

УДК 631.71:631.529:631.527  
DOI: 10.25684/NBG.scbook.146.2018.10

## РЕАКЦИЯ МНОГОЛЕТНИХ ЭФИРОМАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР НА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА

Светлана Павловна Корсакова

Никитский ботанический сад – Национальный Научный центр РАН, г. Ялта  
298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита  
E-mail: Korsakova2002@mail.ru

На основе многолетних мониторинговых исследований определена реакция традиционных и перспективных для возделывания многолетних эфиромасличных культур на воздействие погодно-климатических факторов в условиях Южного берега Крыма. Проведен сравнительный анализ видов растений по вариабельности сроков наступления фенологических фаз и дана оценка степени адаптационного потенциала. Исследована многолетняя динамика и выявлены тенденции современных изменений факторов среды, лимитирующих синтез и накопление эфирного масла в период цветения *Thymus vulgaris* L., *Thymus mastichina* L. и *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.

**Ключевые слова:** эфиромасличные культуры; фенологическая фаза; изменения климата; лимитирующие факторы среды

### Введение

Производство эфиромасличных культур является одним из перспективных направлений Республики Крым. Эфирные масла и другие продукты, получаемые из эфиромасличного сырья, широко используются в парфюмерно-косметическом, ликероводочном, фармацевтическом, лакокрасочном производствах, пищевой промышленности [2]. Практически все эфиронсы – лекарственные растения, которые находят применение, как в народной, так и в официальной медицине, ароматерапии, ветеринарии [15, 16]. Они являются также сырьевой базой для пчеловодства. Отходы эфиромасличного производства могут использоваться в качестве добавки в корма в животноводстве, в промышленном рыбоводстве [10].

Природно-климатические условия Крыма благоприятны как для селекции и семеноводства большого перечня эфиромасличных культур, так и для получения продукции высокого качества в производственном масштабе [10, 11]. Однако, максимальная эффективность эфиромасличного производства возможна лишь на основании реализации принципов адаптивно-ландшафтного земледелия [5]. Особенно важно при этом учитывать природно-климатические риски, обусловленные тем, что ухудшающиеся погодно-климатические условия становятся важнейшим фактором нестабильности сельского хозяйства республики [9]. Колебания погодных условий оказывают влияние на динамику роста и развития эфиромасличных культур, их биохимические реакции и физиологические процессы, и как следствие – на продуктивность, качество сырья и объемы производства.

Актуальной задачей современного растениеводства является его адаптация к наблюдающимся изменениям климата, оптимизация региональной видовой и сортовой структуры [4, 13]. Особое место в изучении процессов жизнедеятельности растений для практического использования результатов в растениеводстве занимают проблемы периодичности и ритмичности роста, наиболее точно характеризующие степень адаптивности и чувствительности важнейших жизненных функций к непрерывно меняющимся условиям среды. Фенологическое развитие является важным интегральным показателем биологических особенностей растений, закрепленных в

генотипе, отражает их экологическую реакцию на воздействие абиотических факторов среды.

Количественные характеристики реакции эфиромасличных растений на меняющиеся погодно-климатические условия, соответствие условий погоды требованиям культуры в критический период синтеза и накопления эфирного масла, их многолетняя динамика и тенденции необходимы для долгосрочной оценки воздействия возможных климатических изменений на продуктивность эфирносонов, разработке мер адаптации к ним регионов выращивания для дальнейшего динамичного развития отрасли.

Цель – оценить реакцию традиционных и перспективных для возделывания многолетних эфиромасличных культур на воздействие погодно-климатических условий Южного берега Крыма, исследовать многолетнюю динамику и выявить тенденции современных изменений факторов среды, лимитирующих синтез и накопление эфирного масла в период их цветения.

### Материал и методы исследований

В сопряженный с погодно-климатическими показателями статистический анализ включены сроки наступления основных фаз развития эфиромасличных культур на Южном берегу Крыма (ЮБК) за период 1980 – 2017 гг. (*Thymus vulgaris* L.), 1980 – 2010 гг. (*Thymus mastichina* L.), 1955 – 2017 гг. (*Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel.). Анализировались полученные автором многолетние данные (с 1995 по 2017 гг.), обобщенные в монографии «Интродукция и селекция видов рода *Thymus* L. (биология, экология, биохимия)» [7] и архива агрометеорологической станции «Никитский сад» (*L. x intermedia* за 1955 – 1994 гг.). Фенологические наблюдения проводились по единой методике и программе [8] с некоторыми изменениями и дополнениями применительно к культуре.

Использовалась информация агрометеостанции «Никитский сад», опубликованная в декадном агрометеорологическом бюллетене (форма ТСХ-8). Данная агрометеорологическая станция расположена на территории Никитского ботанического сада – Национального научного центра (НБС-ННЦ) в непосредственной близости от опытных участков.

Обработка данных проводилась с помощью пакета MS Excel 2010, включающего стандартные методы математической статистики для анализа рядов наблюдений. Значимость корреляционных отношений определялась по критерию Пирсона. Достоверность значений проверялась с помощью критерия Стьюдента.

