

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОРТА ЗЛАТОСЛАВ
В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ

М. Ю. Грязнов, О. М. Савченко, Я. Ф. Копытько

Реферат. Исследования проводили с целью определения содержания биологически активных соединений в тысячелистнике таволгового сорта Златослав в разные фенологические фазы для совершенствования технологий его возделывания. Объектом исследования служили средневозрастные растения тысячелистника таволгового сорта Златослав, культивируемые в полевом севообороте. Работу выполняли в 2022–2024 годы в Московской области. Полевые опыты и биометрические измерения проводили согласно методикам, принятым в лекарственном растениеводстве. Содержание эфирного масла определяли методом гидродистилляции в воздушно сухом сырье. Для оценки состава и содержания полифенольных соединений в траве тысячелистника таволгового в фазы бутонизации и цветения использовали методы тонкослойной хроматографии и спектрофотометрии. Для количественного определения фенольных соединений использовали метод спектрофотометрии. Содержание суммы флавоноидов оценивали после реакции комплексообразования с алюминия хлоридом. Тысячелистник таволговый можно отнести к летнецветущим видам. Период от начала вегетации до массового плодоношения составляет 130...145 дней. Урожайность травы, соцветий и семян незначительно варьировала с тенденцией к увеличению по годам, достигая максимальных значений на четвертый год жизни ($11,9 \pm 1,10$ т/га, $2,5 \pm 0,21$ т/га и $221 \pm 20,8$ кг/га соответственно). Содержание эфирного масла в соцветиях тысячелистника таволгового оставалось стабильным, независимо от возраста растений и условий года наблюдения. В фазе массовой бутонизации оно составляло 0,48...0,51%, в фазе массового цветения – 0,66...0,68% воздушно-сухого сырья. Соцветия тысячелистника таволгового характеризовались высоким содержанием фенольных веществ (до 4,52%) и флавоноидов (до 1,83%). Возделывание тысячелистника таволгового имеет ряд неоспоримых преимуществ. В условиях Нечерноземной зоны РФ он формирует значительную биомассу, отличается одновременным переходом к бутонизации и цветению, содержание эфирного масла в сырье стабильно по годам. При рациональном землепользовании *A. filipendulina* может быть востребован в качестве лекарственного растительного сырья для получения полифенолов.

Ключевые слова: тысячелистник таволголистный (*Achillea filipendulina* Lam.), урожайность, фенольные соединения, флавоноиды, эфирное масло.

Введение. Тысячелистник таволговый (*Achillea filipendulina* Lam.) – вид рода *Achillea* L. (тысячелистник) семейства *Asteraceae*, произрастающий в Центральной и Юго-Западной Азии (Афганистан, Ирак, Пакистан, Иран, Турция, Казахстан) [1, 2]. Часто встречается в Таджикистане [3]. *A. filipendulina* Lam. – травянистое многолетнее корневищное растение высотой до 120 см. Листья ажурная, серо-зеленого цвета. Желтые цветочные корзинки собраны в плоские щитки диаметром до 13 см. Краевые цветки имеют золотистый оттенок. Цветение от месяца и дольше. Эфиромасличное, лекарственное и декоративное растение, хороший медонос. Иногда используется в качестве пряности, запах слабоароматный, вкус слабо-пряный и терпкий, но в больших количествах может вызвать отравление. В диком виде на территории России *A. filipendulina* Lam. встречается на Кавказе: от низменности до среднего горного пояса, редко в верхнем горном поясе. Растет среди полупустынной растительности у дорог в предгорьях, на галечниках, по краям посевов, на горных лугах. *A. filipendulina* Lam. – летне-цветущий вид, гемикриптофит, ксеромезофит, относится к пустынному географическому типу и туранскому классу [4].

Вид натурализован и культивируется в Северной Америке, Новой Зеландии, Европе и на Ближнем Востоке. Выращивается также на

срезку, в том числе для составления зимних букетов. В странах Западной Европы и США активно ведется селекция *A. filipendulina* Lam. на декоративные свойства. Gold Plate, Cloth of Gold, Coronation Gold, Moonshine, Hella Glashoff, Schwellenburg, Feuerland – наиболее известные сорта, которые характеризуются яркой окраской соцветий преимущественно в золотисто-желтой гамме [5].

В России этот вид успешно интродуцирован в ботанических садах, однако в условиях агроценоза в Нечерноземной зоне до последнего времени не возделывался [6]. В 2021 году впервые в России создан сорт тысячелистника таволгового Златослав, оригинатором которого выступает ФГБНУ ВИЛАР [7].

Растения рода *Achillea* занимают важное место как источник биологически активных веществ, среди которых заметную роль играют полифенольные соединения, поскольку они обладают доказанным антиоксидантным, противовоспалительным, антивозрастным, противомикробным, противоаллергическим, противоопухолевым, антигипертензивным действием [8, 9, 10].

В связи с необходимостью поиска новых сильнодействующих противомикробных препаратов вследствие резистентности микробов, препараты на основе сырья тысячелистника таволгового могут служить в качестве дополнения к антибиотикотерапии [8, 11].

Экстракты *A. filipendulina* обладают ингибирующей активностью в отношении большинства патогенных микроорганизмов [11, 12].

В эфирном масле тысячелистника таволгового из Сербии идентифицировано 59 соединений, доминировали 1,8-цинеол в сочетании с цис-туйоном [9]. В образцах травы из Ирана в стеблях, листьях и цветках обнаружено 16, 53 и 35 соединений соответственно. Основными компонентами эфирного масла выступают у первого хемотипа: сантолиновый спирт, карвакрол, спатуленол, нерилацетат, транс-кариофилленоксид (стебли); у второго – 1,8-цинеол, камфора, аскаридол, транс-изоаскаридол, оксид пиперитона (листья); транс-изоаскаридол, аскаридол, камфора 1,8-цинеол, п-цимен (цветки).

