

СОДЕРЖАНИЕ САЙКОСАПОНИНОВ И ФЛАВОНОЛОВ В РАЗНЫХ ОРГАНАХ НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ВОЛОДУШКИ ЗОЛОТИСТОЙ (*BUPLEURUM AUREUM* FISCH. EX HOFFM.) ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

© 2022

Пунегов В.В.¹, Портнягина Н.В.¹, Эчишвили Э.Э.¹, Патов С.А.²

¹Институт биологии Коми научного центра УрО РАН (г. Сыктывкар, Российская Федерация)

²Институт химии Коми научного центра УрО РАН (г. Сыктывкар, Российская Федерация)

Аннотация. Приведены результаты интродукционного изучения володушки золотистой в коллекции лекарственных растений Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Выявлено, что растения данного вида отличаются высокой зимостойкостью и устойчивостью в культуре. За 102–110 суток вегетации они проходят все фазы развития и формируют полноценные семена. В результате исследований были изучены морфологические признаки генеративного побега. В условиях культуры володушка золотистая способна формировать 2–6 (7) генеративных побегов на особь высотой 109–137 см. Методами дифференциальной спектрофотометрии и хромато-масс-спектрометрии изучено распределение сайкосапонинов и флавонолов в надземных органах володушки золотистой. Наиболее высокие показатели БАВ в фазу массового цветения обнаружены в листьях и соцветиях володушки золотистой, низкие – в стеблях. Установлено, что концентрация БАВ в стеблевых листьях зависела от положения листьев на побеге. Массовая доля сайкосапонинов в листьях увеличивалась снизу вверх по побегу от 1,66 до 3,07%, флавонолов – от 1,75 до 4,5%. Максимальное количество флавонолов обнаружено в соцветиях – сложных зонтиках (6,23%). Полученные аналитические данные позволяют утверждать, что надземная фитомасса (лист, соцветие) культивируемых растений володушки золотистой характеризуется высокими показателями сайкосапонинов и флавонолов и ее можно рекомендовать к использованию в качестве лекарственного растительного сырья.

Ключевые слова: *Bupleurum aureum*; володушка золотистая; лекарственное растение; редкий вид; интродукция; фенология; морфометрические признаки; генеративный побег; надземная фитомасса; сайкосапонины; флавонолы; экстракция с СВЧ-активацией; количественное определение; спектрофотометрия; ВЭЖХ-МС.

THE CONTENT OF SAICOSAPONINS AND FLAVONOLS IN DIFFERENT ORGANS OF THE AERIAL PART OF THE GOLDEN SNAIL (*BUPLEURUM AUREUM* FISCH. EX HOFFM.) UPON INTRODUCTION IN THE KOMI REPUBLIC

© 2022

Punegov V.V.¹, Portnyagina N.V.¹, Echishvili E.E.¹, Patov S.A.²

¹Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktvykar, Russian Federation)

²Institute of Chemistry of Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktvykar, Russian Federation)

Abstract. The results of an introductory study of *Bupleurum aureum* in the collection of medicinal plants of the Botanical Garden of the Institute of Biology of the Komi Science Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences are presented. It has been revealed that plants of this species are characterized by high winter hardiness and resistance in culture. For 102–110 days of vegetation, they go through all phases of development and form full-fledged seeds. As a result of the research, the morphological features of the generative shoot have been studied. Under the conditions of culture, the golden boletus is able to form 2–6 (7) generative shoots per individual with a height of 109–137 cm. The distribution of saikosaponins and flavonols in the aerial organs of the golden voles has been studied using the methods of differential spectrophotometry and chromato-mass spectrometry. The highest rates of biologically active substances in the phase of mass flowering have been found in the leaves and inflorescences of the golden lily, the lowest – in the stems. It has been found that the concentration of biologically active substances in the stem leaves depends on the position of the leaves on the shoot. The mass fraction of saikosaponins in the leaves has increased from bottom to top along the shoot from 1,66 to 3,07%, flavonols – from 1,75 to 4,5%. The maximum amount of flavonols have been found in inflorescences – complex umbrellas (6,23%). The obtained analytical data allow us to state that the above-ground phytomass (leaf, inflorescence) of cultivated plants of golden boletus is characterized by high levels of saikosaponins and flavonols and can be recommended for use as a medicinal plant material.