### Результаты и их обсуждение

Способность растений избегать экологического стресса, изменяя ритмы роста и развития, рассматривается как важный механизм их устойчивости к неблагоприятным факторам среды. Наступление сроков морфологических и функциональных новообразований у растений зависит от множества метеорологических факторов и экологических условий произрастания. Сроки наступления фенодат можно рассматривать как адаптацию между генетическими требованиями вида и экологическими условиями местообитания. О степени их изменчивости и устойчивости эфирносонов в меняющихся погодно-климатических условиях с достаточной достоверностью позволяет судить показатель среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ), адекватно оценивающий вариабельность (пластичность) сезонных процессов и отражающий степень консерватизма растений [3].

Результаты многолетнего феномониторинга показали, что феноритмы изучаемых культур на ЮБК подвержены значительным колебаниям (рис. 1А – 3А,

табл. 1 – 3). Наибольшей вариабельностью у всех видов характеризовалась фенофаза весеннего отрастания, наименьшей – массового цветения.

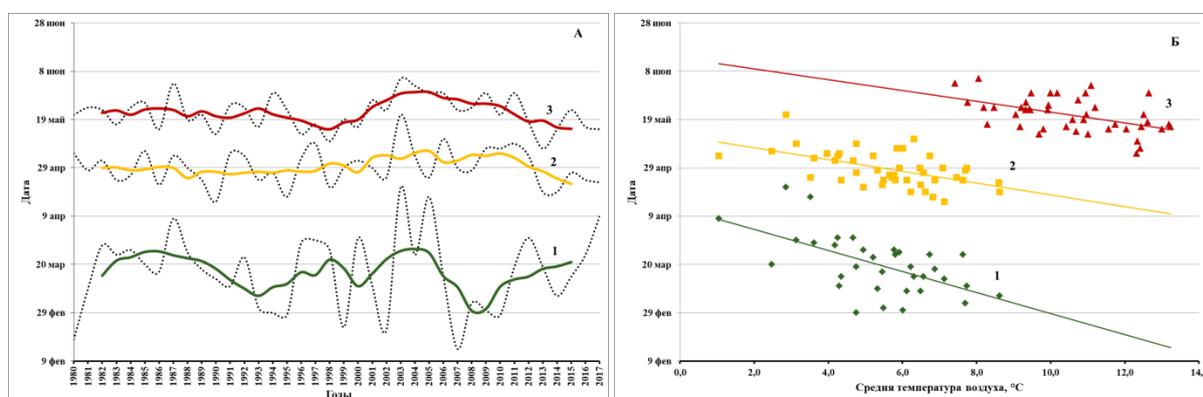
Таблица 1

**Степень стабильности сроков наступления фаз вегетации *Thymus vulgaris* L. в условиях Южного берега Крыма**

Период, годы	Фаза развития								
	Весеннее отрастание			Бутонизация			Массовое цветение		
	Средняя дата	$\sigma$	$\Delta$	Средняя дата	$\sigma$	$\Delta$	Средняя дата	$\sigma$	$\Delta$
1980 – 2017	16.03	15,8		29.04	7,4		21.05	6,8	
1981 – 1990	22.03	8,2	6	27.04	6,2	-2	21.05	6,1	0
1991 – 2000	14.03	14,8	-2	29.04	6,9	0	19.05	6,1	-2
2001 – 2010	13.03	22,3	-3	3.05	8,2	4	27.05	4,9	6
2011 – 2017	22.03	10,8	6	26.04	7,6	-3	17.05	7,2	-4

Примечание

Здесь и далее:  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение;  $\Delta$  – отклонение от среднего многолетнего в днях



**Рис. 1 Межгодовая изменчивость сроков наступления основных фаз развития *Thymus vulgaris* L. (А) и их связь с температурой воздуха (Б) на Южном берегу Крыма**

Примечание: фазы развития: 1 – весеннее отрастание; 2 – бутонизация; 3 – массовое цветение.

Выделенные smoothed кривые на рис. А получены 5-летним скользящим осреднением

Средние сроки начала весеннего отрастания у чабрецов (*Th.vulgaris*, *Th.mastichina*) на ЮБК приходятся на середину марта и наибольшее влияние на них оказывает устойчивое повышение температуры воздуха до 5°C [7]. Исследование динамики временных границ климатических сезонов на Южном берегу Крыма в условиях изменения климата, проведенное нами ранее показало, что даты перехода температур воздуха через 5°C весной на ЮБК наиболее неустойчивы во времени, что, вероятно, связано с непосредственной близостью к морю и его охлаждающим воздействием. На рубеже XX – XXI веков началось активное смещение этих дат на более ранние сроки и большая межгодовая вариабельность их продолжается в настоящее время. Наиболее сильные отрицательные аномалии отмечались в 2002 и в 2007 годах. Как следствие усиления амплитуд колебания дат перехода через 5°C, в 10-летний период 2001 – 2010 гг. наблюдались максимальные значения среднеквадратического отклонения фенофазы весеннего отрастания (см. табл. 1 – 2, см. рис. 1А – 2А). Однако после 2007 года при сохранении тенденции смещения данных пороговых температур на более ранние сроки, весеннее отрастание стало происходить позднее (см. табл. 1, см. рис. 1А). Можно предположить, что такая реакция на более раннее наступление весны и повышение температур в зимний период связана с потребностью пониженных температур в период относительного покоя для формирования генеративных побегов. Сдвиг на более позднее развитие, возможно

