

EDN VGGYKT

DOI 10.5281/zenodo.16563839

УДК 633. 81:665. 52/53

Пехова О. А., Тимашева Л. А., Данилова И. Л., Белова И. В.

## **ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ВТОРИЧНЫХ МЕТАБОЛИТОВ *Satureja montana* В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ КРЫМА**

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

**Реферат.** Цель исследований – изучить особенности накопления вторичных метаболитов в растениях *Satureja montana* сортов селекции ФГБУН «НИИСХ Крыма» (Мельхиор, Аргентум и Электрум) для определения оптимального срока уборки сырья с высоким содержанием биологически активных веществ (БАВ) в предгорной зоне Крыма. Объекты исследований – свежесрезанные и воздушно-сухие растения трех сортов *S. montana*, выращенных на экспериментальном участке института ФГБУН «НИИСХ Крыма» (с. Крымская Роза, Белогорский район) в 2020–2022 гг. Методы исследований – общепринятые. Определены особенности накопления вторичных метаболитов в растениях по органам и фазам вегетации. Установлено, что характер накопления эфирного масла у трех изучаемых сортов *S. montana* по фазам вегетации идентичен, максимум содержания наблюдается в фазе массового цветения (2,14–2,32 % на абсолютно сухую массу), которую можно считать оптимальным сроком уборки технического сырья для получения эфирного масла. По химическому составу эфирного масла изучаемые сорта *S. montana* относятся к фенольному типу с преобладанием карвакрола (не менее 63 %) во все фазы вегетации. Компонентный состав эфирного масла различных органов растений *S. montana* практически одинаков, однако, меняется процентное соотношение компонентов в процессе вегетации. Для каждого сорта определены характерные особенности накопления экстрактивных веществ и фенольных соединений. Оптимальным сроком уборки сырья *S. montana* в качестве лекарственного для сортов Мельхиор и Электрум являются фазы формирования вегетативных и генеративных органов (отрастание и начало цветения) и массовое цветение, для сорта Аргентум – фаза отрастание–начало цветения, в которую накапливается максимальное количество БАВ. Комплексное применение сырья изучаемых сортов *S. montana* в производстве позволит расширить ассортимент эфиромасличной и фармацевтической продукции.

**Ключевые слова:** *Satureja montana* L., сырье, эфирное масло, фенольные соединения, экстрактивные вещества, фаза вегетации, органы растения, карвакрол.

**Для цитирования:** Пехова О. А., Тимашева Л. А., Данилова И. Л., Белова И. В. Особенности накопления вторичных метаболитов *Satureja montana* в условиях Предгорной зоны Крыма // Таврический вестник аграрной науки. 2025. № 2(42). С. 200–213. EDN: VGGYKT. DOI: 10.5281/zenodo.16563839.

**For citation:** Pekhova O. A., Timasheva L. A., Danilova I. L., Belova I. V. Accumulation of secondary metabolites in *Satureja montana* plants under conditions of the foothill zone of Crimea // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2025. No. 2 (42). P.200–213. EDN: VGGYKT. DOI: 10.5281/zenodo.16563839.

### **Введение**

Чабер горный (*Satureja montana* L.) является перспективной эфиромасличной культурой и представляет собой сильноветвистый с большим количеством соцветий полукустарник семейства Lamiaceae, поликарпического типа, хамефит [1]. В диком и окультуренном виде чабер горный распространен в различных регионах мира и

странах (Средиземноморье, Западная Европа, Средняя Азия, Америка, Австралия, Канада, Турция, Молдова, Беларусь и Россия) [2].

Растительное сырье *S. montana* и продукты его переработки содержат комплекс биологически активных веществ: эфирное масло, флавоноиды и их производные, гидроксикоричные и фенольные кислоты, сапонины, флавоноиды, дубильные вещества, гомологи алканов, фитостерины, витамины групп А, В, С, макро- и микроэлементы. Благодаря этому растения широко используются для производства целого спектра продукции парфюмерного, косметического, лекарственного, пищевого и ветеринарного назначения [3–5]. Вторичные метаболиты *S. montana* обуславливают антисептическую, антиоксидантную, противогрибковую, противовирусную, цитотоксическую, анальгетическую, инсектицидную активность [6–8].

Для растений *S. montana* характерно варьирование биологических, морфологических, биохимических и хозяйственно ценных признаков. Ряд авторов выделяет разные хемотипы растений по компонентному составу эфирных масел, например, фенольные и нефенольные [9, 10]. Вариации признаков являются специфичными для растений данного вида и зависят от почвенно-климатических условий региона возделывания, сорта, фазы вегетации, технологии выращивания и сроков уборки сырья [11, 12].

Анализ имеющихся результатов изучения различных видов эфиромасличных, лекарственных, пряноароматических растений семейства *Lamiaceae* как источника эфирных масел, показал, что недостаточно исследованы аспекты изменчивости содержания в них биологически активных веществ (БАВ) в различных регионах возделывания в зависимости от почвенно-климатических условий, агротехнологии выращивания и переработки, фазы развития растений, генетического и сортового потенциала и др. факторов. Согласно литературным данным имеется четко выраженная тенденция зависимости биосинтеза и накопления различных видов БАВ, в том числе и эфирного масла, связанная с фазами развития растений и их органов [13–15].

Биохимические особенности *S. montana* в различных природно-климатических зонах Российской Федерации изучены недостаточно. Проведены интродукционные и селекционные исследования данного вида в Воронежской области и в Подмосковье. В Крыму подобные работы проводились на Южном берегу и в предгорном Крыму [2, 16–18]. Созданы и включены в «Государственный реестр сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, допущенных к использованию» пять сортов, из них сорта *S. montana* эфиромасличного направления – Крымский изумруд (селекция ФГБУН «НБС-ННЦ» РАН, 2015 г.), Мельхиор, Аргентум и Электрум (селекция ФГБУН «НИИСХ Крыма», 2023 г.). Однако при этом не были изучены вопросы накопления эфирного масла и других биологически активных веществ. Изучение динамики накопления БАВ в растениях *S. montana*, изменения их химического состава в процессе вегетации позволит установить оптимальные сроки уборки сырья в предгорной зоне Крыма с наибольшим выходом конечной продукции высокого качества.