В условиях Черноземья РФ преобладающими из 39 обнаруженных веществ в составе эфирного масла *A. filipendulina* Lam. выступают монотерпеновые спирты (неоментогликолы – 33,5%, борнеол – 6,6%, вербенол – 5,5%), монотерпены (о-цимен – 3,5%, сантолина триен – 2,21%) и монотерпеновые сложные эфиры (борнил ацетат – 1,88%) [12].

Установлено, что эфирное масло обладает антибактериальными свойствами как в отношении грамположительных, так и грамотрицательных бактерий [11]. Эфирное масло тысячелистника таволгового может рассматриваться как более активный в подавлении размножения бактерий антимикробный компонент [12].

В экстракте *A. filipendulina* из Ирана были идентифицированы полифенолы, основными из которых были хлорогеновая кислота, лютеолин, кверцетин и кофейная кислота. Выявлен выраженный антигликативный, антиоксидантный и противомикробный потенциал этого вида благодаря высокому содержанию полифенолов [13].

Надземная часть тысячелистника таволгового используется в народной медицине при заболеваниях сердца, желудочно-кишечного тракта, при геморрое [1, 14]. Сесквитерпеноиды, эфирное масло проявляют антифунгальную, антибактериальную, противоопухолевую и антиоксидантную активности [14]. Настой из соцветий и листьев, а также сумма флавоноидов в эксперименте оказывают диуретическое действие, отвар из соцветий – болеутоляющее при головных болях. Эфирное масло может быть использовано в качестве ароматизатора пищевых и парфюмерно-косметических изделий [12, 15].

Тысячелистник имеет важное экологическое значение. Культивирование *A. filipendulina* на почвах, загрязненных нефтяными углеводородами, приводит к их деградации, что может объясняться способностью корней растения разлагать нефтяные углеводороды в загрязненной почве [16].

В проведенных нами ранее исследованиях были установлены фенологические фазы, когда содержание суммы фенольных

соединений, флавоноидов и эфирного масла в сырье лекарственных растений семейства *Asteraceae* достигало максимальных значений [17].

По литературным данным известно, что выход и состав эфирного масла, содержание полифенолов у растений тысячелистника таволгового изменялись в зависимости от фенологической фазы. Так, выход эфирного масла составлял от 0,22% (в начале отрастания) до 0,78% на стадии массового цветения. Извлечения из надземной части тысячелистника таволгового, собранного в начале цветения, проявляли наибольшую антиоксидантную активность [18].

Определение зависимости накопления вторичных метаболитов от фазы вегетации в НЧЗ РФ даст возможность прогнозировать сроки заготовки сырья с требуемым содержанием биологически активных веществ.

Цель исследований – определить содержание эфирного масла и фенольных соединений в тысячелистнике таволговом сорта Златослав в разные фенологические фазы для совершенствования технологий его возделывания.

Условия, материалы и методы. Объектом исследования служили средневозрастные растения тысячелистника таволгового сорта Златослав селекции ВИЛАР, культивируемые в полевом севообороте.

Работу выполняли в полевых условиях ФГБНУ ВИЛАР в 2022–2024 годы. Почва опытного участка ВИЛАР дерново-подзолистая тяжелосуглинистая, имела следующие агрохимические показатели: содержание гумуса – 2,9% (по Тюрину); подвижного фосфора и калия (по Кирсанову) – соответственно 24 и 72 мг/кг. Реакция среды слабокислая (рН KCl 5,3 ед.); Нг – 2,9 мг-экв/100 г. Опыт проводили в питомнике *A. filipendulina* Lam., заложенном в 2021 году. Нормы высева – 4 кг/га.

Фенологические наблюдения, биометрические измерения и полевые опыты проводили согласно методикам, принятым в лекарственном растениеводстве [19, 20, 21].

Определение коэффициентов корреляции, вычисление достоверности различий по вариантам опыта проводили с применением дисперсионного анализа и расчетом доверительного интервала на основе t-коэффициента Стьюдента при уровне значимости $P \leq 0,05$. Для каждого изучаемого признака определяли его среднее значение (M), ошибку среднего (m) и коэффициент вариации (C_v %).

Погодные условия Московской области в ходе проведения опытов уточняли на интернет-ресурсе «Климатический монитор» [22].

Эфиромасличным и лекарственным сырьем у тысячелистника таволгового служат соцветия [4]. Содержание эфирного масла в соцветиях определяли в фазе бутонизации и в фазе массового цветения. Сырье высушивали в затемненном помещении при температуре 22...25°C [23].

Содержание эфирного масла в соцветиях определяли по ОФС.1.5.2.0001 методом гидро-дистилляции воздушно сухого сырья, время отгонки – 2 часа [24].

В собранном в фазы бутонизации и цветения сырье *A. filipendulina* Lam. (соцветия) определяли состав и содержание полифенольных соединений методами тонкослойной хроматографии (ТСХ) и спектрофотометрии. Содержание суммы флавоноидов оценивали после реакции комплексообразования с алюминия хлоридом.

Содержание суммы фенольных веществ в пересчете на хлорогеновую кислоту в лекарственном растительном сырье (ЛРС) в % (X,%) вычисляли по формуле:

$$X = \frac{A \cdot a_0 \cdot 50 \cdot 1 \cdot 25 \cdot P \cdot 100 \cdot 100}{A_0 \cdot a \cdot 25 \cdot 25 \cdot 1 \cdot (100 - W)},$$

где: A_0 – оптическая плотность раствора стандартного образца (СО) (раствор Б) хлорогеновой кислоты; A – оптическая плотность испытуемого раствора; a_0 – навеска СО

хлорогеновой кислоты, г; a – навеска сырья, г; P – содержание основного вещества в СО хлорогеновой кислоты, %.

Содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин в ЛРС в % (X, %) вычисляли по той же формуле, где: A_0 – оптическая плотность раствора Б СО рутин; A – оптическая плотность испытуемого раствора; a_0 – навеска СО рутин, г; a – навеска сырья, г; P – содержание основного вещества в СО рутин, %.