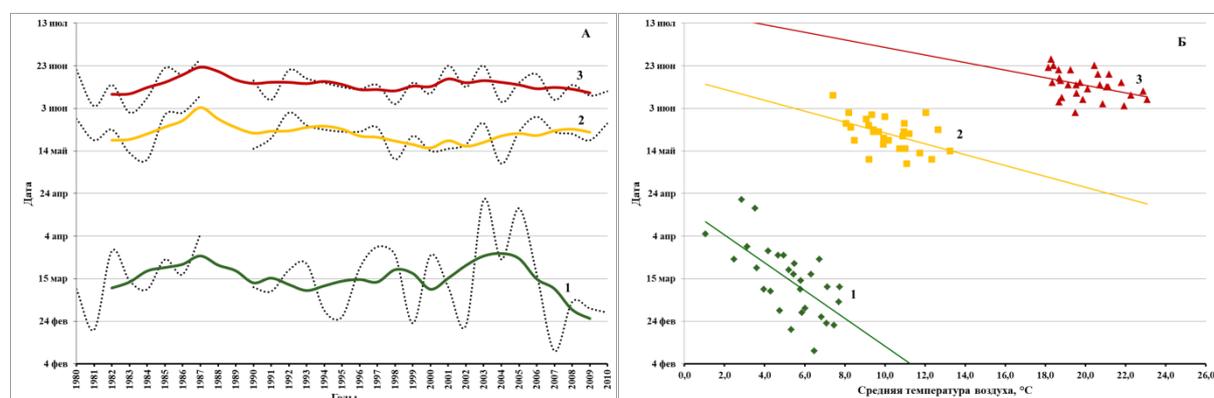
также связан с защитной реакцией растений на стрессовое воздействие поздних возвратных весенних заморозков, вероятность которых в современных условиях изменения климата на ЮБК усилилась.

**Таблица 2**  
**Степень стабильности сроков наступления фаз вегетации *Thymus mastichina* L. в условиях Южного берега Крыма**

Период, годы	Фаза развития								
	Весеннее отрастание			Бутонизация			Массовое цветение		
	Средняя дата	$\sigma$	$\Delta$	Средняя дата	$\sigma$	$\Delta$	Средняя дата	$\sigma$	$\Delta$
1980 – 2010	14.03	16,6		22.05	7,5		13.06	6,4	
1981 – 1990	16.03	13,6	2	23.05	10,6	1	13.06	8,8	0
1991 – 2000	14.03	13,2	0	21.05	6,2	-1	12.06	4,7	-1
2001 – 2010	13.03	22,9	-1	21.05	6,6	-1	14.06	6,1	1

Примечание

Здесь и далее:  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение;  $\Delta$  – отклонение от среднего многолетнего в днях



**Рис. 2 Межгодовая изменчивость сроков наступления основных фаз развития *Thymus mastichina* L. (А) и их связь с температурой воздуха (Б) на Южном берегу Крыма**

Примечание: фазы развития: 1 – весеннее отрастание; 2 – бутонизация; 3 – массовое цветение.

Выделенные сглаженные кривые на рис. А получены 5-летним скользящим осреднением

Начало весеннего отрастания лавандина связано с устойчивым переходом средних суточных температур воздуха через 8 – 10°C [11]. Адаптивное смещение этой фазы у *L. x intermedia* менее выражено в сравнении с *Th.vulgaris* и *Th.mastichina* (среднее значение  $\sigma$  почти в 1,5 раза меньше). Максимальные значения среднеквадратического отклонения фенофазы не превышали 13,0 (см. табл. 3). Меньшие значения  $\sigma$  характеризуют большую стабильность наступления пробуждения и свидетельствуют о меньшей пластичности растений. В отличие от *Th.vulgaris* и *Th.mastichina* для формирования цветonoсных побегов у *L. x intermedia* не требуется пониженных температур в период относительного покоя [1, 11]. Относительно небольшое варьирование сроков начала вегетации можно объяснить их сопряженностью с датами перехода температур воздуха через 10°C весной, которые на ЮБК отличаются наибольшей стабильностью.

Анализ результатов расчета показателя  $\sigma$  для генеративных фаз *Th.vulgaris*, *Th.mastichina* и *L. x intermedia* за периоды совпадающих вегетационных сезонов показал, что исследуемые культуры характеризуются определенным сходством сезонной ритмики, свидетельствующей об эндогенных причинах реакции на факторы окружающей среды. Невысокая пластичность по значениям  $\sigma$  характеризует относительную стабильность наступления сроков цветения и свидетельствует о консервативности ритмики цветения растений.