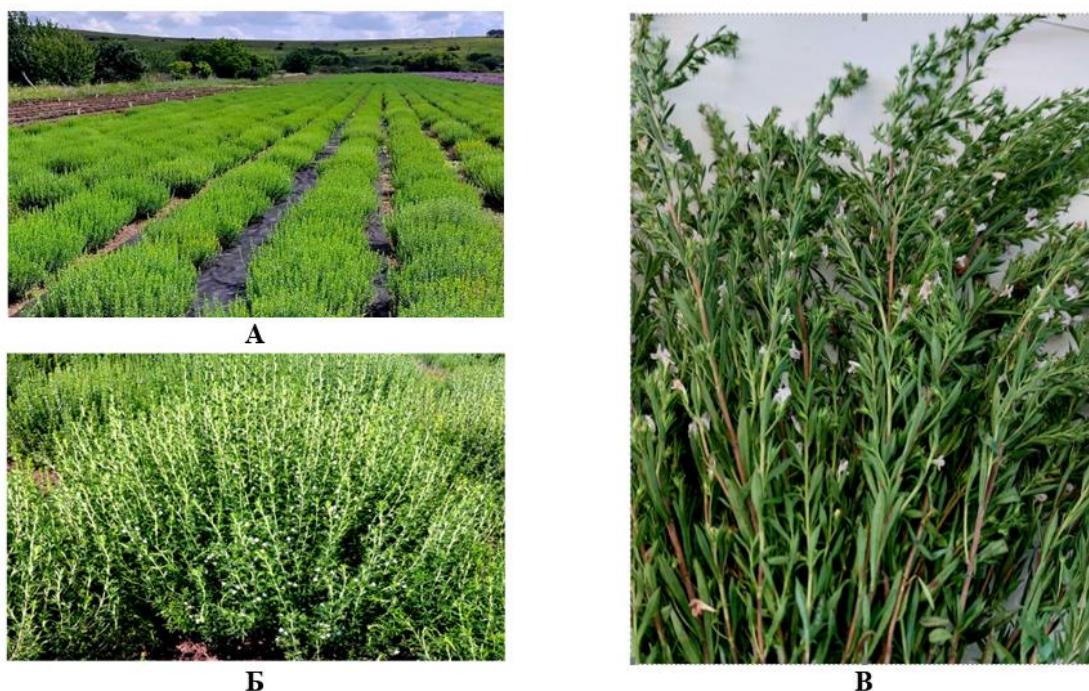
Согласно литературным источникам, характер накопления эфирного масла у представителей семейства *Lamiaceae* различается в разных географических точках: у чабера горного на Южном берегу Крыма максимум эфирного масла – в фазе окончания цветения до 1,39 % на а. с. м., у мелиссы лекарственной в тропических странах Азиатско-Тихоокеанского бассейна – в фазе бутонизации-начала цветения до 0,30 % на а. с. м., шалфея лекарственного в Беларуси – в фазе созревания семян до 1,1 % на а. с. м. [3, 29, 30]. Поэтому перед нами встала задача изучить динамику накопления эфирного масла чабера горного в предгорной зоне Крыма.

**Цель исследований** – изучить особенности накопления вторичных метаболитов в растениях *S. montana* сортов селекции ФГБУН «НИИСХ Крыма» (Мельхиор, Аргентум и Электрум) для определения оптимального срока уборки сырья с высоким содержанием БАВ в предгорной зоне Крыма.

#### **Материалы и методы исследования**

Исследования проводили в 2020–2022 гг. в лаборатории переработки и стандартизации эфиромасличного сырья ФГБУН «НИИСХ Крыма». В качестве объектов исследований использовали три селекционных образца *S. montana* (№ 201-16, № 1, № 292), которые в 2023 г. были включены в «Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в различных регионах РФ» соответственно под названиями Мельхиор, Аргентум и Электрум (селекция ФГБУН «НИИСХ Крыма», автор: Платонова Т.В.). Исследуемые растения выращивали в питомнике эфиромасличных и лекарственных растений ФГБУН «НИИСХ Крыма» (с. Крымская Роза, Белогорский район).

Общий вид растений *S. montana* (на примере сорта Аргентум), произрастающего в питомнике эфиромасличных и лекарственных растений ФГБУН «НИИСХ Крыма», представлен на рисунке 1.



**Рисунок 1 – Общий вид растений и травянистого сырья *S. montana* сорта Аргентум**

*Примечание.* А – фаза отрастания, Б – фаза цветения, В – срезанная надземная часть (сырье).

Почвенно-климатические условия питомника выращивания *S. montana* характерны для верхнего предгорного, теплого, недостаточно влажного района Крыма, с умеренно континентальным климатом, среднегодовой температурой воздуха 9,8 °С, среднегодовой суммой осадков – 450–500 мм и ГТК – 0,92 (IV агроклиматический район Крыма). Почвы питомника – предгорный карбонатный чернозем на элювии и делювии плотных карбонатных пород [19].

Вегетационные периоды 2020–2022 гг. характеризовались следующими погодными условиями: температурный режим был близок к средним многолетним показателям, осадки по месяцам выпадали неравномерно, весенний период во все

годы исследований был засушливым, наиболее дождливым был июнь (2020 г. – 147,2 % от нормы), июль являлся наиболее стабильным по количеству осадков и соответствовал многолетней норме в 58 мм. В целом, погодные условия в период проведения исследований были благоприятными и способствовали активной вегетации чабера горного.

Динамику образования и накопления вторичных метаболитов в свежесобранном и воздушно-сухом сырье *S. montana* изучали в следующие фазы вегетации: отрастание, бутонизация, начало, массовое и окончание цветения. Сырьем являлся однолетний прирост растений в фазы бутонизации и цветения с соцветиями, который срезали с трех типичных растений опытных делянок по диагонали в двух несмежных повторениях. Далее сырье соединяли в объединенную пробу, затем методом квартования выделяли среднюю пробу массой 2 кг и из нее лабораторные пробы массой по 200 г. Разбор сырья по фракциям (листья, стебли и соцветия) проводили вручную в трехкратной повторности. Часть срезанного сырья сушили в естественных лабораторных условиях до влажности 7–12 %.

Свежесобранное и воздушно-сухое сырье оценивали по следующим показателям качества с применением общепринятых методов анализа: влажность – гравиметрическим методом, содержание эфирного масла – методом дистилляции по Клевенджеру (ГОСТ 34213-2017 Сырье эфиромасличное цветочно-травянистое. Методы отбора проб, определения влаги, примесей и эфирного масла и ОФС 1.5.3.0007.15 Определение влажности лекарственного растительного сырья), содержание экстрактивных веществ – методом экстрагирования водно-спиртовым раствором (ОФС 1.5.3.0006.15 Определение содержания экстрактивных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах), общих фенольных соединений, фенолкарбоновых кислот и флавоноидов, дубильных веществ – титриметрическим методом [20, 21]. Результаты исследований представлены в пересчете на абсолютно-сухую массу сырья (а.с.м.).

Компонентный состав эфирного масла определяли методом газо-жидкостной хроматографии на приборе Кристалл 2000М с пламенно-ионизационным детектором (ГОСТ ISO 7609-2014. «Масла эфирные. Анализ методом газовой хроматографии на капиллярных колонках. Общий метод»). Для полного разделения компонентов эфирного масла была использована колонка капиллярная кварцевая длиной 60 м с внутренним диаметром 0,25 мм, толщиной пленки 0,25 мкм, неподвижная фаза CR-5 (5 % фенил, 95 % деметилполисилоксан). Режимы хроматографирования следующие: температура термостата – 70 °С продолжительностью 1 мин, далее программирование со скоростью 4 °С/мин до 210 °С, температура детектора – 230 °С, температура испарителя – 190 °С, давление на входе в колонку – 90 кПа, затем программирование со скоростью 0,20 кПа/мин до 130,0 кПа, деление потока газа-носителя – 1/50. Газ-носитель – азот: давление на входе в колонку 156,0 мл/мин продолжительностью 20 с до 30,0 мл/мин, объем вводимый пробы –  $0,10 \times 10^{-3}$  см<sup>3</sup>.