Keywords: *Bupleurum aureum*; golden boletus; medicinal plant; rare species; introduction; phenology; morphometric characters; generative shoot; above-ground phytomass; saikosaponins; flavonols; extraction with microwave activation; quantitative determination; spectrophotometry; HPLC-MS.

Введение

В современном мире растет заболеваемость гепатобилиарной системы среди населения вследствие неблагоприятной экологической обстановки, стресса,

несбалансированного питания и неконтролируемого приема фармацевтических препаратов. В связи с этим является актуальным поиск лекарственного растительного сырья, обладающего высокой терапевтиче-

ской активностью, низкой токсичностью и комплексным воздействием на пораженные участки печени, желудка и поджелудочной железы. Виды рода Володушка (*Bupleurum* L.) известны человеку с древних времен и используются как желчегонные, вяжущие, противовоспалительные и стимулирующие средства [1, с. 134; 2, с. 88; 3, р. 1537; 4, с. 24]. Ряд ученых объясняет высокую фармакологическую активность видов рода *Bupleurum* наличием в их составе флавоноидов, содержащихся в разных органах растения [5, с. 67; 6, с. 269]. Также имеются сведения, что основными биологически активными соединениями володушки являются сайкосапонины, фенолы, флавонолы, летучие масла и менее полярные вещества [7, р. 107]. Виды рода *Bupleurum* (*B. chinensis*, *B. falcatum*) входят в число растений, используемых широко в традиционной китайской медицине [8, р. 448]. Научными исследованиями сибирских фармакологов и клиницистов доказано, что растения володушки золотистой являются одним из наиболее перспективных источников биологически активных веществ, обладающих желчегонным, сокогонным и капилляроукрепляющим действием [9, с. 44]. Из травы володушки многожилчатой *Bupleurum multinerve* DC (ВФС 42–580–76) в России получен препарат капилляроукрепляющего действия Буплерин и биологически активные добавки гепатопротекторного действия ГепатоТранзит, Овесол производства ЗАО «Эвалар» и др. [10, с. 12].

Володушка золотистая (Володушка длиннолистная золотистая) *Bupleurum aureum* Fisch. ex Hoffm. (*Bupleurum longifolium* L. subsp. *aureum* (Fisch. ex Hoffm.) Soó – многолетнее травянистое короткочерешчатое растение из семейства зонтичных Apiaceae. *B. aureum* – плейстоценовый реликт с дизъюнктивным европейско-сибирским ареалом. В России володушка золотистая распространена в европейской части, на Урале, в Западной и Восточной Сибири. Произрастает в негустых хвойных, лиственных и смешанных лесах, по опушкам, лесным лугам и берегам рек. В.Ф. Израйльсон [5, с. 66] проведено сравнительное изучение растений володушки золотистой из разных местообитаний и показано, что данный вид – типичный мезофит, приуроченный к местам с достаточным увлажнением. Исследователем установлено, что в благоприятных условиях у растений володушки золотистой увеличивалась высота побега, число листьев и их размеры [11, с. 275; 9, с. 44].

Растения володушки золотистой как источник биологически активных веществ (БАВ) изучены в России преимущественно из природных ареалов [12, с. 397; 13, с. 120]. Поэтому представлялось целесообразным изучить накопление БАВ володушкой золотистой при интродукции данного вида в среднетаежной подзоне Республики Коми, которая отличается высокой влагообеспеченностью в период вегетации растений и соответствует эколого-биологическим особенностям изучаемого вида.

Целью работы являлось определение содержания сайкосапонинов и флавонолов в надземных органах володушки золотистой, а также изучение в культуре сезонного развития растений и морфометрических признаков генеративного побега.

Объекты и методы исследований

Исследования проведены в 2021 г. в Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар, подзона средней тайги). Климат – континентальный, зима сравнительно суровая, лето короткое и прохладное. Вегетационный период составляет в среднем 150 суток, среднегодовая сумма температур выше +10°C за летний период достигает 1350–1500°C, сумма осадков за год – около 600 мм, из них 400 мм приходится на теплый период года [14]. Почва участка – дерново-подзолистная глееватая, среднеоккультуренная, суглинистая. Объектами исследований стали многолетние растения володушки золотистой, выращиваемые в коллекционном питомнике лекарственных растений из семян местной репродукции. Исходный материал (живые растения) был собран в 2002 г. в природных условиях Томской области. Учеты и наблюдения проведены на 20 средневозрастных генеративных особях по общепринятой методике [15]. Растения на биохимический анализ срезали в сухую погоду в фазу цветения. У каждого генеративного побега отбирали на анализ листья, соцветия (все зонтики с побега) отдельно с первого по седьмое междоузлие, также делили на части стебли по междоузлиям. Пробы сушили в проветриваемых помещениях до воздушно-сухого состояния. Для определения сайкосапонинов и флавонолов растительное сырье измельчали на лабораторной мельнице до травяной муки, проходящей через сито с ячейками 0,25 мм. Экспериментальные данные статистически обработаны [16].