За последние 38 лет с 1980 по 2017 гг. наибольшие изменения сроков наступления фенофаз на ЮБК отмечаются для весеннего отрастания и конца цветения *L. x intermedia* (тренд составляет -4,4 дня/10 лет и -3,4 дня/10 лет), наименьшие – для цветения *Th.vulgaris* (-0,3...-0,4 дня/10 лет). В целом за этот период сроки начала фенофаз сдвинулись у *Th.vulgaris*: весеннее отрастание – на +1,4 дня, бутонизация – на +1,0 день, массовое цветение – на -1,4 дня. У *L. x intermedia* отклонение фенофаз составило: весеннее отрастание – на -21,1 день, появление цветоносов – на -3,8 дней, массовое цветение – на -3,4 дня, конец цветения – на -16,3 дня. Значительный сдвиг на более ранние сроки окончания цветения, и как следствие, сокращение длительности цветения, в последнее десятилетие объясняется ростом среднесуточных температур воздуха и числа аномально жарких дней в июле.

Таблица 3

Степень стабильности сроков наступления фаз вегетации *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. в условиях Южного берега Крыма

Период, годы	Фаза развития											
	Весеннее отрастание			Появление цветоносов			Массовое цветение			Конец цветения		
	Средняя дата	$\sigma$	$\Delta$	Средняя дата	$\sigma$	$\Delta$	Средняя дата	$\sigma$	$\Delta$	Средняя дата	$\sigma$	$\Delta$
1955 – 2017	17.04	10,5		21.05	7,5		20.06	6,3		09.07	8,1	
1961 – 1970	19.04	13,0	2	17.05	5,9	-4	18.06	7,3	-2			
1971 – 1980	12.04	7,7	-5	16.05	11,9	-5	15.06	7,6	-5			
1981 – 1990	21.04	10,6	4	22.05	7,9	1	21.06	7,3	1	09.07	10,5	0
1991 – 2000	20.04	8,9	3	23.05	4,4	2	20.06	4,4	0	11.07	9,3	2
2001 – 2010	11.04	12,0	-6	24.05	5,5	3	23.06	3,9	3	11.07	5,7	2
2010 – 2017	12.04	6,6	-5	21.05	7,1	0	19.06	5,8	-1	03.07	5,4	-6

Примечание

Здесь и далее:  $\sigma$  – среднее квадратическое отклонение;  $\Delta$  – отклонение от среднего многолетнего в днях

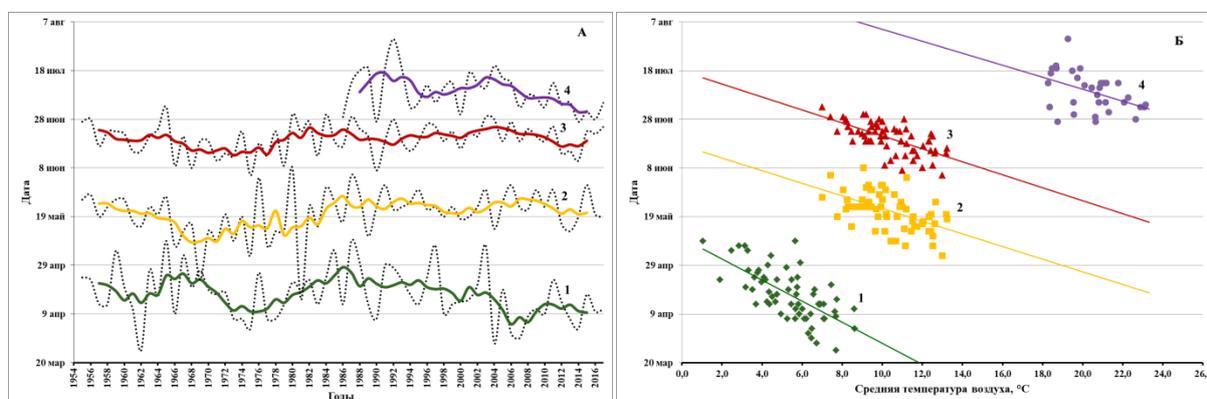


Рис. 3 Межгодовая изменчивость сроков наступления основных фаз развития *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. (А) и их связь с температурой воздуха (Б) на Южном берегу Крыма

Примечание: фазы развития: 1 – весеннее отрастание; 2 – появление цветоносов; 3 – массовое цветение; 4 – конец цветения. Выделенные сглаженные кривые на рис. А получены 5-летним скользящим средним

Наблюдаемые сдвиги в сроках фенодат в первую очередь связывают с температурой предшествующих месяцев [6, 14, 17, 18, 19]. Ряд авторов полагает, что начало активной вегетации растений зависит не столько от дневных, сколько от ночных температур воздуха и скорости его прогревания весной [14]. В целях уточнения данной связи был проведен регрессионный анализ. В качестве переменных, характеризующих климатический сезон, использованы средние суточные, средние минимальные и максимальные температуры воздуха с января по июль. В качестве переменных,