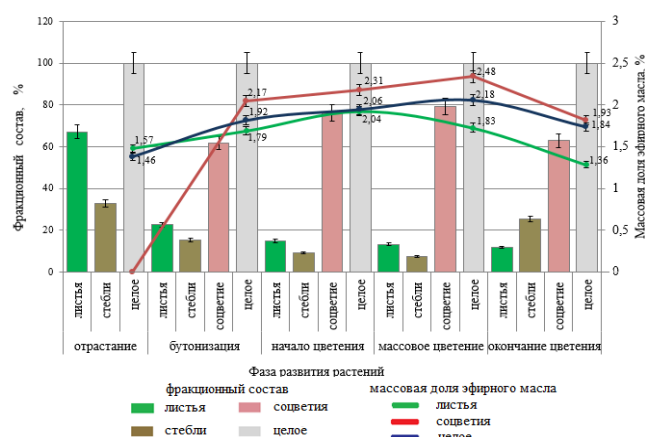
Идентификацию основных компонентов эфирного масла *S. montana* проводили путем сравнения времени удерживания пиков стандартных веществ, массовую долю которых определяли методом нормализации, основанном на расчете отношения параметра пика данного компонента к сумме параметров всех компонентов.

Повторность определения содержания БАВ в сырье трехкратная. Полученные данные исследований обрабатывали общепринятыми статистическими методами (вариационный и дисперсионный анализы) [22] при помощи пакета программ Microsoft Office Excel 2010.

### Результаты и их обсуждение

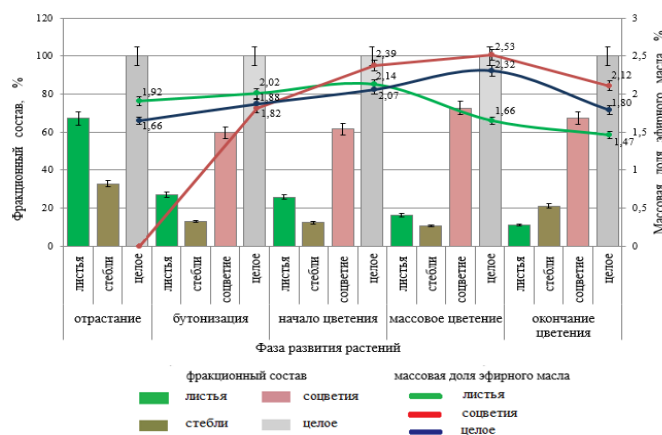
Так как характер накопления эфирного масла у представителей семейства *Lamiaceae*, согласно литературным источникам, различается в разных географических точках (у чабера горного на Южном берегу Крыма (максимум эфирного масла в фазе окончания цветения до 1,39 % на абсолютно сухую массу), у Melissa лекарственной в тропических странах Азиатско-Тихоокеанского бассейна – в фазе бутонизации-начала цветения (содержание эфирного масла до 0,30 % на абсолютно сухую массу), шалфея лекарственного в Беларуси в фазе созревания семян – до 1,1 % эфирного масла [3, 29, 30]), перед нами встала задача изучить динамику накопления эфирного масла чабера горного в предгорной зоне Крыма.

В результате изучения процессов накопления эфирного масла в растениях трех сортов *S. montana* (Мельхиор, Аргентум и Электрум), выращенных в предгорной зоне Крыма, установлено, что они синтезировали эфирное масло на протяжении всего периода вегетации. Массовая доля эфирного масла (МДЭМ) в течение вегетационного периода у растений изучаемых сортов изменялась следующим образом: начиная с фазы отрастания, массовая доля эфирного масла увеличивалась, достигая максимального значения в фазе массового цветения (у сорта Мельхиор – до 2,18 %, Аргентум – до 2,32 %, Электрум – до 2,14 %) с последующим снижением к фазе окончания цветения (рисунк 2).



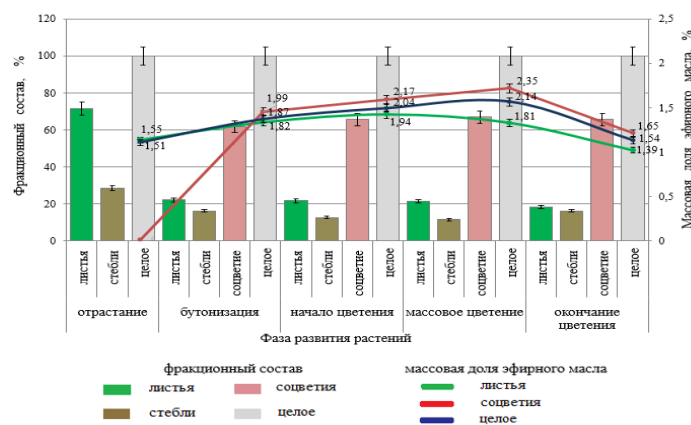
#### Сорт Мельхиор

**Примечание.** Массовая доля эфирного масла, %. НСР<sub>05</sub>: целое растение – 0,09; листья – 0,12; соцветия – 0,13.



#### Сорт Аргентум

**Примечание.** Массовая доля эфирного масла, %. НСР<sub>05</sub>: целое растение – 0,08; листья – 0,10; соцветия – 0,11.



Сорт Электрум

**Примечание.** Массовая доля эфирного масла, % НСР<sub>05</sub>: целое растение – 0,09; листья – 0,082; соцветия – 0,15.

## Рисунок 2 – Динамика накопления эфирного масла в различных органах растений сортов *S. montana* по фазам вегетации, 2020–2022 гг.

Таким образом, согласно нашим исследованиям, динамика накопления эфирного масла чабера горного в предгорной зоне Крыма характерна для большинства представителей семейства *Lamiaceae*, а именно: минимальное содержание эфирного масла в фазе отращивания, возрастание его количества в фазе бутонизации и начала цветения, максимальное – в фазе массового цветения и снижение к окончанию цветения.

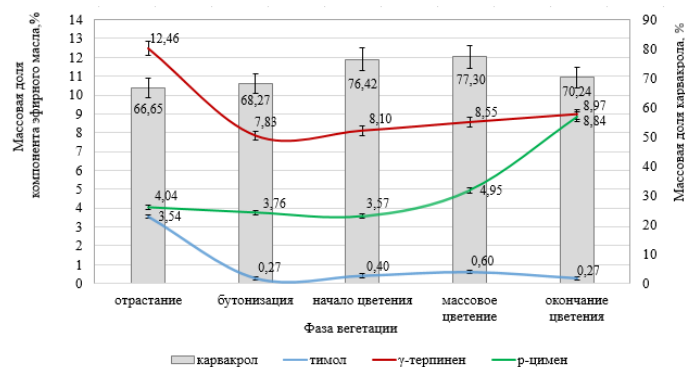
Установлено, что в процессе вегетации растений основными маслосинтезирующими органами трех изученных сортов являлись соцветия и листья, которые во фракционном составе растений составляли соответственно 59,8–79,2 % и 11,3–71,6 %. Стебли растений можно считать балластом, так как они содержали только следы эфирного масла. Наибольшее количество эфирного масла накапливалось в соцветиях в фазе массового цветения (сорт Мельхиор – 2,48 %, Аргентум – 2,53 %, Электрум – 2,35 %). В листьях содержание эфирного масла было ниже, чем в соцветиях и достигало максимальных значений в фазе начала цветения (2,04 %, 2,14 % и 1,94 % соответственно). Болгарскими же исследователями отмечено максимальное количество эфирного масла в листьях чабера горного (1,83 % на абсолютно сухую массу) [31].