Количественное определение флавонолов в образцах володушки золотистой выполняли методом дифференциальной спектрофотометрии по методике [17, с. 541]. Содержание суммы сайкосапонинов в растительных пробах определяли по методике [18, с. 738], адаптированной для применения спектрофотометра Shimadzu 1700UV (Япония) и усовершенствованной с применением режима микроволновой экстракции целевых веществ водно-спиртовым экстрагентом. Из полученной муки отбирали навески по 1 г, взвешенные на аналитических весах с точностью до 0,0001 г. и переносили в конические колбы объемом 250 мл. Затем в колбы с травяной мукой вносили 50 мл этанола (50%) и три раза экстрагировали в микроволновой камере с нагреванием суспензии до +65°C с последующим охлаждением. Спиртовую суспензию фильтровали через мембранный фильтр с пористостью 45 мкм с последующим упариванием фильтрата. В оставшийся остаток добавляли водно-хлороформную смесь и центрифугировали для отделения хлороформа. В очищенный водный остаток добавляли кислоты: концентрированную серную и ледяную уксусную (3 и 12 мл соответственно) и нагревали на водяной бане в течение 1 часа. Образовавшиеся агликоны трехкратно извлекали хлороформом (по 20 мл) для дальнейшего выделения сапонинов. Хлороформный экстракт агликонов сапонинов сушили с добавлением 2,0 г безводного сульфата натрия, фильтровали в мерную колбу объемом 50 мл. Содержимое колбы доводили до метки хлороформом. Затем помещали 0,4 мл фильтрата в мерную пробирку объемом 5,0 мл и высушивали на водяной бане. К сухому остатку добавляли концентрированную серную кислоту до метки 5,0 мл и термостати-

ровали при +70°C в течение одного часа. Измерение оптической плотности растворов проводили на спектрофотометре Shimadzu 1700UV в кварцевых кюветках с толщиной слоя 1 см при $\lambda = 315$ нм, в качестве раствора сравнения использовали серную кислоту концентрированную. Содержание суммы тритерпеновых сапонинов в пересчете на олеаноловую кислоту в абсолютно-сухом сырье вычисляли по формуле:

$$X = (A \times V1 \times V3) / (\varepsilon \times m \times V2) \times 100 / (100 - W) = (A \times 625) / (\varepsilon \times m) \times 100 / (100 - W),$$

где A – значение оптической плотности; ε – удельный показатель поглощения олеаноловой кислоты, равный 311; m – масса сырья, г; $V1$ – объем извлечения, равный 50 мл; $V2$ – объем извлечения, взятый для разведения, равный 0,4 мл; $V3$ – объем разведения, равный 5 мл; W – влажность сырья, %.

ВЭЖХ-МС анализ экстрактов сапонинов растения осуществляли на приборе: Thermo finnigan LCQ fleet, колонка Separon C18, 2 × 100 мм. Условия анализа: градиент вода – метанол 100:0 → (10 мин.) 70:30 → (8 мин.) 60:40 → (10 мин.) 55:45 → (7 мин.) 55:45 → (15 мин.) 30:70, время анализа 50 мин., скорость подачи элюента 0,4 мл/мин. Детектор PDA, длина волны 230 нм, объем вводимой пробы 1 мкл. Получение концентрированной фракции сайкосапонинов из надземной фитомассы володушки золотистой осуществляли по методике, изложенной в описании патента РФ [19, с. 1], адаптированной к применению хлорофилл содержащего сырья. Далее подробно изложена методика извлечения сайкосапонинов из растительного сырья володушки золотистой, ранее она не публиковалась. 143 г травяной муки из надземной фитомассы володушки вносили в колбу емкостью 2 л, приливали 1,5 л 0,01М раствора гидроксида натрия и кипятили в течение одного часа с обратным холодильником. Экстракт фильтровали и фильтрат для осаждения сапонинов подкисляли добавлением 10 мл концентрированной соляной кислоты. Осадок сапонинов после 5 часов настаивания отделяли центрифугированием. Сапонины экстрагировали из осадка 80% этанолом. Раствор сайкосапонинов в этаноле для дополнительной очистки помещали в десятикратный объем 0,1М раствора соляной кислоты. Полученный осадок сапонинов отделяли центрифугированием. Очищенный концентрат сайкосапонинов упаривали досуха в вакууме. В результате было получено 104,9 мг суммарной фракции сайкосапонинов володушки золотистой. Состав фракции полученных веществ анализировали методом ВЭЖХ-МС в лаборатории физико-химических методов исследования в Институте химии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.