характеризующих фенологические события – фенодаты весеннего отрастания, бутонизации (появления цветоносов), массового и конца цветения. Методом пошаговой регрессии было выбрано подмножество независимых переменных с наибольшим коэффициентом корреляции, найдены связи между фенособытием и температурой воздуха конкретного месяца года, которые подтверждены невысокими, но статистически высоко значимыми коэффициентами (табл. 4). Выявлено, что даты весеннего отрастания у исследуемых эфиромасличных культур, а также бутонизации цветущего в мае *Th.vulgaris* на ЮБК определяются температурами марта. Сроки массового цветения *Th.vulgaris*, бутонизации *Th.mastichina*, появления цветоносов и массового цветения *L. x intermedia* сопряжены с температурами апреля. Массовое цветение *Th.mastichina* и конец цветения *L. x intermedia* связаны с температурой июня. Сопряженный анализ температурного режима и сроков наступления сезонных явлений у исследуемых эфиромасличных культур показал, что положительная температурная аномалия в весенне-летний сезон ускоряет наступление фаз вегетации растений. В марте превышение среднемесячной температуры на 1°C ускорило начало вегетативных фенофаз у растений в среднем на 4 – 6 суток, генеративных – на 2 суток (рис. 1Б – 3Б). При превышении среднемесячной температуры воздуха в апреле и июне на 1°C феноявления наступали раньше в среднем на 2 – 3 дня (см. табл. 4, см. рис. 1Б – 3Б). Наиболее значимое влияние температур (вклад в общую изменчивость составляет до 35 – 45%) отмечено для фазы весеннее отрастание. Наименее существенная доля влияния предшествующих фенофазе температур отмечена у *Th.vulgaris* и *Th.mastichina* для наступления массового цветения (линейная регрессия описывает 16 – 25% дисперсии), для *L. x intermedia* – конца цветения (вклад в общую изменчивость 20%). Таким образом, ритмика цветения свидетельствует об эндогенных причинах реакции на факторы окружающей среды.

Таблица 4

Связь сроков наступления фаз вегетации эфиромасличных культур со среднемесячной температурой воздуха в весенне-летний период на Южном берегу Крыма

Фенологическая фаза (Y)	Месяц (x)	Уравнение тренда	R <sup>2</sup>
<i>Thymus vulgaris</i> L.			
Весеннее отрастание	Март	$Y = 103,18 - 4,35 \cdot x$	0,35***
Бутонизация	Март	$Y = 133,15 - 2,43 \cdot x$	0,30***
Массовое цветение	Апрель	$Y = 165,50 - 2,24 \cdot x$	0,25***
<i>Thymus mastichina</i> L.			
Весеннее отрастание	Март	$Y = 108,47 - 6,53 \cdot x$	0,44***
Бутонизация	Апрель	$Y = 169,01 - 2,55 \cdot x$	0,24**
Массовое цветение	Июнь	$Y = 201,37 - 1,77 \cdot x$	0,16*
<i>Lavandula x intermedia</i> Emeric ex Loisel.			
Весеннее отрастание	Март	$Y = 131,22 - 4,33 \cdot x$	0,45***
Появление цветоносов	Апрель	$Y = 169,29 - 2,60 \cdot x$	0,28***
Массовое цветение	Апрель	$Y = 199,77 - 2,66 \cdot x$	0,43***
Конец цветения	Июнь	$Y = 241,61 - 2,46 \cdot x$	0,20*

Примечание

Здесь и далее: R<sup>2</sup> – коэффициент детерминации; степень достоверности при уровнях статистической значимости: \* – p≤0,05; \*\* – p≤0,01; \*\*\* – p≤0,001

С целью долгосрочной оценки воздействия возможных климатических изменений на продуктивность эфиромасличных культур проведен анализ многолетней динамики и тенденций основных факторов среды, лимитирующих биосинтез эфирного масла в критический для эфиромасличных культур период (рис. 4 – 6). Основным вместилищем

эфирного масла чабреца и лавандина являются железистые трихомы на чашечках цветков. Изучение количества и качества эфирного масла с акцентом на стадии развития и оптимальное время сбора урожая показало, что наибольшее содержание эфирного масла в цветочном сырье *Th. vulgaris* и *Th. mastichina* наблюдается в фазе массового цветения, а в соцветиях *L. x intermedia* – на 10-14 день с начала цветения [7, 11, 12]. Накопление эфирного масла зависит от суммы целого ряда факторов, и контролируется как внутренними (генотипическими) особенностями, так и внешними (природно-климатическими, географическими и экологическими) условиями.

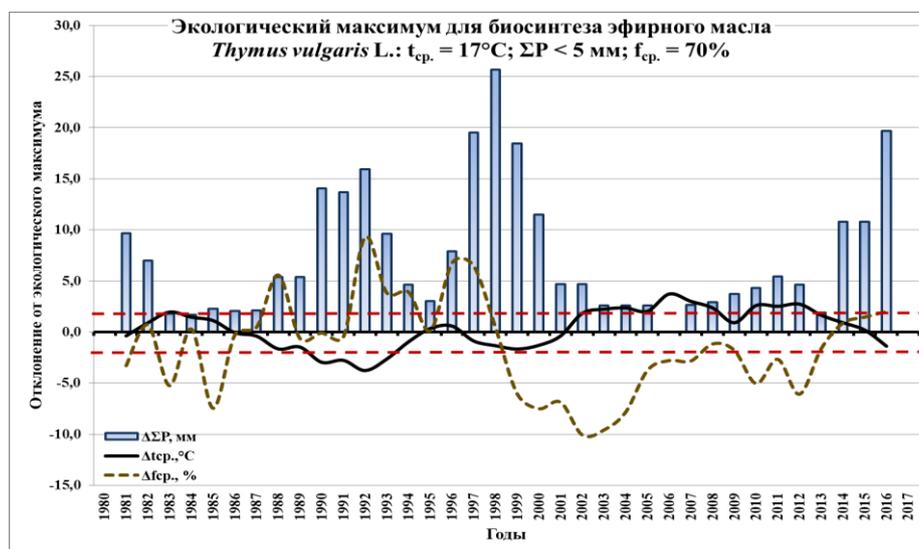


Рис. 4 Многолетние изменения аномалий гидротермических факторов, лимитирующих биосинтез эфирного масла у *Thymus vulgaris* L. в период цветения на Южном берегу Крыма