Эфирное масло, полученное из сырья трех сортов *S. montana*, представляло собой легкоподвижную, прозрачную жидкость, коричневатого-красного цвета с бальзамическим запахом и жгучим вкусом, относительной плотностью от 0,940 до 0,950, показателем преломления от 1,4910 до 1,4920, углом вращения плоскости поляризации света (градус – от минус 0,84 до минус 1,29), кислотным числом, мг КОН/г от 5,20 до 5,90, растворимость одного объема эфирного масла в 80 % водно-спиртовом растворе составила 1:3.

Установлено, что в состав исследованных эфирных масел входили различные группы химических соединений: фенолы (карвакрол, тимол), терпеновые углеводороды (камфен, сабинен, α-терпинен, p-цимен, γ-терпинен, β-мирцен, кариофиллен), оксиды (1,8-цинеол, цис-линалоолоксид), спирты (линалоол, борнеол), сложные эфиры (линалилацетат, геранилацетат), кетон (камфора).

Основным компонентом эфирного масла изучаемых сортов являлся карвакрол, содержание которого достигало максимального значения в фазы начала и массового

цветения: у сорта Мельхиор – 76,42–77,30 %, Аргентум – 76,67–78,43 %, Электрум – 72,60–75,10 %. Содержание тимола в образцах в течение вегетации варьировало в пределах от 0,19 до 3,97 %, монотерпеновых углеводородов:  $\gamma$ -терпинена – от 0,28 до 16,22 %,  $p$ -цимена – от 0,36 до 9,47 %, спиртов – от 0,48 до 1,46 %, оксидов – от 0,26 до 0,90 % (рисунок 3).



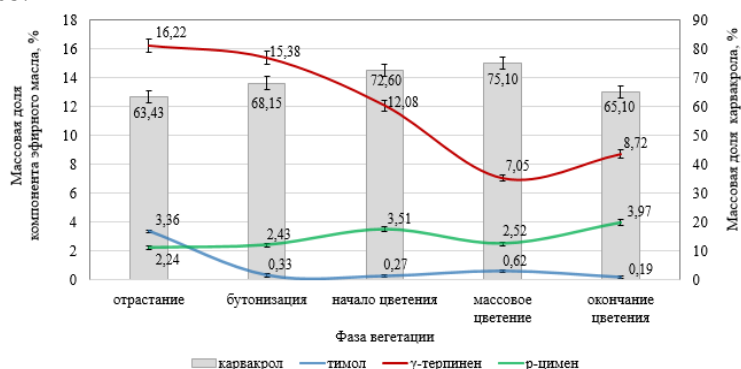
Сорт Мельхиор

**Примечание.** Массовая доля компонентов, %. НСР<sub>05</sub>: карвакрол – 0,62; тимол – 0,08;  $\gamma$ -терпинен – 0,15;  $p$ -цимен – 0,10.



Сорт Аргентум

**Примечание.** Массовая доля компонентов, %. НСР<sub>05</sub>: карвакрол – 0,70; тимол – 0,06;  $\gamma$ -терпинен – 0,08;  $p$ -цимен – 0,09.



Сорт Электрум

**Примечание.** Массовая доля компонентов, %. НСР<sub>05</sub>: карвакрол – 0,53; тимол – 0,09;  $\gamma$ -терпинен – 0,11;  $p$ -цимен – 0,12.

**Рисунок 3 – Содержание основных компонентов эфирного масла сортов *S. montana* по фазам вегетации (целое растение), 2020–2022 гг.**

Компоненты эфирного масла *S. montana* карвакрол, тимол,  $\gamma$ -терпинен и *p*-цимен образуют единую цепочку биосинтеза с метаболической вилкой карвакрол-тимол и их предшественниками  $\gamma$ -терпиненом и *p*-цименом. Наличие этих компонентов в эфирном масле определяет его биологическую активность – антибактериальную, антиоксидантную и противовоспалительную. Высокое содержание карвакрола в эфирном масле *S. montana* (более 63 %) отмечено во все фазы вегетации растений, в фазе окончания цветения определено снижение содержания  $\gamma$ -терпинена на 3,49–15,46 % и увеличение *p*-цимена на 1,73–7,33 %. Максимальное количество тимола (3,36–3,97%) в эфирном масле сортов отмечено в фазе отрастания, затем его количество снижалось до 0,19–0,49 %.

Анализ эфирных масел изучаемых сортов *S. montana* не выявил качественных различий состава терпенов и терпеноидов, синтезируемых разными органами растений, но количественное соотношение их изменялось по фазам вегетации. Следует отметить высокое содержание карвакрола в листьях у сорта Мельхиор в фазах «массовое цветение» и «окончание цветения» (77,44 % и 73,77 % соответственно), у сорта Аргентум в фазе «начало цветения» (74,47 %) и у сорта Электрум в фазе «бутонизация» (74,59 %). В соцветиях трех сортов *S. montana* количество карвакрола находилось в пределах 65,18–79,15 %.

В фазе отрастания химический состав эфирного масла из целых растений был близок к химическому составу листьев (фракция листьев составляла 67,1–71,6 %), а в фазы бутонизации и цветения – к химическому составу соцветий (фракция соцветий – 59,8–79,2 %).

Из вышеприведенных данных следует, что техническим сырьем изучаемых сортов *S. montana*, выращиваемых в предгорной зоне Крыма для переработки и получения эфиромасличной продукции (эфирное масло, гидролат, фитоэкстракты, конкрет, абсолю и др.), является облиственная надземная часть растений в фазе массового цветения. Данная фаза оптимальна для уборки в предгорной зоне Крыма. По данным Марко Н. В. с соавторами, оптимальным сроком уборки сырья *S. montana* сорта Крымский изумруд в условиях Южного берега Крыма являлась фаза окончания цветения [3].

Таким образом, по мере развития растений чабера горного набор основных компонентов эфирного масла целых растений и их органов оставался постоянным (карвакрол, тимол,  $\gamma$ -терпинен и *p*-цимен). По фазам вегетации изменялось только количественное соотношение компонентов. Такая закономерность отмечена и для эфиромасличных растений других видов: *Elsholtzia stauntonii* Benth. в исследованиях Хлыпенко Л. А. с соавторами, *Salvia officinalis* L. – в исследованиях Работягова В. Д. с соавторами [32, 33].

Сырье изучаемых сортов *S. montana* было впервые оценено и как лекарственное. Установлено, что сырье *S. montana*, выращенное в предгорной зоне Крыма, кроме эфирного масла содержит значительное количество других видов БАВ: экстрактивных веществ (20,28–29,82 %), а также фенольных соединений (4,43–9,97 %), из них флавоноидов и фенолкарбоновых кислот (3,67–6,52 %), дубильных веществ (0,38–4,49 %). Выявлены различия в накоплении различных видов БАВ в процессе вегетации растений (таблица).

