. 2). Начало цветения зарегистрировано в одинаковые числа, длительность цветения продолжалось одинаково. Начало семяобразования в 2020 году зарегистрировано на 4 дня раньше.

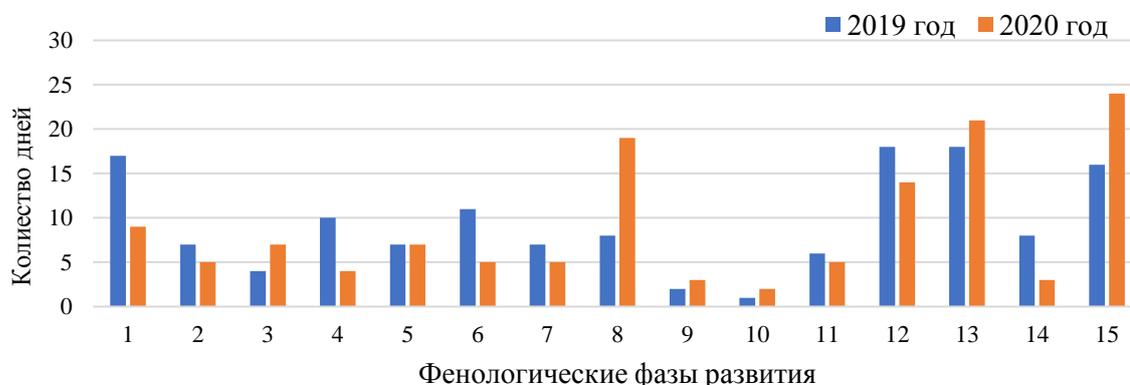


Рис. 2. Сравнение скорости прохождения фенологических фаз календулы сорта 'Райский Сад' за 2019 и 2020 годы

Фазы: 1 – начала всходов; 2 – массовые всходы; 3 – 1я пара настоящих листьев; 4 – 2я пара настоящих листьев; 5 – 3я пара настоящих листьев; 6 – розетка листьев; 7 – рост стебля; 8 – начало бутонизации; 9 – массовая бутонизация; 10 – начало цветения; 11 – массовое цветение; 12 – начало семяобразования; 13 – массовое семяобразование; 14 – начало созревания семян; 15 – массовое созревание семян.

Из данных рисунка 2 видно, что прохождение фенологических фаз в 2020 году в целом проходило быстрее. Однако последняя фенологическая фаза (созревание семян) проходила в два раза медленнее. Замедление вызвано недостаточным влагообеспечением. Гидротермический коэффициент составил в августе 2020 – 0,6, а в августе 2019 – 1,4 (табл. 1, 2).

Показатели урожайности (табл. 4), в 2019 году выше, чем в 2020 году, за счет большей сохранности растений. Однако средний вес одного соцветия заметно ниже, что объясняется менее благоприятными метеорологическими условиями во время фазы бутонизации и сниженной конкуренционной активностью.

Таблица 4

Характеристика продуктивности календулы сорта 'Райский Сад' в 2019 году

Повторность	Густота	Высота, см	Соцветия			Семена		
			Средний диаметр, см	Вес с 1го растения, г		Урожайность ц/га	Вес с 1го растения, г	Урожайность, ц/га
				сырой	сухой			
1	21	36,5	4,45	18,4	3,2	15,2	4,3	20,1
2	22	39,6	3,80	16,3	3,0	14,5	4,3	19,7
3	21	42,2	4,45	22,6	4,1	19,1	3,5	16,4
4	23	40,2	4,23	17,7	3,1	16,3	3,7	18,8

В 2020 году, более засушливые условия усилили процесс изреживания, что отобразилось на общем показателе урожайности. Сухой вес соцветия в среднем, почти в два раза выше аналогичного показателя за прошлый год (табл. 5).

Таблица 5

Характеристика продуктивности календулы сорта 'Райский Сад' в 2020 году

Повторность	Густота	Высота, см	Соцветия			Семена		
			Средний диаметр, см	Вес с 1го растения, г		Урожайность, ц/га	Вес с 1го растения, г	Урожайность, ц/га
				сырой	сухой			
1	13	45,9	3,8	27,4	6,0	17,4	3,7	10,6
2	14	47,9	3,6	22,4	5,1	15,9	3,1	9,5
3	13	46,6	3,6	29,3	6,4	18,5	2,9	8,4
4	12	47,6	3,0	30,5	6,9	18,5	3,4	8,9

Общий показатель урожайности сырья календулы (в абсолютно сухом весе) соответствует стандарту лишь в 2019 году. Показатель урожайности сухого сырья при стандартной влажности в 2020 году, практически в два раза ниже нормы. Средняя высота за все годы исследования, лишь в 2020 году подошла к заявленному показателю.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Климатические условия Среднего Поволжья, обостряются современными тенденциями к аридизации климата (Переведенцев и др., 2012), что влечет за собой снижение технической ценности и общих показателей урожайности.