Обсуждение результатов

Зимостойкость растений володушки золотистой в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми высокая. Успешность интродукции вида во многом зависит и от феноритмов сезонного развития растений в новых условиях. Ежегодная вегетация растений начинается в мае, с переходом температуры воздуха через +5°C. Фаза начала бутонизации отмечалась в третьей декаде мая, зацветают растения володушки в первой-второй декадах июня. Формирование плодов в центральных зонтиках начиналось в

конце июня – начале июля, а массовое созревание плодов происходило уже в августе. Растения володушки золотистой в условиях интродукции успешно проходят полный цикл развития побегов, заканчивают вегетацию до устойчивых осенних заморозков и формируют обильный самосев весной следующего года после естественной стратификации семян под снежным покровом. Лекарственным сырьем служит надземная часть растения, поэтому целесообразно было изучить морфометрические признаки генеративного побега (табл. 1). Володушка золотистая в условиях культуры способна формировать в среднем четыре генеративных побега на особь, а в природных условиях этот показатель ниже – один, редко два-три побега [20, р. 45; 21, с. 54; 11, с. 275]. Стебель побега гладкий, прямостоячий, облиственный, в верхней части слабовеетвистый, высотой 109–137 см. Стеблевые листья очередные, в числе 7–9 шт. на побег. Нижние листья продолговато-обратнояйцевидные, суженные к основанию в узкий черешок, туповатые, длиной до 19 см. Средние листья – сидячие, яйцевидные, в основании с крупными ушками, почти стеблеобъемлющие или пронзенные, длиной 12,5 см. Верхние стеблевые – более мелкие и широкие, пронзенные, длиной до 6 см и шириной 4,5 см (табл. 1). Цветки желтые, собраны на концах побегов в соцветие – сложный зонтик, окруженный общей оберткой из 3–5 крупных яйцевидных листочков. Центральный зонтик на осевом побеге самый крупный, 8–14 см в диаметре. Боковые оси соцветия II порядка, закладка которых происходит в пазухах 4–7 стеблевого листа, ветвятся до четвертого порядка и формируют зонтики меньшего размера (табл. 1). Общее число зонтиков на побеге варьирует от 7 до 28 шт.

Таблица 1 – Морфометрические признаки генеративного побега *Bupleurum aureum* в культуре на Севере

Показатели	M ± m / lim
Длина побега, см	120 ± 1,8 / 109–137
Диаметр побега, см	0,7 ± 0,06 / 0,6–0,9
Число стеблевых листьев на побег, шт.	7,5 ± 0,7 / 7–9
Длина нижнего листа, см	15 ± 0,4 / 13–19
Ширина нижнего листа, см	6,2 ± 0,2 / 4,5–8
Длина среднего листа, см	10,4 ± 0,5 / 7,5–12,5
Ширина среднего листа, см	5,1 ± 0,2 / 4–6
Длина верхнего листа, см	5,6 ± 0,3 / 3,5–7
Ширина верхнего листа, см	3,3 ± 0,2 / 2,5–4,5
Число побегов на особь, шт.	4 ± 0,5 / 2–6 (7)
Число боковых осей II порядка, шт.	4 ± 0,3 / 2–6
Число боковых осей III порядка, шт.	3,8 ± 0,5 / 2–7
Число боковых осей IV порядка, шт.	2,6 ± 0,6 / 1–6
Диаметр центрального зонтика, см	9,1 ± 0,6 / 8–14
Диаметр зонтика II порядка, см	8,1 ± 0,2 / 6–11
Диаметр зонтика III порядка, см	5,2 ± 0,4 / 2–7
Диаметр зонтика IV порядка, см	2,9 ± 0,4 / 2–5
Число зонтиков на побег, шт.	11 ± 2 / 7–28