Содержание экстрактивных веществ в сырье сортов Мельхиор и Аргентум было максимальным в период формирования и роста вегетативных и генеративных органов (фазы отрастания – начала цветения). У сорта Электрум максимальное количество экстрактивных веществ содержалось в фазе отрастания.

В сырье сорта Мельхиор максимальное содержание общих фенольных соединений отмечено в фазе массового цветения, Аргентум – в фазе бутонизации – начала цветения и сорта Электрум – в фазы отрастания и массового цветения.

Таким образом, проведенные фитохимические исследования трех сортов *S. montana* показали вариабельность содержания эфирного масла и его компонентного состава, а также экстрактивных веществ и фенольных соединений (флавоноидов и фенолкарбоновых кислот, дубильных веществ) в процессе вегетации растений и по их органам. Полученные данные подтверждаются результатами исследований отечественных и зарубежных авторов для разных видов эфиромасличных растений (*Hyssopus officinalis* L., *Thymus vulgaris* L., *Monarda fistulosa* L., *Origanum vulgare* L., *Melissa officinalis* L., *Artemisia dracunculus* L., *Achillea millefolium* L., *Mentha* spp., *Lophanthus anisatus* (Nutt.) Benth., *Elsholtzia stauntonii* Benth., *Salvia officinalis* L., *Nepeta* spp.) [23–28].

**Таблица – Биохимические показатели качества воздушно-сухого сырья *S. montana*, 2020–2022 гг.**

| Фаза вегетации растений     | Массовая доля, %       |                            |                                            |                   |
|-----------------------------|------------------------|----------------------------|--------------------------------------------|-------------------|
|                             | экстрактивных веществ* | общих фенольных соединений | суммы флавоноидов и фенолкарбоновых кислот | дубильных веществ |
| Сорт Мельхиор               |                        |                            |                                            |                   |
| Отрастание                  | 26,76 ± 1,35           | 8,03 ± 1,43                | 5,97 ± 2,20                                | 2,06 ± 0,39       |
| Бутонизация-начало цветения | 26,25 ± 1,15           | 4,43 ± 2,27                | 3,67 ± 1,40                                | 0,76 ± 0,05       |
| Массовое цветение           | 25,21 ± 0,35           | 9,97 ± 3,24                | 5,48 ± 1,25                                | 4,49 ± 0,28       |
| Окончание цветения          | 21,48 ± 1,15           | 5,75 ± 0,09                | 5,37 ± 0,24                                | 0,38 ± 0,08       |
| Сорт Аргентум               |                        |                            |                                            |                   |
| Отрастание                  | 29,82 ± 0,57           | 6,99 ± 1,01                | 3,83 ± 0,03                                | 3,17 ± 0,59       |
| Бутонизация-начало цветения | 24,46 ± 1,30           | 7,29 ± 0,96                | 6,52 ± 0,71                                | 0,80 ± 0,08       |
| Массовое цветение           | 26,62 ± 2,67           | 6,04 ± 0,56                | 5,41 ± 0,46                                | 0,63 ± 0,08       |
| Окончание цветения          | 25,15 ± 1,55           | 6,00 ± 0,57                | 5,37 ± 0,47                                | 0,64 ± 0,11       |
| Сорт Электрум               |                        |                            |                                            |                   |
| Отрастание                  | 25,66 ± 1,79           | 7,03 ± 0,45                | 6,23 ± 0,99                                | 0,80 ± 0,29       |
| Бутонизация-начало цветения | 23,38 ± 0,50           | 6,28 ± 0,53                | 5,58 ± 1,11                                | 0,71 ± 0,25       |
| Массовое цветение           | 23,07 ± 0,46           | 6,94 ± 1,35                | 5,27 ± 0,07                                | 1,65 ± 0,58       |
| Окончание цветения          | 20,28 ± 0,14           | 6,67 ± 0,48                | 5,63 ± 1,02                                | 1,04 ± 0,28       |

**Примечание.** \* – извлекаемых 70 % водно-спиртовым раствором. Влажность сырья – на уровне 7,1–11,2 %, общая зола – 7,4–11,0 %.

Таким образом, установлены различия в количественном содержании и качестве вторичных метаболитов растений *S. montana* сортов Мельхиор, Аргентум и Электрум, убранных в различные фазы вегетации с учетом фракционного состава. Эти данные необходимо учитывать при подготовке эфиромасличного и лекарственного сырья для получения продуктов их переработки: эфирного масла с высоким содержанием ценных компонентов, а также растительного сырья с высоким содержанием биологически активных веществ, экстрактивных веществ и фенольных соединений разных групп.

### Выводы

В результате проведенных исследований определены особенности накопления эфирного масла трех сортов *S. montana* (Мельхиор, Аргентум, Электрум), выращенных в предгорной зоне Крыма, и показана вариабельность содержания эфирного масла и его компонентного состава по фазам вегетации и органам растений. Максимальное количество эфирного масла в растениях изучаемых сортов отмечено в

фазе массового цветения: сорт Мельхиор – 2,18 %, Аргентум – 2,32 %, Электрум – 2,14 % на а.с.м.

По химическому составу эфирного масла изучаемые сорта *S. montana* относятся к фенольному хемотипу с преобладанием карвакрола (не менее 63,0 %) во все фазы вегетации. К концу цветения отмечено снижение содержания  $\gamma$ -терпинена (на 3,49–15,46%) и тимола (до 0,19–0,49 %) и увеличение  $p$ -цимена (на 1,73–7,33%). Компонентный состав эфирного масла различных органов *S. montana* практически одинаков, а менялось только их количественное соотношение в процессе вегетации.

Сорта, выращенные в предгорной зоне Крыма, накапливают и другие виды вторичных метаболитов (экстрактивные вещества – 20,28–29,82 %, флавоноиды и фенолкарбоновые кислоты – 3,67–6,52 %, дубильные вещества – 0,38–4,49 %). При этом для каждого сорта характерны свои особенности накопления БАВ, определяющие оптимальные фазы вегетации заготовки сырья: для сортов Мельхиор и Электрум это фазы формирования вегетативных и генеративных органов (отрастание и начало цветения) и массовое цветение, для сорта Аргентум – фаза «отрастание – начало цветения».