Результаты и обсуждение. Зимние периоды 2022–2024 годы можно считать достаточно теплыми: температура зимних месяцев была выше средних многолетних значений на 2...4%, а сумма выпавших осадков с ноября по март не превышала среднюю многолетнюю более, чем на 16% (2023 год). Снеготаяние отмечали с конца III декады марта по начало I декады апреля. Даты наступления основных фенологических фаз у растений тысячелистника таволгового существенно варьировали (табл. 1).

Таблица 1 – Начало наступления основных фенологических фаз (2022–24 годы)

Фаза	Начало наступления
Отрастание	11...18 апреля
Начало бутонизации – массовая бутонизация	25...30 мая – 5...9 июня
Начало цветения – массовое цветение	25...29 июня – 3...8 июля
Начало плодоношения – массовое плодоношение	16...20 августа – 2...9 сентября

Продолжительность периода от начала вегетации до массового плодоношения сорта Златослав составляет 130...145 дней, что вполне вписывается в вегетационный период Нечерноземной

зоны.

Изменчивость морфологических признаков растений тысячелистника таволгового характеризовалась различной степенью выраженности (табл. 2).

Таблица 2 – Изменчивость морфологических признаков растений *A. filipendulina* Lam. сорта Златослав

Признак	Среднее значение	CV%
Высота, см	70,1±2,2	7,9
Число генеративных побегов, шт./растение	19,4±2,0	19,2
Масса 1000 семян, г	0,115±0,033	6,7
Диаметр соцветия, см	9,3±0,6	8,4
Число корзинок в одном соцветии, шт.	90,2±9,4	16,7
Длина листа, см	16,0±1,3	14,9
Ширина листа, см	6,2±0,6	15,6

Средняя фенотипическая изменчивость отмечена по числу генеративных побегов (19,2%), числу корзинок в одном соцветии (16,7%), ширине листа (15,6%) и длине листа (14,9%). Наименьшая в опыте изменчивость отмечена по диаметру соцветия (18,4%) и

высоте (7,9%).

Урожайность травы (11,9 т/га), соцветий (2,5 т/га) и семян (221 кг/га) незначительно колебалась с тенденцией к увеличению по годам, достигая максимальных в опыте значений на четвертый год жизни (табл. 3).

Таблица 3 – Урожайность семян и сухого сырья *A. filipendulina* Lam. сорта Златослав

Урожайность	2 г.ж. / 2022	3 г.ж. / 2023	4 г.ж. / 2024
Трава, т/га	10,1±1,0	10,5±1,0	11,9±1,1
Соцветия, т/га	2,0±0,2	2,2±0,2	2,5±0,2
Семена, кг/га	193±15	205±19	221±21

Содержание эфирного масла в соцветиях тысячелистника таволгового оставалось стабильным, независимо от возраста растений и условий года наблюдения:

в фазе массовой бутонизации величина этого показателя составляла 0,48...0,51%, а в фазе массового цветения – 0,66...0,68% (рис. 1).

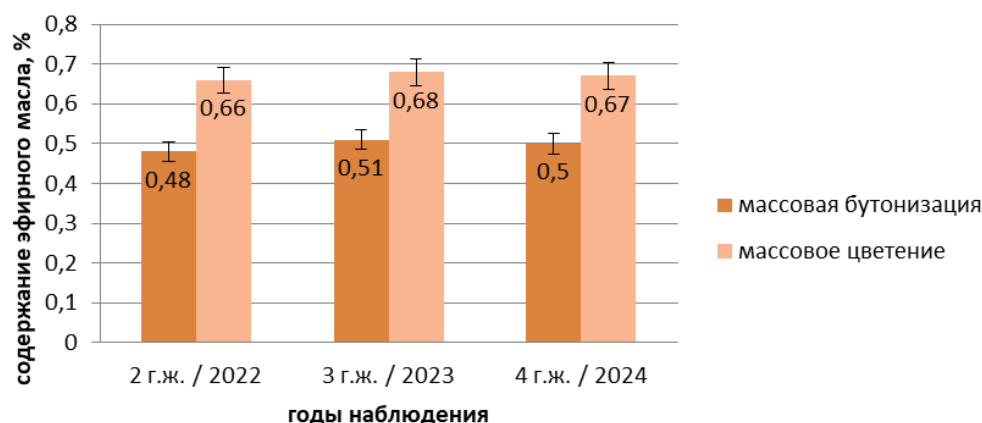


Рис. 1 – Содержание эфирного масла в зависимости от возраста растения и фазы вегетации, %

В среднем за три года исследований содержание эфирного масла в соцветиях тысячелистника таволгового в фазе массового цветения было выше в 1,3...1,4 раза, чем в фазе массовой бутонизации. Следует отметить отсутствие существенной разницы по этому показателю в годы исследований, что объясняется сходными температурными условиями и низкой требовательностью тысячелистника таволгового к влажности [7].

Содержание фенольных веществ в образцах высокое, причем величина этого показателя биопродуктивности была выше в сырье, заготовленном в фазе бутонизации, чем в фазе цветения: общее количество фенольных веществ в пересчете на хлорогеновую

кислоту – выше в 3 раза, сумма флавоноидов в пересчете на рутин – также в 3 раза. Следовательно, фенольных кислот во время бутонизации накапливается в растении больше, затем, во время цветения, их количество заметно снижается.

При сравнении хроматограмм извлечений экстрактивных веществ из двух проб сырья, выявлено, что по количеству зон адсорбции и положению их на хроматограмме они совпадают, но имеется существенная разница в интенсивности зон, которая свидетельствует о том, что в извлечении экстрактивных веществ из сырья, заготовленного во время бутонизации фенолкарбоновых кислот и рутина значительно больше, также обнаружено больше хлорофилла (рис. 2).