Массовая доля сайкосапонинов и флавонолов в надземной фитомассе володушки золотистой определена методом спектрофотометрии окрашенных дериватов сапонинов с серной кислотой и комплекса флавонолов с хлористым алюминием. С целью детализации распределения БАВ в различных частях генеративного побега были проанализированы: стебель – с 1 по 7 междоузлия; лист – с 1 по 7 снизу вверх по стеблю и соцветие (все зонтики с побега). Наиболее высокие показатели БАВ обнаружены в соцветиях и листьях растения, низкие – в стеблях. Содержание сайкосапонинов в отрезках стеблей разных междоуз-

лий варьировало от 0,7 до 1,06%, флавонолов – от 0,21 до 0,47% и достоверно не различалось между собой. Причем концентрация БАВ в стеблях и листьях нижней части побега была ниже, чем в средней и верхней частях (рис. 1, 2). Установлено, что с увеличением высоты положения листьев на генеративном побеге наблюдалась тенденция повышения массовой доли сайкосапонинов в листьях от 1,66 до 3,07% и флавонолов от 1,75 до 4,5% (рис. 1; рис. 2). Максимальное количество сайкосапонинов ($2,26 \pm 0,30\%$) и флавонолов ($6,23 \pm 0,34\%$) было обнаружено в цветущих соцветиях – сложных зонтиках.

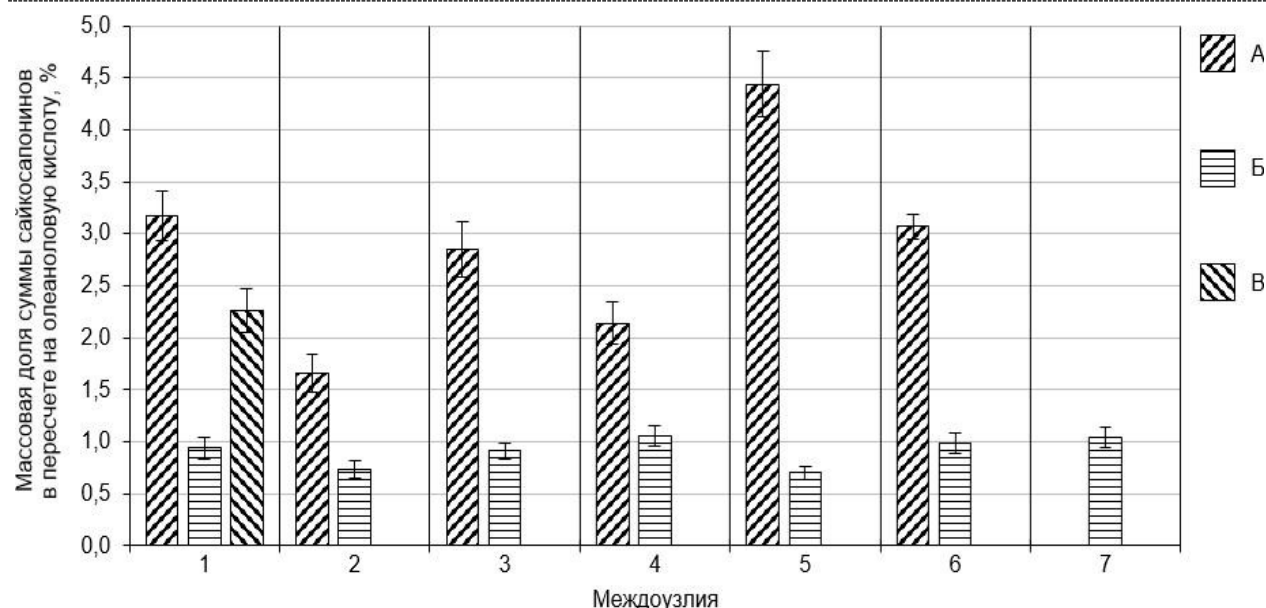


Рисунок 1 – Зависимость содержания сайкосапонинов в листьях, стеблях и соцветиях от их положения на генеративном побеге володушки золотистой. А – листья, Б – стебли, В – соцветия