Примечание: Аномалии рассчитаны как отклонения от экологического максимума для биосинтеза эфирного масла у *Thymus vulgaris* L. Сглаженные кривые аномалий получены 3-летним скользящим усреднением. Пунктирными линиями показано положение экологического оптимума температуры

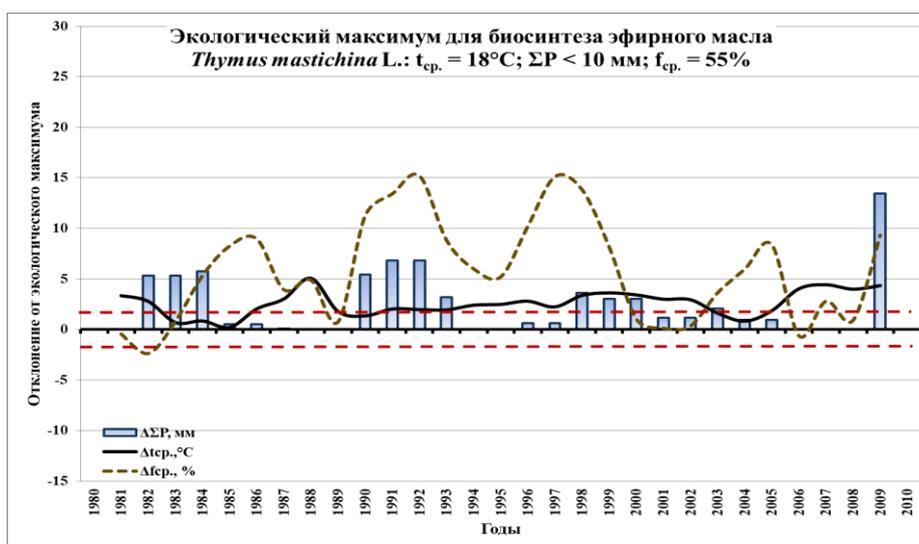
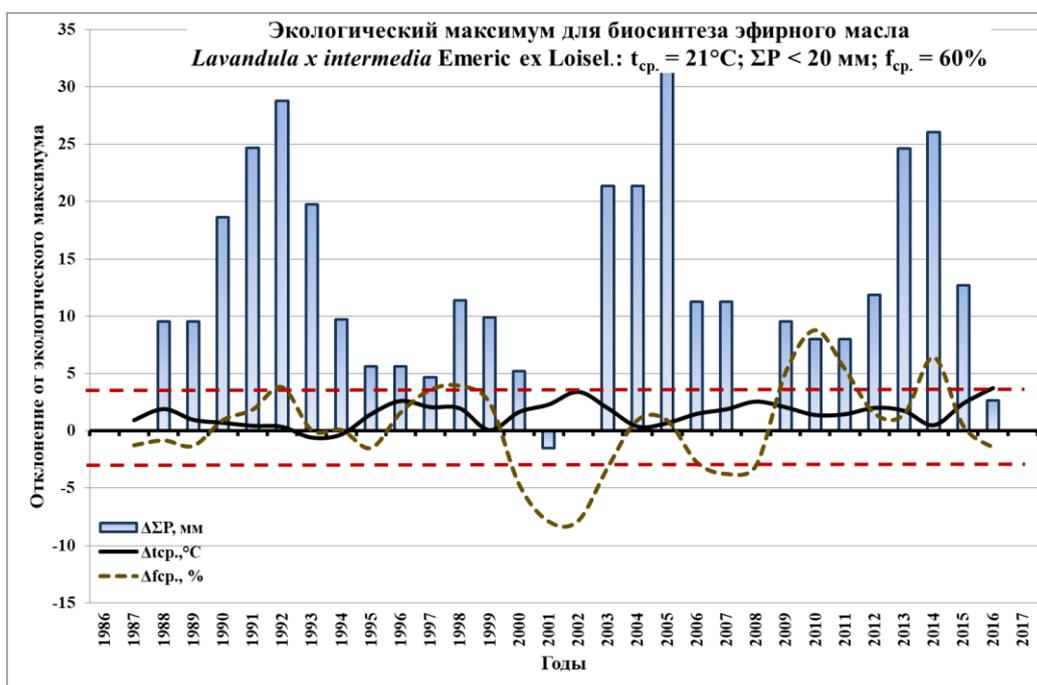


Рис. 5 Многолетние изменения аномалий гидротермических факторов, лимитирующих биосинтез эфирного масла у *Thymus mastichina* L. в период цветения на Южном берегу Крыма

Примечание: Аномалии рассчитаны как отклонения от экологического максимума для биосинтеза эфирного масла у *Thymus mastichina* L. Сглаженные кривые аномалий получены 3-летним скользящим усреднением. Пунктирными линиями показано положение экологического оптимума температуры