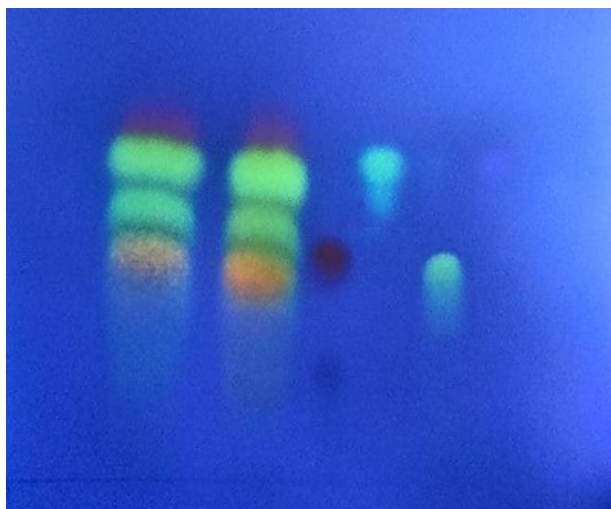


Рис. 2 – Хроматограмма извлечения из двух проб сырья *A. filipendulina*

На хроматограмме раствора на рисунке 3 показаны активные зоны адсорбции с флуоресценцией синего цвета на уровне зоны СО кофейной кислоты и оранжевого цвета – на уровне зоны СО рутина. Выделены зоны адсорбции с флуоресценцией голубого цвета ниже зоны рутина (хлорогеновая кислота), между зоной рутина и кофейной кислоты, которые можно отнести к

фенолкарбоновым кислотам. Зоны адсорбции красноватого цвета с R_f около 0,7 относятся к хлорофиллу.

Изучение спектров поглощения в области 200...400 нм показало максимум при 330 ± 1 нм и плечо при 302 нм. Такой диапазон типичен для поглощения соединений фенольной природы – фенолкарбоновых кислот, флавоноидов и дубильных веществ (рис. 3).

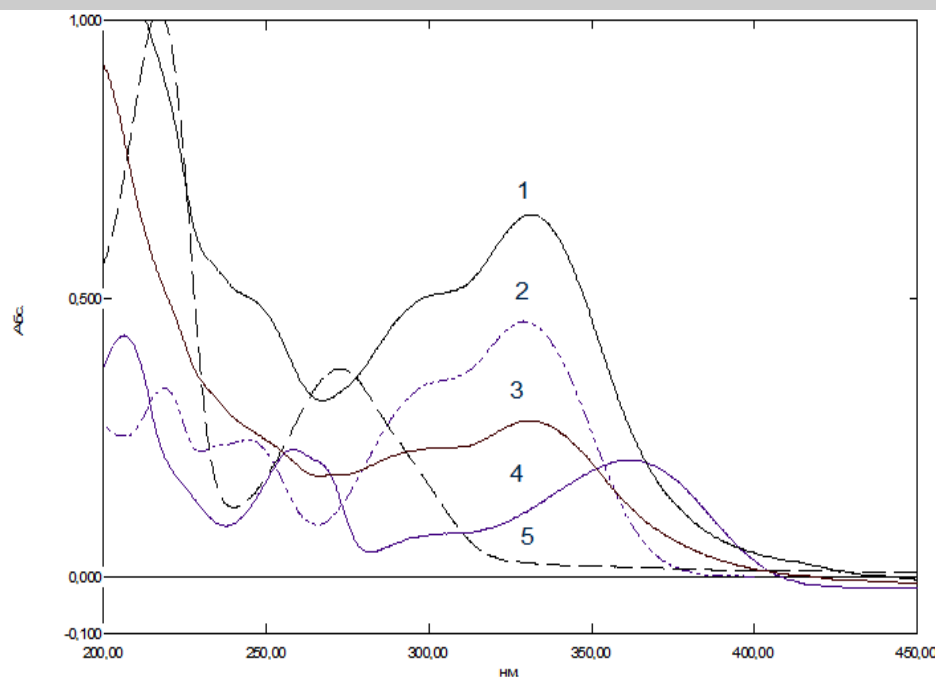


Рис. 3 – Спектры поглощения: 1 – тысячелистник бутонизация; 2 – хлорогеновая кислота СО; 3 – тысячелистник цветение; 4 – рутин СО; 5 – галловая кислота СО

Учитывая данные ТСХ и спектры поглощения представляется возможным полагать, что среди фенольных веществ преобладают фенолкарбоновые кислоты. Из этого следует, что в поглощении имеется вклад всех указанных групп веществ. В этой связи целесообразно оценивать суммарное содержание фенольных

веществ в пересчете на хлорогеновую кислоту. Спектр извлечения из тысячелистника и УФ-спектр хлорогеновой кислоты обладают схожими спектральными характеристиками. Поэтому при длине волны 330 нм хлорогеновую кислоту выбрали в качестве стандарта (рис. 4).

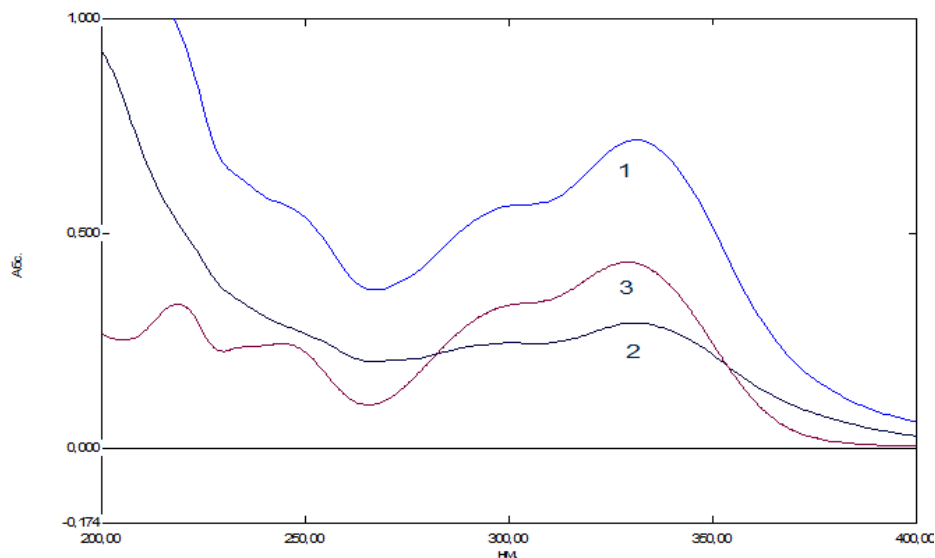


Рис. 4 – Спектры поглощения: 1 – тысячелистник бутонизация; 2 – тысячелистник цветение; 3 – хлорогеновая кислота СО