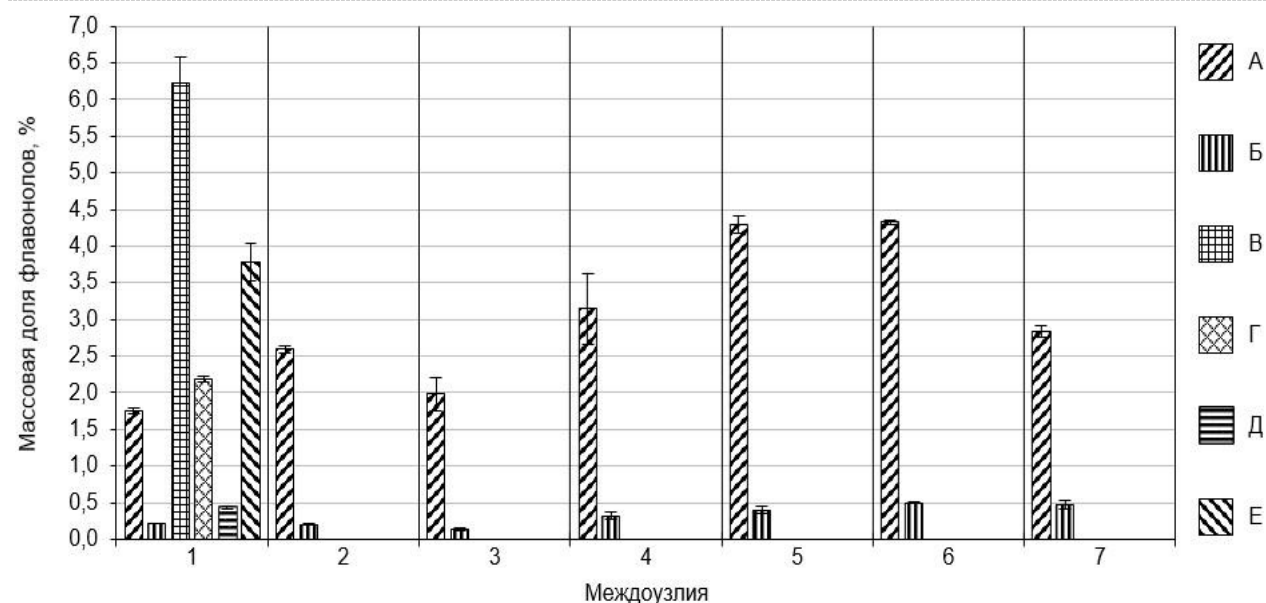


Рисунок 2 – Содержание флавонолов, в пересчете на рутин, в надземных органах володушки золотистой в фазу массового цветения. А – листья; Б – отрезки стеблей; В – соцветия; Г – стебель и лист у соцветия; Д – в общей пробе из стеблей; Е – в общей пробе из листьев

Качество сырья фармакопейного растения володушки многожилчатой регламентируется содержанием флавоноидов в надземной части растения не менее 2% [22, с. 365]. В проекте фармакопейной статьи (ФС) на траву володушки золотистой, разработанной Ю.С. Канунниковой [10], показано, что в надземной фитомассе растений сумма флавоноидов в пересчете на рутин, определенная спектрофотометрическим методом составляла $2,5 \pm 0,3\%$, а сумма сапонинов – $2,4 \pm 0,3\%$ в пересчете на олеаноловую кислоту.

Результаты наших исследований соответствуют вышеприведенным показателям БАВ в растениях володушки золотистой и позволяют утверждать, что лекарственное растительное сырье из надземной фитомассы культивируемых растений володушки золотистой в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми отличается высоким качеством.

Выводы

Интродукционное изучение сезонного развития володушки золотистой в подзоне средней тайги Республики Коми показало, что растения данного вида в условиях культуры на Севере отличаются высокой зимостойкостью и устойчивостью в ценозе, своевременно проходят все фазы развития от вегетации до плодоношения, формируя весной следующего года обильный самосев.

Выявлено, что многолетние растения володушки золотистой в культуре формируют прямостоячие, облиственные, в верхней части разветвленные побеги высотой 109–137 см, в числе 2–6 (7) шт. на особь, с достаточно большим числом зонтиков (7–28 шт. на побег).

Впервые определена в надземных органах культивируемых растений володушки золотистой массовая доля сайкосапонинов. Содержание этой группы биологически активных соединений составляет в стеблях – 0,21–0,47%, в листьях – 1,66–3,07%, соцветиях – 2,26%.