Исследованиями установлено, что экологический максимум для образования эфирного масла у *Th.vulgaris* и *Th.mastichina* в условиях Южного берега Крыма характеризуются средней температурой воздуха 17 – 19°C, относительной влажностью 55 – 70% и количеством осадков, не превышающем 5 – 10 мм в период цветения (см. рис. 4 – 5). Отрицательное воздействие на накопление эфирного масла оказывают снижение или повышение температуры относительно указанных пределов (особенно выше 22 – 24°) и суммы осадков более 15 – 20 мм [7]. Особенно благоприятные условия для синтеза эфирного масла *L. x intermedia* создаются при температуре воздуха 21°C, относительной влажности воздуха 60% и сумме осадков, не превышающей 20 мм в период цветения (см. рис. 6). Неблагоприятны температуры ниже 17°C, влажность воздуха выше 70% и осадки более 40 – 50 мм [11, 12].



**Рис. 6** Многолетние изменения аномалий гидротермических факторов, лимитирующих биосинтез эфирного масла у *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. в период цветения на Южном берегу Крыма

Примечание: Аномалии рассчитаны как отклонения от экологического максимума для биосинтеза эфирного масла у *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. Сглаженные кривые аномалий получены 3-летним скользящим осреднением. Пунктирными линиями показано положение экологического оптимума температуры

Для выделения видимых флуктуаций и динамики изменения основных гидротермических факторов, лимитирующих биосинтез эфирного масла у изучаемых культур в условиях ЮБК рассмотрены количественные данные об аномалиях ( $\Delta$ ) средних суточных температур воздуха в период цветения ( $\Delta t_{cp}$ , °C), относительной влажности воздуха ( $\Delta f_{cp}$ , %) и суммы осадков ( $\Delta \Sigma P$ , мм). Распределения и положения экстремумов в хронологическом ряду, приводящие к тому или иному проявлению тенденций исследуемых характеристик гидротермического режима в вековом ходе, показали, что в XXI веке во время цветения *Th.vulgaris* погодные условия за исключением последних лет (суммы осадков превышали 15 – 20 мм) были удовлетворительными: в 50% лет температуры воздуха были выше оптимальных, но не превышали 22°C, условия увлажнения преимущественно находились в зоне оптимума (см. рис. 4).

В период цветения *Th.mastichina* при относительно благоприятных условиях увлажнения, наблюдалось устойчивое доминирование положительных аномалий температуры воздуха, превышающих экологический оптимум. После 2006 года средние температуры воздуха достигли 22°C и превысили критические значения (см. рис. 5). Тенденция усиления температурного стресса в период цветения *Th.mastichina* негативна для синтеза эфирного масла.

Многолетняя динамика изменений сильных и особо сильных положительных аномалий сумм осадков во время цветения *L. x intermedia*, снижающих содержание масла в соцветиях, указывает на цикличность их выпадения на ЮБК: сильных – с интервалом 3 – 4 года, особо сильных – с интервалом 10 – 12 лет (см. рис. 6). Режим температуры воздуха и влажности находится в зоне оптимума.

### Выводы

Одним из важнейших достоинств накопления длинных рядов фенологических данных с их последующей аналитической обработкой в сопряжении с климатическими факторами является возможность интерпретировать получаемые результаты по схеме «воздействие-отклик». Выявленные особенности фенологических реакций растений *Th.vulgaris*, *Th.mastichina* и *L. x intermedia* на изменения климата дают основания для прогнозных оценок их поведения при дальнейшем потеплении климата.

Адаптивное смещение фенофаз в начале вегетации, вероятно связано с реализацией адаптационного потенциала и наиболее явно выражено у *Th.vulgaris* и *Th.mastichina*. Относительная стабильность наступления сроков цветения *Th.vulgaris*, *Th.mastichina* и *L. x intermedia* свидетельствует о консервативности ритмики цветения, обусловленной генотипом.

Даты начала вегетации в значительной степени коррелируют со средними температурами марта, а даты цветения в большей степени сопряжены со средними температурами апреля и июня. Тренды начала таких фенофаз на ЮБК как весеннее отрастание и цветение *L. x intermedia* оказались выше (-4,4 дня/10 лет и -0,7 дня/10 лет), чем таковые *Th.vulgaris* (+0,3 дня/10 лет и -0,3 дня/10 лет).

Анализ многолетней динамики основных факторов среды, лимитирующих биосинтез эфирного масла в период цветения, показал, что на ЮБК в современных условиях изменения климата наиболее благоприятные погодно-климатические условия произрастания складываются для *Th.vulgaris*. Во время цветения *L. x intermedia* выявлена цикличность выпадения сильных (с интервалом 3 – 4 года) и особо сильных (с интервалом 10 – 12 лет) осадков, разрушающих эфиромасличные вместилища и снижающих содержание масла в соцветиях. Дальнейший рост температур в июне при сохранении консерватизма ритмики цветения окажет негативное влияние на биосинтез эфирного масла у *Th.mastichina*.