Изучение хроматографических профилей извлечений из соцветий тысячелистника таволгового в разные фенологические фазы показало, что в фазе массовой бутонизации содержится наибольшее количество фенольных соединений (качественно и количественно). Также было установлено, что фенолкарбоновые кислоты выступают одними из доминирующих метаболитов соцветий

исследуемого растения.

По результатам анализов в экстрактах из соцветий растений *A. filipendulina* были отмечены значительные различия между количественным содержанием суммы флавоноидов в разные фазы вегетации. В соцветиях максимальное количество флавоноидов накапливается в фазе массовой бутонизации (1,83%) (табл. 4).

Таблица 4 – Содержание суммы фенольных веществ и флавоноидов в соцветиях *A. filipendulina* в зависимости от фазы вегетации (среднее за 2022–2024 годы)

Вариант	Навеска, г.	Влажность, %	Содержание фенольных веществ		Содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин, %
			в пересчете на хлорогеновую кислоту, %	в пересчете на кофейную кислоту, %	
Фаза массовой бутонизации	0,991	5,77	4,52±0,67	4,55±0,59	1,83±0,12
Фаза массового цветения	1,224	5,99	1,48±0,11	1,32±0,10	0,87±0,09

Снижение содержания биологически активных соединений к началу цветения характерно для большинства лекарственных культур. В период массового цветения, отличающегося значительным темпом аккумуляции биомассы, происходит снижение

содержания суммы флавоноидов, в связи с активизацией белкового и фенольного синтезов, приводящей к ослаблению биосинтеза флавоноидов [17, 25]. Содержание флавоноидов в сырье *A. filipendulina* к началу массового цветения снижается в 2 раза (табл. 4, рис. 5).

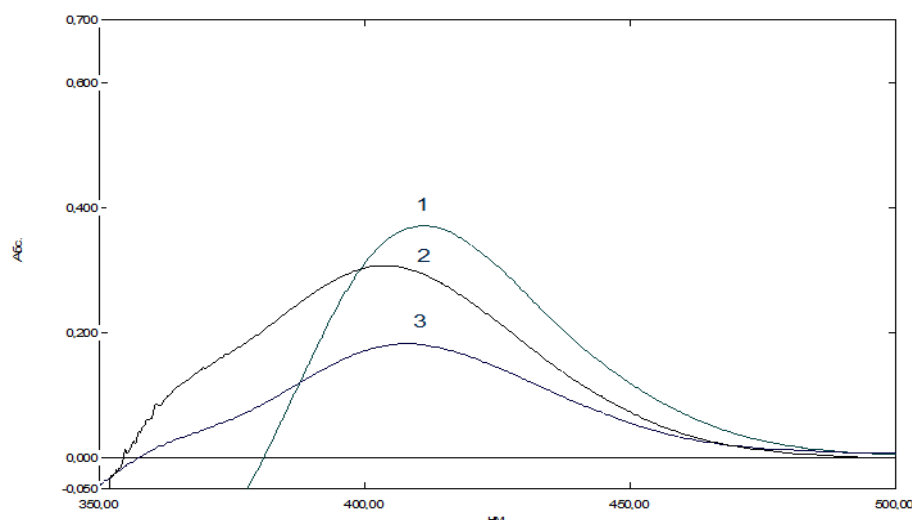


Рис. 5 – Спектры поглощения: 1 – тысячелистник фаза бутонизации; 2 – комплекс рутина с $AlCl_3$; 3 – тысячелистник фаза цветения

Соцветия тысячелистника таволгового характеризуются высоким содержанием фенольных веществ и флавоноидов (4,522% и 1,826% соответственно). Полученные данные незначительно превышают содержание этих биологически активных соединений в пижме обыкновенной в сходных условиях произрастания [17]. Однако, в отличие от пижмы, возделывание тысячелистника таволгового имеет ряд неоспоримых преимуществ. В условиях Нечерноземной зоны РФ он формирует значительную биомассу, отличается одновременным переходом к бутонизации и цветению, не поражается мучнистой росой [7], не засоряет самосевом поля, а содержание эфирного масла в сырье стабильно по годам. При рациональном землепользовании *A. filipendulina* может быть востребован в качестве лекарственного растительного сырья для получения полифенолов.

Выводы. Соцветия *A. filipendulina* сорта Златослав отличаются высоким содержанием фенольных соединений (до 4,5%) и флавоноидов (до 1,8%) в фазе бутонизации. К мажорным соединениям можно отнести кофейную и хлорогеновую кислоты, а также рутин. Выращивание *A. filipendulina* Lam. возможно на сырьё (сухие соцветия) в качестве источника флавоноидов и фенолкарбоновых кислот. Дальнейшее фитохимическое изучение сырья тысячелистника таволгового перспективно с целью определения возможности его использования в качестве источника для производства полифенолов.

Сведения о финансировании. Работа выполнена в рамках НИР «Сохранение, развитие и изучение биокolleкций различного направления с целью проведения приоритетных фундаментальных и прикладных исследований» (№ FGUU-2025-0001).