### Литература

1. Марко Н. В., Логвиненко Л. А., Шевчук О. М., Феськов С. А. Аннотированный каталог ароматических и лекарственных растений коллекции Никитского ботанического сада. Симферополь: Ариал, 2018. С. 141–142.
2. Марко Н. В. Хлыпенко Л. А. Сравнительное изучение морфобиологических и биохимических признаков *Satureja montana* L. и *Satureja montana* ssp. *illyrica* (Host) Nyman (*Lamiaceae*) // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Проблемы и перспективы развития современной ландшафтной архитектуры». Симферополь: Ариал, 2017. С. 222–226.
3. Марко Н. В., Бакова Н. Н., Федотова И. А. Использование чабера горного (*Satureja montana* L.) при составлении пряных смесей // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2018. Т. 146. С.179–185. DOI: 10.25684/NBG.scbook.146.2018.29.
4. Паштецкий В. С., Невкрытая Н. В. Использование эфирных масел в медицине, ароматерапии, ветеринарии и растениеводстве (обзор) // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 1 (13). С. 18–40. DOI: 10.25637/TVAN2018.01.02.
5. Куевда Т. А., Паштецкий В. С., Остапчук П. С., Емельянов С. А., Уппе В. А. Особенности экстерьера цыплят-бройлеров кросса «КОББ-500» // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2020. № 10. С. 133–142. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-10-133-142.
6. Tepe B., Cilkiz M. A pharmacological and phytochemical overview on *Satureja* // Pharmaceutical Biology. 2016. Vol. 54 (3). P. 375–412. DOI: 10.3109/13880209.2015.1043560.
7. Постникова О. Н., Шевкопляс Л. А., Куевда Т. А., Сатаева Т. П., Кирсанова М. А., Логадырь Т. А. Влияние эфирного масла *Satureja montana* L. на рост культур условно-патогенных микроорганизмов // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 2022. Т. 99. № 6. С. 701–707. DOI: 10.36233/0372-9311-262.
8. Nemati Z., Talebi E., Khosravinezhad M., Golkari H. Chemical composition and antioxidant activity of Iranian *Satureja montana* // Science International. 2018. Vol. 6. Iss.1. P. 39–43. DOI: 10.17311/sciintl.2018.39.43.
9. Dodoš T., Novaković J., Vujisić L., Marin P. D., Rajčević N. Geographic variability of winter savory essential oil // Industrial Crops & Products. 2024. Vol. 210. Art. No. 118167. DOI: 10.1016/j.indcrop.2024.118167.
10. Maccelli A., Vitanza L., Imbriano A., Frascchetti C., Filippi A., Goldoni P., Maurizi L., Ammendolia M. G., Crestoni M. E., Fornarini S., Menghini L., Carafa M., Marianecci C., Longhi C., Rinaldi F. *Satureja montana* L. essential oils: chemical profiles/phytochemical screening, antimicrobial activity and o/w nanoemulsion formulations // Pharmaceutics. 2019. Vol. 12. No. 7. 20 p. DOI: 10.3390/pharmaceutics12010007.
11. Gul V., Seckin Dinler B., Coban F., Topcu E. Chemical composition of the essential oil of *Satureja spicigera* at different developmental stages from Central Black Sea region, Turkey // Journal of Stress Physiology and Biochemistry. 2022. Vol. 18. No. 2. P. 59–66.
12. Wesolowskai A., Grzeszczuk M., Jadczyk D. Influence of harvest term on the content of carvacrol,  $p$ -cymene,  $\gamma$ -terpinene and  $\beta$ -caryophyllene in the essential oil of *Satureja montana* // Not Bot Horti Agrobi. 2014. Vol. 42. No. 2. P. 392–397. DOI: 10.1583/nbha4229645.

13. Шутова А. Г., Спиридович Е. В., Кухарева Л. В., Кот А. А. Динамика количественных показателей накопления эфирных масел в растительном сырье семейства Lamiaceae // Материалы Международной научной конференции, посвященной 75-летию со дня образования ЦБС НАН Беларуси «Теоретические и прикладные аспекты интродукции растений как перспективного направления развития науки и народного хозяйства». Т. 2. Минск: Эдит ВВ, 2007. С. 182–184.
14. Невкрытая Н. В. Мишнев А. В. Актуальные направления биохимических исследований эфиромасличных растений (обзор. часть II). Анализ содержания и компонентного состава эфирного масла в растениях для целей селекции и семеноводства // Таврический вестник аграрной науки. 2019. № 1 (17). С. 71–82. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-1-17-71-82.
15. Маланкина Е. Л., Кузьменко А. Н., Зайчик Б. Ц., Ружицкий А. О., Евграфов А. А., Козловская Л. Н. Содержание и компонентный состав эфирного масла монарды дудчатой (*Monarda fistulosa* L.) в зависимости от фенологической фазы // Вестник Московского университета. Серия 2. Химия. 2021. Т. 62. № 1. С. 54–58.
16. Гладышева О. В., Олейникова Е. М. Онтогенез и семенная продуктивность *Satureja montana* при его интродукции в ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2014. № 3 (42). С. 35–40.
17. Ушакова И. Т., Беспалько Л. В., Харченко В. А., Молчанова А. В., Левко Г. Д. Изменчивость основных хозяйственно ценных признаков у чабера горного (*Satureja montana* L.) сорта Бобрин // Овощи России. 2019. № 3. С. 25–29. DOI: 10.18619/2072-9146-2019-3-25-29.
18. Платонова Т. В. Оценка перспективных клонов чабера горного (*Satureja montana* L.) в предгорном Крыму // Сборник статей по материалам XLIV международной научно-практической конференции «Инновации в науке». Новосибирск: СибАК, 2015. 4 с.
19. Савчук Л. П. Климат предгорья Крыма и эфироносы. Симферополь: ЧП «Эльиньо», 2006. 76 с.
20. Запрометов М. Н. Основы биохимии фенольных соединений. М.: Высшая школа, 1974. 214 с.
21. Федосеева Г. М. Способ определения полифенольных соединений. Иркутск, 1988. АСС № 125708.
22. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Альянс, 2011. 350 с.
23. Пехова О. А., Тимашева Л. А., Данилова И. Л., Белова И. В. Динамика накопления биологически активных веществ в растениях *Hyssopus officinalis* L., выращиваемых в предгорной зоне Крыма // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 4(28). С. 138–148. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-4-28-138-148.
24. Пехова О. А., Тимашева Л. А., Данилова И. Л., Белова И. В. Особенности накопления биологически активных веществ в растениях *Elsholtzia stauntonii* Benth., выращиваемых в предгорной зоне Крыма // Аграрный вестник Урала. 2020. № 11 (202). С. 76–84. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-202-11-76-84.
25. Пехова О. А., Тимашева Л. А., Данилова И. Л., Белова И. В. Исследование накопления биологически активных веществ в растениях двух хемотипов *Thymus vulgaris* L., произрастающих в Крыму // Таврический вестник аграрной науки. 2022. № 4. С. 167–180.
26. Высочина Г. И. Род *Monarda* L. (Lamiaceae): химический состав, биологическая активность и практическое применение (обзор) // Химия в интересах устойчивого развития. 2020. Т. 28. № 2. С. 107–123. DOI: 10.15372/KhUR2020209.
27. Dzhumaev H. K., Umirzakova G. E. Of essential oils from plants and their change with vegetative phases as an example of Asian mint (*Mentha asiatica* Boriss) // Spectrum Journal of Innovation, Reforms and Development. 2022. No.10. P. 229–231.
28. Farhadi N., Babaei K., Farsaraei S., Moghaddam M., Pirbalouti A. G. Changes in essential oil compositions, total phenol, flavonoids and antioxidant capacity of *Achillea millefolium* at different growth stages // Industrial Crops and Products. 2020. Vol. 152. Art. No. 112570. DOI: 10.1016/j.indcrop.2020.112570.
29. Saeb K., Gholamrezaee S. Variation of essential oil composition of *Melissa officinalis* L. leaves during different stages of plant growth // Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. 2012. Vol.2. Iss. 2. P. 547–549. DOI: 10.1016/S2221-1691(12)60271-8.
30. Коваленко Н. А., Супиченко Г. Н., Леонтьев В. Н., Шутова, А. Г., Спиридович Е. В., Кухарева, Л. В. Динамика накопления и компонентный состав эфирных масел некоторых видов рода *Salvia* L. // Труды БГУ. 2010. Т. 5. Ч. 2. С. 27–33.
31. Стоянова А., Георгиева А., Георгиев Е. Содержание эфирного масла в сырье чабера горного и тимьяна ползучего // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2000. № 5–6. С. 15–16.
32. Хлыпенко Л. А., Орёл Т. И. Компонентный состав эфирного масла *Elsholtzia Stauntonii* сорта Розовое облако // Бюл. ГНБС. 2016. Вып. 118. С. 23–27.
1. Работягов В. Д., Кутько С. П. Изучение компонентного состава эфирного масла в вегетативных и генеративных органах шалфея лекарственного // Бюллетень ГНБС. 2016. Вып. 119. С. 26–30.