Суммарное содержание флавонолов в листьях (до 4,5%) и соцветиях (6,23%) в фазу массового цветения растений соответствует требованиям, предъявляемым к лекарственному растительному сырью володушки золотистой, за исключением стеблевой части побега (0,7–1,06%).

Полученные экспериментальные данные позволяют утверждать, что наиболее качественное лекарственное растительное сырье из володушки золотистой можно получать путем отчуждения надземной части растений на уровне 10–15 см от поверхности почвы с последующим удалением из собранного сырья стеблей и посторонних примесей.

Список литературы:

1. Тараскин В.В., Урбагарова Б.М., Тыхеев Ж.А., Раднаева Л.Д. Исследование компонентного состава эфирных масел *Saposhnikovia divaricata* (Turcz.) Schischk. и *Bupleurum scorzonnerifolium* Willd. как перспективных для введения в отечественную фармакопею видов // Научное обозрение. 2016. № 5. С. 134–142.
2. Канунникова Ю.С., Джавахян М.А. Определение флавоноидов в траве володушки золотистой (*Herba Bupleuri aurei*) методом ВЭЖХ // Новые задачи современной медицины: мат-лы II междунар. науч. конф. СПб., 2013. С. 88–90.

3. Pistelli L., Cammilli A., Manunta A., Marsili A. Triterpenoid saponins and flavonoid glycosides from *Bupleurum falcatum* subsp. *Cernuum* // Phytochemistry. 1993. Vol. 33, iss. 6. P. 1537–1539. DOI: 10.1016/0031-9422(93)85130-j.
4. Бирюкова Н.М., Островская А.М., Соколов В.Г., Кухарева Л.В., Игнатенко В.А., Гиль Т.В. Исследование содержания и состава флавоноидов и фенолкарбоновых кислот растений рода *Bupleurum* L., культивируемых в Беларуси // Вестник фармации. 2011. № 4 (54). С. 23–30.
5. Израильсон В.Ф. Эколого-морфологические особенности южносибирских видов рода *Bupleurum* L. // Актуальные вопросы ботанического ресурсоведения в Сибири: сб. статей / отв. ред. К.А. Соболевская. Новосибирск: Наука, 1976. С. 66–72.
6. Минаева В.Г. Володушка – *Bupleurum* L. // Лекарственные растения Сибири. 5-е изд., перераб. и доп. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. С. 269–271.
7. Zhang T.-T., Zhou J.-S., Wang Q. HPLC analysis of flavonoids from the aerial parts of *Bupleurum* species // Chinese Journal of Natural Medicines. 2010. Vol. 8, iss. 2. P. 107–113. DOI: 10.1016/s1875-5364(10)60014-3.
8. Yano H., Mizoguchi A., Fukuda K., Haramaki M., Ogasawara S., Momosaki S., Kojiro M. The herbal medicine sho-saiko-to inhibits proliferation of cancer cell lines by inducing apoptosis and arrest at the G0/G1 phase // Cancer Research. 1994. Vol. 54, iss. 2. P. 448–454.
9. Тюрина Е.В., Гуськова И.Н., Валуцкая А.Г. Зонтичные Южной Сибири как материал для интродукции. Новосибирск: Наука. Сибирское отд-ние, 1976. 253 с.
10. Канунникова Ю.С. Фармакогностическое изучение и стандартизация травы и экстракта сухого володушки золотистой (*Bupleurum aureum* Fisch.): автореф. дис. ... канд. фарм. наук: 14.04.02. М., 2014. 22 с.
11. Флора СССР. Т. XVI / ред. Б.К. Шишкин. М.; Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1950. 648 с.
12. Васильева Л.В., Лащинский Н.Н. Особенности онтогенеза *Bupleurum aureum* Fisch. в черневых лесах Салаира // Растительные ресурсы. 1987. Т. 23, вып. 3. С. 397–405.
13. Подгаевская Е.Н. Онтогенез володушки золотистой (*Bupleurum aureum* Fisch. ex Hoffm.) // Онтогенетический атлас лекарственных растений: учеб. пособие. Т. III. Йошкар-Ола: МарГУ, 2002. С. 120–124.
14. Атлас Республики Коми по климату и гидрологии. М.: Дрофа; Дик, 1997. 116 с.
15. Майсурадзе Н.И., Киселев В.П., Черкасов О.А., Нухимовский Е.Л., Тихонова В.Л., Макарова Н.В., Угнивенко В.В. Методика исследований при интродукции лекарственных растений // Лекарственное растениеводство. Вып. 3. М., 1984. С. 1–33.
16. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1973. 256 с.
17. Беликов В.В., Точкова Т.В., Шатунова Л.В. Количественное определение основных действующих веществ у видов *Hypericum* L. // Растительные ресурсы. 1990. Т. 26, вып. 4. С. 541–578.
18. Муравьев И.А., Шатило В.В., Семенченко В.Ф. Спектрометрический метод количественного определения урсоловой кислоты // Химия природных соединений. 1972. № 6. С. 738–740.
19. Брежнева Т.А., Сливкин А.И., Самылина И.А., Мироненко Н.В., Селеменев В.Ф., Атаманова С.А. Способ получения олеаноловой кислоты. Патент № 2258709,