Литература

1. Bioactivity assays and phytochemical analysis upon *Achillea filipendulina*, focusing on xanthine oxidase inhibitory and antimalarial properties / S. Asnaashari, S. Marefat, A. M. Vatankhah, et al. // Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences. 2023. Vol. 12. No. 1. Article: 46. URL: <https://bjbas.springeropen.com/articles/10.1186/s43088-023-00385-6> (дата обращения: 25.09.2025). doi: 10.1186/s43088-023-00385-6.
2. Куприянов А. Н., Кулемин Ю. Е. Конспект рода *Achillea* L. (Asteraceae) Казахстана // Turczaninowia. 2023. Т. 26. № 2. С. 190–201. doi: 10.14258/turczaninowia.26.2.15.

3. Саттаров Д. С., Вышегуров С. Х. Биоразнообразие дикорастущих лекарственных растений ущелья Гажне (Гиссарский хребет, Таджикистан) // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 11. С. 31–34.
4. Гаджив В. Д., Эфендиев П. М. Флора и растительность скальных обнажений Бабадагского массива // Проблемы ботаники. Т. XIII: Флора и растительность высокогорий СССР и их хозяйственное использование. Баку, 1977. С. 49–55.
5. Hurrel J. A., Delucchi G. Tribu Anthemideae Cass. // Editorial Hemisferio Sur. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. 2017. 95 p.
6. Гладышева О. В., Олейникова Е. М. Особенности онтоморфогенеза и семенная продуктивность *Achillea filipendulina* (Asteraceae) при интродукции в условиях ЦЧР // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015. № 56. С. 96–100.
7. Грязнов М. Ю., Тощая С. А., Савченко О. М. Первый отечественный сорт *Achillea filipendulina* Lam. Златослав // Аграрная Россия. 2021. № 7. С. 23–26. doi: 10.30906/1999-5636-2021-7-23-26.
8. Gonulalan E. M., Nemutlu E., Demirezer L. O. A new perspective on evaluation of medicinal plant biological activities: The correlation between phytomixs and matrix metalloproteinases activities of some medicinal plants // Saudi Pharmaceutical Journal. 2019. Vol. 27. No. 3. P. 446–452. doi: 10.1016/j.jsps.2019.01.006.
9. Headspace volatile profiles of *Achillea* species: *A. asplenifolia*, *A. crithmifolia*, *A. filipendulina*, and *A. virescens* / M. Acimović, L. Vujisić, B. Lončar, et al. // Chemistry & Biodiversity. 2024. Vol. 18. Article: e202401876. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39552433/> (дата обращения: 25.09.2025). doi: 10.1002/cbdv.202401876.
10. Vojoudi S., Sefidkon F., Salehi Shanjani P. Essential oil variation of *Achillea filipendulina* populations in farm condition // Journal of Essential Oil Research. 2024. Vol. 36. No. 2. P. 164–172. doi: 10.1080/10412905.2024.2320347.
11. Aminkhani A., Sharifi S., Ekhtiyari S. *Achillea filipendulina* Lam.: Chemical constituents and antimicrobial activities of essential oil of stem, leaf, and flower // Chemistry and Biodiversity. 2020. Vol. 17. No. 5. Article: e2000133. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/cbdv.202000133> (дата обращения: 25.09.2025). doi: 10.1002/cbdv.202000133.
12. Антибактериальная активность эфирных масел *Achillea filipendulina* Lam. и *Athamanta macrophylla* / О. Г. Шаповал, М. М. Истамкулова, Т. Х. Дусов и др. // Мат. V Международной научно-практ. конф. Проектирование здоровья: стратегии и практики инноваций. Саратов. 2024. С. 130–132.
13. Afshari M., Rahimmalek M., Miroliaei M. Variation in polyphenolic profiles, antioxidant and antimicrobial activity of different *Achillea* species as natural sources of antiglycative compounds // Chemistry and Biodiversity. 2018. Vol. 15. No. 8. Article: e1800075. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbdv.201800075> (дата обращения: 25.09.2025). doi: 10.1002/cbdv.201800075.
14. Antioxidant, antimicrobial, and anticancer effects of *Achillea filipendulina* Lam. against colon cancer / T. Tunç, Ş. Akin, O. Aykaç, et al. // Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. 2024. Vol. 14. No. 12. P. 540–550. doi: 10.4103/apjtb.apjtb_515_24.
15. Паштетский 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.
16. Petroleum hydrocarbons degradation in contaminated soil using the plants of the Aster family / R. Prematuri, N. F. Mardatin, R. Irdiastuti, et al. // Environmental Science and Pollution Research International. 2020. Vol. 27. No. 4. P. 4460–4467. doi: 10.1007/s11356-019-07097-4.
17. Грязнов М. Ю., Копытько Я. Ф., Савченко О. М. Влияние некорневых обработок на накопление фенольных веществ и эфирного масла в сырье *Tanacetum vulgare* L. // Аграрная Россия. 2023. № 9. С. 25–30. doi: 10.30906/1999-5636-2023-9-25-30.
18. Afshari M., Rahimmalek M. Variation in essential oil composition, anatomical, and antioxidant characteristics of *Achillea filipendulina* Lam. as affected by different phenological stages // Journal of Essential Oil Research. 2021. Vol. 33. No. 3. P. 283–298. doi: 10.1080/10412905.2021.1885510.
19. Методика ведения фенологических наблюдений / Д. Р. Владимиров, А. А. Гладилин, А. Е. Гнеденко и др. М.: Альпина Про, 2023. 208 с.
20. Методика проведения полевых опытов с лекарственными и эфирно-масличными культурами / Н. И. Ковалёв, Е. Ю. Бабаева, А. Н. Цицилин и др. Изд. 2-е, доп. и перераб. М.: ФГБНУ ВИЛАР, 2023. 112 с.
21. Методика исследований при интродукции лекарственных и эфирномасличных растений / А. Н. Цицилин, Н. И. Ковалёв, И. Н. Коротких и др. // М.: ФГБНУ ВИЛАР. 2022. 64 с.
22. Погода и климат. Климатический монитор г. Москва URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php> (дата обращения: 02.02.2025).
23. Лекарственные и эфирномасличные культуры: особенности возделывания на территории Российской Федерации / А. Ю. Аникина, И. В. Басалаева, Л. М. Бушковская и др. М.: Наука, 2021. 256 с.
24. Государственная фармакопея Российской Федерации XV издания. 1.5.2. Масла для производства и изготовления лекарственных препаратов. Общая фармакопейная статья (ОФС) OFS.1.5.2.0001 URL: <https://pharmacosopeia.regmed.ru/pharmacosopeia/izdanie-15/1/1-5/1-5-3/efirnye-masla/> (дата обращения: 14.12.2024).
25. Магомедова Л. И. Динамика накопления фенольных соединений в траве хризантемы увенчанной (*Glebionis coronaria* (L.) Cass. ex Spach.) // Перспективы внедрения инновационных технологий в медицине и фармации: сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Электрогорск. 2025. С. 108–110.