При наличии прогноза погоды можно ориентировочно планировать качество урожая и применять наиболее рациональную агротехнику, устанавливая календарные сроки полевых работ (поливы, сбор сырья и др.). Тем самым предоставляется возможность учесть влияние на продуктивность эфиромасличных культур наиболее изменчивых и наименее поддающихся регулированию условий среды обитания в системе «растение – погода».

Ориентация технологий на определенные климатические и погодные условия позволяет проводить научно обоснованную сортосмену, направленную на увеличение доли культур с большим потенциалом урожайности, лучшей адаптивностью к местным условиям, устойчивостью к абиотическим и биотическим стрессам.

## Список литературы

1. Буюкли М. Лаванда и ее культура в СССР. – Кишинев: «Карта Молдовеняскэ», 1969. – 326 с.
2. Войткевич С.С. Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии. – М.: Пищевая промышленность, 1999. – 284 с.
3. Головкин Б.Н. Переселение травянистых многолетников на Полярный Север. Эколого-морфологический анализ. – Л.: Наука, 1973. – 264 с.
4. Гордеев А.В., Клещенко А.Д., Черняков Б.А., Сиротенко, Темников В.Н., Усков И.Б., Романенков В.А., Рухович Д.И. Биоклиматический потенциал России: меры адаптации в условиях изменяющегося климата. – М.: [б.и.], 2008. – 206 с.
5. Драган Н.А. Генетическая координация почв Крыма как основа их агроэкологической оценки // Культура народов Причерноморья (Приложение). – 1998. – №2. – С. 66-71.
6. Жмылёва А.П., Карпухина Е.А., Жмылёв П.Ю. Фенологическая реакция лесных растений на потепление климата: рано- и поздноцветущие виды // Вестник РУДН, серия Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2011. - № 2. – С. 5-15.
7. Корсакова С.П., Работягов В.Д., Федорчук М.И., Федорчук В.Г. Интродукция и селекция видов рода *Thymus* L. (биология, экология, биохимия): Монография. – Херсон: Айлант, 2012. – 244 с.
8. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 11. Агrometeorологические наблюдения на станциях и постах. Ч. 1. Основные агrometeorологические наблюдения. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – 316 с.
9. Паитецкий В.С. Научные основы оптимизации агроландшафтов и эффективного аграрного производства Республики Крым. – Симферополь: ИТ «Ариал», 2015 – 276 с.
10. Паитецкий В.С., Невкрытая Н.В., Мишнев А.В. История, современное состояние и перспективы развития эфиромасличной отрасли // Аграрный вестник Урала. – 2017. – № 11 (165). – С. 37-46.
11. Савчук Л.П. Эфирно-масличные культуры и климат. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 104 с.
12. Савчук Л.П. Климат предгорья Крыма и эфирносы. – Симферополь: «Эльнинь», 2006. – 76 с.
13. Сиротенко О.Д., Клещенко А.Д., Павлова В.Н., Абашина Е.В., Семендяев А.К. 2011. Мониторинг изменений климата и оценка последствий глобального потепления для сельского хозяйства // Агрофизика. – 2011. – №3. – С. 31-39.
14. Соколов Л.В. Климат в жизни растений и животных. – СПб.: «ТЕССА», 2010. – 344с.
15. Ткаченко К. Г. Эфирномасличные растения и эфирные масла: достижения и перспективы, современные тенденции изучения и применения // Вестник Удмуртского университета. – 2011. – Вып. 1. – С. 88-100.
16. Ткаченко К. Г., Казаринова Н. В., Шкиль Н. А., Чупахина Н. В. Эфирные масла как средства дезинфекции в ветеринарии // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. – 2009. – Т. 59, № 7. – С. 58-66.
17. Ahas R., Aasa A. The effects of climate change on the phenology of selected Estonian plant, bird and fish populations // Int. J. Biomet. – 2006. – V. 51. – P. 17-26.
18. Menzel A., Sparks T.H., Estrella N., Koch E., Aasa A., Ahas R., Alm-Kübler K., Bissolli P., Braslavská O., Briede A., et al. European phenological response to climate change matches the warming pattern // Global Change Biol. – 2006. – V. 12. – P. 1969-1976.

19. Sparks T.H., Górka-Zajęzkowska M., Wójtowicz W., Tryjanowski P. Phenological changes and reduced seasonal synchrony in western Poland // Int. J. Biometeorol. – 2011. – V. 55. – P. 447-453.

**Korsakova S.P. The response of perennial essential oil crops to climate change under conditions of the Southern coast of the Crimea** // Works of the State Nikit. Botan. Gard. – 2018. – Vol. 146. – P. 61 – 71.

On the basis of long-term monitoring studies was determined the response of traditional and perspective for cultivation of perennial essential oil crops on the impact of weather-climatic factors under conditions of the Southern coast of the Crimea. A comparative analysis of plant species for variations of terms the phenological stage and the adaptive potential has been estimated. The long-term dynamics is investigated and tendencies of modern changes of the environment factors limiting synthesis and accumulation of essential oil during flowering of plants *Thymus vulgaris* L., *Thymus mastichina* L. и *Lavandula x intermedia* Emeric ex Loisel. are revealed.

**Key words:** *essential oil crops; phenological stage; изменения климата; climate change; environmental limiting factors.*