Наступление фенофаз и продолжительность межфазных периодов у календулы зависит от погодных условий, сроков посева (Гущина и др., 2014). По средним показателям 2020 год (табл. 1, 2) не сильно отличается по общим показателям ГТК, однако определенные метеорологические условия в определенные периоды увеличивают или уменьшают скорость прохождения определенных фенологических стадий, что в конечном итоге влияет на выход сырья. Наиболее неблагоприятный год – 2020, так как продолжительная засуха была непосредственно в фазы бутонизации, семяобразования и созревания семян. Метеорологические условия 2019 года лишь затормозили процесс, а высокое влагообеспечение в фазы бутонизации и семяобразования, положительно отразились на урожайности сырья.

Список литературы

- Афанасьева П. В., Куркина А. В. Перспективы комплексного использования сырья календулы лекарственной (*Calendula officinalis* L.) // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. – Т. 16, вып. 5 (2). – С. 980–982.
- Воскресенская М. Л., Плеханов А. Н., Мондодоев А. Г., Цыремпилов С. В. Фармакотерапевтическая эффективность календулы лекарственной // Вестник БГУ. Медицина и фармация. – 2017. – С. 73–78.
- Гущина В. А., Тимошкин О. А., Вельмисева Л. Е., Вельмисева Е. Н. Приемы возделывания календулы лекарственной на сырье в условиях лесостепи Среднего Поволжья // Нива Поволжья – 2014. – Вып. 1. С. 35–41.
- Доспехов Б. А. Методика полевого опыта 5–е изд. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- Исмагилов Р. Р., А. Костылев Д. А. Календула. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2000. – 102 с.
- Сидельников Н. И., Хазиева Ф. М., Грязнов М. Ю., Коротких И. Н., Тощая С. А., Свистунова Н. Ю., Морозов А. И. Каталог сортов лекарственных и ароматических растений ФГБНУ ВИЛАР. – Москва, 2016. – С. 11–12.
- Переведенцев Ю. П., Важнова Н. А., Наумов Э. П., Шанталинский К. М., Шарипова Р. Б., Современные тенденции изменения климата в Приволжском федеральном округе // Георесурсы. 2012. – Вып. 6. – С. 19–24.
- Саксонов С. В., Сенатор С.А. Путеводитель по Самарской флоре (1851–2011). – Тольятти: Кассандра, 2012. – 511 с.
- Серякова Л. П. Метрологические условия и растения (учебное пособие по агрометеорологии) / [Ред. Ю. П. Андрейкова]. – Типография ВВМУПП им. Ленинского комсомола, 1971. – 77 с.
- Шерстюков Б. Г., Разуваев В. Н., Ефимов А. И. Климат Самарской области и его характеристики для климатозависимых отраслей экономики. – Самара: Приволжское УГМС: ВНИИГМИ-МЦД, 2006. – 168 с.

Nikiforova O. I., Setin V. N., Zagoryansky A. N., Sergeev M. S., Bystrova E. D., Influence of meteorological conditions on the phenology and technical characteristics of *Calendula officinalis* of the 'Paradise Garden' variety in the conditions of the Middle Volga region // Ekosistemy. 2021. Iss. 27. P. 146–152.

The paper provides data on the dependence of calendula *Calendula officinalis* of the 'Paradise Garden' variety on the environment. The cultivation took place in the open ground. The studied variety was compared with the varieties 'Kalta' and 'Golden Sea'. The research was made on the basis of the Sredne-Volzhsky branch of the VILAR Federal State Budgetary Research University (Samara region, Sergievsky district, village Antonovka) according to the methodology recognized by the Federal State Budgetary Institution "State Commission of the Russian Federation for Testing and Protection of Breeding Achievements". The subject of the research is the study of the relationship of phenological changes of a new variety in the climate of the Middle Volga region. The purpose of the study is to assess the impact of climatic factors on the final technical characteristics of calendula *Calendula officinalis* of the 'Paradise Garden' variety. The research was conducted during the growing seasons of 2019 and 2020. Productivity was assessed by the diameter and the weight of the inflorescences, and the total yield. All phenological stages were recorded and compared with local meteorological conditions. The analysis of climatic conditions was carried out according to the methodology approved by the Scientific Council of the Leningrad Hydrometeorological Institute. The following indicators were used: Selyaninov hydrothermal coefficient, average daily temperatures, sums of active temperatures. As a result, it was revealed that the main limiting factor was extremely unstable external conditions, which in turn had a completely different effect in different phenological phases. In particular, drought resistance is supposed to be one of essential indicators affecting the suitability of a cultivated variety for the arid climate of the Middle Volga region.

Key words: drought resistance, *Calendula officinalis*, variety 'Paradise Garden', hydrothermal coefficient, temperature, yield, precipitation.

Поступила в редакцию 28.06.21

Принята к печати 29.09.21