Сведения об авторах:

Грязнов Михаил Юрьевич – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агробиологии, e-mail: selectionvilar@yandex.ru
 Савченко Ольга Михайловна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории агробиологии, e-mail: nordfenugreek@yandex.ru
 Копытько Янина Федоровна – кандидат фармацевтических наук, ведущий научный сотрудник отдела химии природных соединений, e-mail: yanina@korytko.ru
 Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений, Москва, Россия.

Abstract. The study was conducted to determine the content of biologically active compounds in Zlatoslav variety of meadowsweet yarrow during different phenological stages to improve its cultivation technologies. The study subjects were mid-aged Zlatoslav meadowsweet yarrow plants cultivated in a field crop rotation. The work was carried out from 2022 to 2024 in Moscow region. Field experiments and biometric measurements were conducted according to methods accepted in medicinal plant growing. Essential oil content was determined by hydrodistillation in air-dried raw materials. Thin-layer chromatography and spectrophotometry were used to evaluate the composition and content of polyphenolic compounds in the meadowsweet yarrow herb during the budding and flowering phases. Spectrophotometry was used to quantify phenolic compounds. The total flavonoid content was estimated after a complexation reaction with aluminum chloride. Meadowsweet yarrow can be classified as a summer-flowering species. The period from onset of vegetation to mass fruiting is 130...145 days. The yield of herb, inflorescences and seeds varied slightly with a tendency to increase over the years, reaching maximum values in the fourth year of life (11.9 ± 1.10 t/ha, 2.5 ± 0.21 t/ha, and 221 ± 20.8 kg/ha, respectively). The content of essential oil in the meadowsweet yarrow inflorescences remained stable, regardless of the age of plants and conditions of the year of observation. During the mass budding phase, it comprised 0.48-0.51% of the air-dried raw material and during the mass flowering phase, 0.66-0.68%. Meadowsweet yarrow inflorescences were characterized by a high content of phenolic compounds (up to 4.52%) and flavonoids (up to 1.83%). Cultivation of meadowsweet yarrow has several undeniable advantages. In Non-Chernozem zone of the Russian Federation, it produces significant biomass, is characterized by a simultaneous transition to budding and flowering and the essential oil content in the raw material is stable over the years. With rational land management, *A. filipendulina* may be in demand as a medicinal plant material for the production of polyphenols.

Key words: meadowsweet yarrow (*Achillea filipendulina* Lam.), yield, phenolic compounds, flavonoids, essential oil.