## References

1. Marko N. V., Logvinenko L. A., Shevchuk O. M., Feskov S. A. Annotated catalog of aromatic and medicinal plants of the collection of the Nikitsky Botanical Garden. Simferopol: Arial, 2018. P. 151–152.
2. Marko N. V., Khlypenko L. A. Comparative study of morphobiological and biochemical features of *Satureja montana* L. and *Satureja montana* ssp. *illyrica* (Host) Nyman (Lamiaceae) // Proceedings of the All-Russian scientific and practical conference with international participation “Problems and prospects of development of modern landscape architecture”. Simferopol: Arial, 2017. P. 222–226.
3. Marko N. V., Bakova N. N., Fedotova I. A. The use of the in the *Satureja montana* L. preparation of spicy mixtures // Works of the State Nikit. Botan. Gard. 2018. Vol. 146. P. 179–185. DOI: 10.25684/NBG.scbook.146.2018.29.
4. Pashtetskiy V. S., Nevkrytaya N. V. Use of essential oils in medicine, aromatherapy, veterinary and crop production (review) // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2018. No. 1 (13). P. 18–40. DOI: 10.25637/TVAN2018.01.02.
5. Kuevda T. A., Pashtetskiy V. S., Ostapchuk P. S., Emelianov S. A., Uppe V. A. The features of the exterior of broilers of the ‘KOB-500’ cross // Bulletin of KSAU. 2020. No. 10. P. 133–142. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-10-133-142.
6. Tepe B., Cilkiz M. A pharmacological and phytochemical overview on *Satureja* // Pharmaceutical Biology. 2016. Vol. 54 (3). P. 375–412. DOI: 10.3109/13880209.2015.1043560.
7. Postnikova O. N., Shevkoplyas L. A., Kuevda T. A., Sataeva T. P., Kirsanova M. A., Logadyr T. A. Effect of the essential oil of *Satureja montana* L. on the growth of cultures of conditionally pathogenic microorganisms // Journal of Microbiology, Epidemiology and Immunobiology. 2022. Vol. 99. No. 6. P. 701–707. DOI: 10.36233/0372-9311-262.
8. Nemati Z., Talebi E., Khosravine M., Golkari H. Chemical composition and antioxidant activity of Iranian *Satureja montana* // Science International. 2018. Vol. 6. Iss.1. P. 39–43. DOI: 10.17311/sciintl.2018.39.43.
9. Dodoš T., Novaković J., Vujisić L., Marin P. D., Rajčević N. Geographic variability of winter savory essential oil // Industrial Crops & Products. 2024. Vol. 210. Art. No. 118167. DOI: 10.1016/j.indcrop.2024.118167.
10. Maccelli A., Vitanza L., Imbriano A., Frascchetti C., Filippi A., Goldoni P., Maurizi L., Ammendolia M. G., Crestoni M. E., Fornarini S., Menghini L., Carafa M., Marianecchi C., Longhi C., Rinaldi F. *Satureja montana* L. essential oils: chemical profiles/phytochemical screening, antimicrobial activity and o/w nanoemulsion formulations // Pharmaceutics. 2019. Vol. 12. No. 7. 20 p. DOI: 10.3390/pharmaceutics12010007.
11. Gul V., Seckin Dinler B., Coban F., Topcu E. Chemical composition of the essential oil of *Satureja spicigera* at different developmental stages from Central Black Sea region, Turkey // Journal of Stress Physiology and Biochemistry. 2022. Vol. 18. No. 2. P. 59–66.
12. Wesolowskai A., Grzeszczuk M., Jadczyk D. Influence of harvest term on the content of carvacrol, p-cymene,  $\gamma$ -terpinene and  $\beta$ -caryophyllene in the essential oil of *Satureja montana* // Not Bot Horti Agrobo. 2014. Vol. 42. No. 2. P. 392–397. DOI: 10.1583/nbha4229645.
13. Shutova A. G., Spiridovich E. V., Kukhareva L. V., Kot A. A. Quantitative characteristics’ dynamics of essential oil accumulation in plant materials of the Lamiaceae family // Materials of the International Scientific Conference dedicated to the 75th anniversary of the foundation of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus “Theoretical and applied aspects of plant introduction as a promising direction for the development of science and the national economy”, 2007. Vol. 2. P. 182–184.
14. Nevkrytaya N. V., Mishnev A. V. Actual and contemporary directions of biochemical research of oil-bearing aromatic plants (review, part II). Analysis of the content and component composition of the essential oil in plants for the purpose of breeding and seed growing // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2019. No. 1 (17). P. 71–82. DOI: 10.33952/2542-0720-2019-1-17-71-82.
15. Malankina E. L., Kuzmenko A. N., Zaichik B. Ts., Ruzhitsky A. O., Yevgrafov A. A., Kozlovskaya L. N. Content and component composition of essential oil of monarda housed in various phenophases // Moscow University Chemistry Bulletin. 2021. Vol. 62. No. 1. P. 54–58.
16. Gladysheva O. V., Oleynikova E. M. Ontogenesis and seed productivity of *Satureja montana* at introduction in the Central Chernozem Region // Vestnik of Voronezh State Agrarian University. 2014. No. 3 (42). P. 35–40.
17. Ushakova I. T., Bepalko L. V., Kharchenko V. A., Molchanova A. V., Levko G. D. Variability of the main economic valuable traits of mountain savory (*Satureja montana* L.) in ‘Bobrik’ varieties // Vegetable crops of Russia. 2019. No. 3. P. 25–29. DOI: 10.18619/2072-9146-2019-3-25-29.
18. Platonova T. V. Evaluation of promising clones of winter savory (*Satureja montana* L.) in the pre-mountain Crimea // Innovations in Science (collection of articles based on the materials of the XLIV international scientific and practical conference). 2015. No. 4 (41). P. 57–61.
19. Savchuk L. P. The climate of the foothill areas of the Crimea and essential oil crops. Simferopol: El’in’o, 2006. 76 p.
20. Zaprometov M. N. Fundamentals of biochemistry of phenolic compounds. Moscow: Vysshaya shkola, 1974. 214 p.