МПК 7 С07J53/00, С07J63/00. № 2004119671/04; заявл. 28.06.04; опубл. 20.08.05. Бюлл. № 23. 4 с.

20. Chugunov G.G., Kharugin A.A. Population status of *Bupleurum aureum* (Apiaceae), a Critically Endangered plant species in a region of European Russia // Ecological Questions. 2020. Vol. 31, № 1. P. 45–56. DOI: 10.12775/eq.2020.006.

21. Чубаров И.Н. Род Володушка – *Bupleurum* L. в Алтайской горной стране // Turczaninowia. 2004. Т. 7, № 3. С. 53–70.

22. Блинова К.Ф., Вандышев В.В., Комарова М.Н., Маргна У.В., Регир В.Г., Селенина Л.В., Теслов Л.С., Ха-

ритонова Н.П., Шатохина Р.К., Яковлев Г.П. Растения для нас. Справ. издание. СПб.: Учебная книга, 1996. 654 с.

Исследования выполнены на базе УНУ «Научная коллекция живых растений Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН» (регистрационный номер 507428) и в рамках государственного задания по теме «Репродуктивный потенциал ресурсных растений при интродукции на европейском Северо-Востоке» (номер государственной регистрации 122040600020-7).

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
Пуногов Василий Витальевич , кандидат химических наук, старший научный сотрудник отдела Ботанический сад; Институт биологии Коми научного центра УрО РАН (г. Сыктывкар, Российская Федерация). E-mail: punegov@ib.komisc.ru.	Punegov Vasily Vitalievich , candidate of chemical sciences, senior researcher of Botanical Garden; Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktывkar, Russian Federation). E-mail: punegov@ib.komisc.ru.
Портнягина Надежда Васильевна , кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, старший научный сотрудник отдела Ботанический сад; Институт биологии Коми научного центра УрО РАН (г. Сыктывкар, Российская Федерация). E-mail: portniagina@ib.komisc.ru.	Portnyagina Nadezhda Vasilyevna , candidate of agricultural sciences, associate professor, senior researcher of Botanical Garden; Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktывkar, Russian Federation). E-mail: portniagina@ib.komisc.ru.
Эчишвили Эльмира Элизбаровна , кандидат биологических наук, научный сотрудник отдела Ботанический сад; Институт биологии Коми научного центра УрО РАН (г. Сыктывкар, Российская Федерация). E-mail: elmira@ib.komisc.ru.	Echishvili Elmira Elizbarovna , candidate of biological sciences, researcher of Botanical Garden; Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktывkar, Russian Federation). E-mail: elmira@ib.komisc.ru.
Патов Сергей Александрович , кандидат химических наук, научный сотрудник лаборатории физико-химических методов исследования; Институт химии Коми научного центра УрО РАН (г. Сыктывкар, Российская Федерация). E-mail: ser-patov@yandex.ru.	Patov Sergey Aleksandrovich , candidate of chemical sciences, researcher of Physical and Chemical Methods of Analysis Laboratory; Institute of Chemistry of Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktывkar, Russian Federation). E-mail: ser-patov@yandex.ru.

Для цитирования:

Пуногов В.В., Портнягина Н.В., Эчишвили Э.Э., Патов С.А. Содержание сайкосапонинов и флавонолов в разных органах надземной части володушки золотистой (*Bupleurum aureum* Fisch. ex Hoffm.) при интродукции в Республике Коми // Самарский научный вестник. 2022. Т. 11, № 4. С. 97–102. DOI: 10.55355/snv2022114114.