References

1. Asnaashari S, Marefat S, Vatankhah AM. Bioactivity assays and phytochemical analysis upon *Achillea filipendulina*, focusing on xanthine oxidase inhibitory and antimalarial properties. [Internet]. Beni-Suef University Journal of Basic and Applied Sciences. 2023; Vol.12. No.1. Article: 46. [cited 2025, September 25]. Available from: <https://bjbas.springeropen.com/articles/10.1186/s43088-023-00385-6>. doi: 10.1186/s43088-023-00385-6.
2. Kupriyanov AN, Kulemin YuE. [Abstract of *Achillea* L. (Asteraceae) genus of Kazakhstan]. Turczaninowia. 2023; Vol.26. 2. 190-201 p. doi: 10.14258/turczaninowia.26.2.15.
3. Sattarov DS, Vyshegurov SKh. [Biodiversity of wild medicinal plants of Gazhne gorge (Gissar Range, Tajikistan)]. Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2017; Vol.31. 11. 31-34 p.
4. Gadzhiev VD, Efendiev PM. Flora i rastitelnost skalnykh obnazheniy Babadagskogo massiva. Problemy botaniki. T.XIII: Flora i rastitelnost vysokogoriy SSSR i ikh khozyaystvennoe ispolzovanie. [Flora and vegetation of rocky outcrops of Babadag massif. Problems of botany. Vol. XIII: Flora and vegetation of highlands of the USSR and their economic use]. Baku. 1977; 49-55 p.
5. Hurrel JA, Delucchi G. Tribu Anthemideae Cass. Editorial Hemisferio Sur. Ciudad Autonoma de Buenos Aires. 2017; 95 p.
6. Gladysheva OV, Oleynikova EM. [Features of ontomorphogenesis and seed productivity of *Achillea filipendulina* (Asteraceae) during introduction in the conditions of Central Black Earth region]. Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015; 56. 96-100 p.
7. Gryaznov MYu, Totskaya SA, Savchenko OM. [The first domestic variety of *Achillea filipendulina* Lam. Zlatoslav]. Agrarnaya Rossiya. 2021; 7. 23-26 p. doi: 10.30906/1999-5636-2021-7-23-26.
8. Gonulalan EM, Nemutlu E, Demirezer LO. A new perspective on evaluation of medicinal plant biological activities: The correlation between phytomics and matrix metalloproteinases activities of some medicinal plants. Saudi Pharmaceutical Journal. 2019; Vol.27. No.3. 446-452 p. doi: 10.1016/j.jsps.2019.01.006.
9. Acimovic M, Vujisic L, Loncar B. Headspace volatile profiles of *Achillea* species: *A. asplenifolia*, *A. crithmifolia*, *A. filipendulina* and *A. virescens*. Chemistry & Biodiversity. 2024; Vol.18. Article: e202401876. [cited 2025, September 25]. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39552433/>. doi: 10.1002/cbdv.202401876.
10. Vojoudi S, Sefidkon F, Salehi Shanjani P. Essential oil variation of *Achillea filipendulina* populations in farm condition. Journal of Essential Oil Research. 2024; Vol.36. No.2. 164-172 p. doi: 10.1080/10412905.2024.2320347.
11. Aminkhani A, Sharifi S, Ekhtiyari S. *Achillea filipendulina* Lam.: Chemical constituents and antimicrobial activities of essential oil of stem, leaf, and flower. [Internet]. Chemistry and Biodiversity. 2020; Vol.17. No.5. Article: e2000133. [cited 2025, September 25]. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/cbdv.202000133>. doi: 10.1002/cbdv.202000133.
12. Shapoval OG, Istamkulova MM, Dusov TKh. [Antibacterial activity of essential oils of *Achillea filipendulina* Lam. and *Athamanta macrophylla*]. Mat. V Mezhdunarodnoy nauchno-prakt. konf. Proektirovanie zdorovya: strategii i praktiki innovatsii. Saratov. 2024; 130-132 p.
13. Afshari M, Rahimmalek M, Miroliaei M. Variation in polyphenolic profiles, antioxidant and antimicrobial activity of different *Achillea* species as natural sources of antiglycative compounds. [Internet]. Chemistry and Biodiversity. 2018; Vol.15. No.8. Article: e1800075. [cited 2025, September 25]. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cbdv.201800075>. doi: 10.1002/cbdv.201800075.
14. Tunc T, Akın S, Aykac O. Antioxidant, antimicrobial, and anticancer effects of *Achillea filipendulina* Lam. against colon cancer. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. 2024; Vol.14. No.12. 540-550 p. doi: 10.4103/apjtb.apjtb.515.24.
15. Pashtetskiy VS, Nevkrytaya NV. [Use of essential oils in medicine, aromatherapy, veterinary medicine, and plant growing (review)]. Tavricheskiy vestnik agrarnoy nauki. 2018; 1 (13). 18-40 p.
16. Prematuri R, Mardatin NF, Irdiastuti R. Petroleum hydrocarbons degradation in contaminated soil using the plants of the Aster family. Environmental Science and Pollution Research International. 2020; Vol.27. No.4. 4460-4467 p. doi: 10.1007/s11356-019-07097-4.
17. Gryaznov MYu, Kopytko YaF, Savchenko OM. [Effect of foliar treatments on accumulation of phenolic substances and essential oil raw materials of *Tanacetum vulgare* L.]. Agrarnaya Rossiya. 2023; 9. 25-30 p. doi: 10.30906/1999-5636-2023-9-25-30.
18. Afshari M, Rahimmalek M. Variation in essential oil composition, anatomical, and antioxidant characteristics of *Achillea filipendulina* Lam. as affected by different phenological stages. Journal of Essential Oil Research. 2021; Vol.33. No.3. 283-298 p. doi: 10.1080/10412905.2021.1885510.

19. Vladimirov DR, Gladilin AA, Gnedenko AE. Metodika vedeniya fenologicheskikh nablyudeniy. [Methodology for conducting phenological observations]. Moscow: Alpina Pro. 2023; 208 p.
20. Kovalev NI, Babaeva EYu, Tsitsilin AN. Metodika provedeniya polevykh opytov s lekarstvennymi i efirnomaslichnymi kulturami. [Methodology for conducting field experiments with medicinal and essential oil crops]. 2nd edition, added and revised. Moscow: FGBNU VILAR. 2023; 112 p.
21. Tsitsilin AN, Kovalev NI, Korotkikh IN. Metodika issledovaniy pri introduktsii lekarstvennykh i efirnomaslichnykh rasteniy. [Research methodology for introduction of medicinal and essential oil plants]. Moscow: FGBNU VILAR. 2022; 64 p.
22. Weather and climate. Moscow climate monitor. [Internet]. [cited 2025, February 02]. Available from: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php>.
23. Anikina AYU, Basalaeva IV, Bushkovskaya LM. Lekarstvennye i efirnomaslichnye kultury: osobennosti vozde-lyvaniya na territorii Rossiiskoy Federatsii. [Medicinal and essential oil crops: cultivation features in the Russian Federation]. Moscow: Nauka. 2021; 256 p.
24. State pharmacopoeia of the Russian Federation, 15th edition. 1.5.2. Oils for drugs production and manufacture. General pharmacopoeial article (GP) GPM.1.5.2.0001 [Internet]. [cited 2024, December 14]. Available from: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-15/1/1-5/1-5-3/efirnye-masla/>.
25. Magomedova LI. [Dynamics of phenolic compound accumulation in crowned Chrysanthemum (*Glebionis coronaria* (L.) Cass. ex Spach.) Grass. Prospects of innovative technologies implementation in Medicine and Pharmaceutics]. Sbornik materialov XI Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem. Elektrogorsk. 2025; 108-110 p.

Authors:

Gryaznov Mikhail Yurevich – Ph.D. of Biological Sciences, leading researcher of Agrobiology Laboratory, e-mail: selectionvilar@yandex.ru
 Savchenko Olga Mikhaylovna – Ph.D. of Agricultural Sciences, leading researcher of Agrobiology Laboratory, e-mail: nordfenugreek@yandex.ru
 Kopytko Yanina Fedorovna – Ph.D. of Pharmaceutical Sciences, leading researcher, Department of Chemistry of Natural Compounds, e-mail: yanina@kopytko.ru
 All-Russian Research Institute of Medicinal and Aromatic Plants, Moscow, Russia.