21. Fedoseeva G. M. A method for determining polyphenolic compounds. Irkutsk. 1988. ASS. No. 125708.
22. Dospekhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Alliance, 2011. 350 p.
23. Pekhova O. A., Timasheva L. A., Danilova I. L., Belova I. V. Dynamics of accumulation of biologically active substances in *Hyssopus officinalis* L. plants grown in the foothill zone of Crimea // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2021. No. 4 (28). P. 138–148. DOI: 10.33952/2542-0720-2021-4-28-138-148.
24. Pekhova O. A., Timasheva L. A., Danilova I. L., Belova I. V. Accumulation of biologically active substances in plants of *Elsholtzia stauntonii* Benth. grown in the foothill zone of the Crimea // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. No. 11 (202). P. 76–84. DOI: 10.32417/1997-4868-2020-202-11-76-84.
25. Pekhova O. A., Timasheva L. A., Danilova I. L., Belova I. V., Platonova T. V. Accumulation of biologically active substances in plants of two *Thymus vulgaris* L. chemotypes grown in the foothill zone of Crimea // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2022. No. 4. P. 167–180.
26. Vysochina G. I. Genus *Monarda* (Lamiaceae): chemical composition, biological activity and practical application (a review) // Chemistry for Sustainable Development. 2020. Vol. 28. No. 2. P. 107–123. DOI: 10.15372/KhUR2020209.
27. Dzhumaev H. K., Umirzakova G. E. Of essential oils from plants and their change with vegetative phases as an example of Asian mint (*Mentha asiatica* Boriss) // Spectrum Journal of Innovation, Reforms and Development. 2022. No. 10. P. 229–231.
28. Farhadi N., Babaei K., Farsaraei S., Moghaddam M., Pirbalouti A. G. Changes in essential oil compositions, total phenol, flavonoids and antioxidant capacity of *Achillea millefolium* at different growth stages // Industrial Crops and Products. 2020. Vol. 152. Art. No. 112570. DOI: 10.1016/j.indcrop.2020.112570.
29. Saeb K., Gholamrezaei S. Variation of essential oil composition of *Melissa officinalis* L. leaves during different stages of plant growth // Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. 2012. Vol. 2. Iss. 2. P. 547–549. DOI: 10.1016/S2221-1691(12)60271-8.
30. Kovalenko N. A., Supichenko G. N., Leontiev V. N., Shutova A. G., Spiridovich E. V., Kukhareva L. V. The accumulation dynamics and composition of essential oils from different *Salvia* L. species // Proceedings of the Belarusian State University. 2010. Vol. 5. Part 2. P. 27–33.
31. Stoyanova A., Georgieva A., Georgiev E. The content of essential oil in raw materials of mountain savory (*Satureja montana*) and creeping thyme (*Thymus serpyllum*) // News of institutes of higher education. Food technology. 2000. No. 5–6. P. 15–16.
32. Khlypenko L. A., Orel T. I. Component composition of *Elsholtzia Stauntonii* essential oil, Rozovoye oblako cultivar // Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. 2016. Iss. 118. P. 23–27.
33. Rabotyagov V. D., Kutko S. P. Research of essential oil component composition in vegetative and generative organs of *Salvia officinalis* // Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. 2016. Iss. 119. P. 26–30.

UDC 633. 81:665. 52/53

Pekhova O. A., Timasheva L. A., Danilova I. L., Belova I. V.

# **ACCUMULATION OF SECONDARY METABOLITES IN SATUREJA MONTANA PLANTS UNDER CONDITIONS OF THE FOOTHILL ZONE OF CRIMEA**

**Summary.** The aim of the research was to study the peculiarities of accumulation of secondary metabolites in *Satureja montana* plants, with a view to determining the optimal time for harvesting raw materials with a high content of biologically active substances (BAS) in the foothill zone of Crimea. The present study focused on the three varieties of *S. montana* ('Melkhior', 'Argentum' and 'Electrum') bred by the scientists of the Research Institute of Agriculture of Crimea. The objects of research – freshly cut and air-dried plants grown on the experimental site of the Institute (Krymskaya Roza village, Belogorsk district) in 2020–2022. Research methods – generally accepted. The peculiarities of accumulation of secondary metabolites in plants by organs and growth stage were determined. The character of accumulation of essential oil in three studied varieties by vegetation phases was found to be identical. The maximum content was observed in the phase of mass flowering (2.14–2.32 % on absolutely dry weight), which can be considered the optimal time for harvesting technical raw materials for obtaining essential oil. As demonstrated by the chemical composition of the essential oils, all the varieties under study belong to the phenolic type, with carvacrol being the predominant compound, representing a minimum of

63% of the total composition, across all phases of vegetation. The component composition of the essential oil from various organs of *S. montana* plants found to be almost identical. However, fluctuations in the percentage ratio of components were observed during the vegetation period. For each variety, peculiarities of the accumulation of extractive substances and phenolic compounds were determined. The optimal time for harvesting raw materials of 'Melkhior' and 'Electrum' for medicinal purposes was determined to be during phases of vegetative and generative organs formation (i.e. regrowth and beginning of flowering) and mass flowering, while for the 'Argentum' variety – phase of regrowth-beginning of flowering, when the maximum amount of biologically active substances accumulated. Complex use of raw materials of the studied *S. montana* varieties in production will allow to expand the range of essential oils and pharmaceutical products.

**Keywords:** *Satureja montana* L., raw materials, essential oil, phenolic compounds, extractive substances, growth stage, plant organs, carvacrol.

Пехова Ольга Антоновна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории переработки и стандартизации эфиромасличного сырья, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: isocrimea@gmail.com.

Тимашева Лидия Алексеевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории переработки и стандартизации эфиромасличного сырья ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: isocrimea@gmail.com.

Данилова Ирина Львовна, научный сотрудник лаборатории переработки и стандартизации эфиромасличного сырья, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: isocrimea@gmail.com.

Белова Ирина Викторовна, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории переработки и стандартизации эфиромасличного сырья, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: isocrimea@gmail.com.

Pekhova Olga Antonovna, Cand. Sc. (Agr.), leading researcher, Laboratory of processing and standardization of essential oil raw materials, FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea"; 150, Kievskaya str., Simferopol, 295493, Russia; e-mail isocrimea@gmail.com.

Timasheva Lidia Alekseevna, Cand. Sc. (Agr.), leading researcher, Laboratory of processing and standardization of essential oil raw materials, FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea"; 150, Kievskaya str., Simferopol, 295493, Russia; e-mail: isocrimea@gmail.com.

Danilova Irina Lvovna, researcher, Laboratory of processing and standardization of essential oil raw materials, FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea"; 150, Kievskaya str., Simferopol, 295493, Russia; email: isocrimea@gmail.com.

Belova Irina Viktorovna, Cand. Sc. (Agr.), senior researcher, Laboratory of processing and standardization of essential oil raw materials, FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea"; 150, Kievskaya str., Simferopol, 295493, Russia; e-mail isocrimea@gmail.com.

*Работа выполнена в рамках государственного задания № FNZW-2022-0009 «Изучение метаболомики перспективного эфиромасличного, масличного и лекарственного сырья и его технологических особенностей для получения целевых биологически активных соединений при переработке» при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ.*

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*Настоящая статья не содержит каких-либо исследований с участием людей и животных в качестве объектов исследований.*

*Дата поступления в редакцию – 04.02.2025.*

*Дата принятия к печати – 11.04.2025.*