

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРВИЧНОЙ ИНТРОДУКЦИИ *BUPLEURUM AUREUM* FISCH. EX HOFFM. В СРЕДНЕТАЁЖНОЙ ПОДЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

© 2023

Эчишвили Э.Э., Портнягина Н.В., Фомина М.Г.

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

Аннотация. В работе подведены итоги многолетнего интродукционного изучения растений володушки золотистой в коллекции лекарственных растений Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Первичная интродукция вида в новые условия произрастания стала возможной только путем переноса живых растений в культуру из мест естественного произрастания Томской области с последующим размножением растений из семян собственных репродукций. Выявлены оптимальные способы семенного размножения данного вида в условиях Севера: подзимний посев свежесобранными семенами и самосев семян с дальнейшей пересадкой появившихся всходов на новую делянку с площадью питания 30 × 30 см. Установлено, что в условиях культуры володушка золотистая отличается высокой приживаемостью, зимостойкостью и устойчивостью в ценозе. Массовый переход растений в генеративный период происходил на втором-третьем году жизни. Изучены фенология и динамика роста растений. Ритм сезонного развития растений володушки золотистой в культуре на Севере соответствует новым почвенно-климатическим условиям выращивания. Вегетационный период составляет 96–100 суток. Володушка золотистая регулярно формирует полноценные семена, которые после прохождения естественной стратификации под снежным покровом, прорастают весной и дают большой самосев. Реальная семенная продуктивность (число зрелых полноценных семян) у растений володушки золотистой разного возраста варьирует по годам от 420 до 570 семян на побег. Исследованы в культуре морфобиологические признаки генеративного побега и определена амплитуда их изменчивости. Высокий и очень высокий уровни индивидуальной изменчивости признаков флоральной зоны побега свидетельствует о возможности целенаправленного отбора более продуктивных особей внутри популяции. Впервые приведены данные по содержанию белков и его аминокислотному составу в растениях. Массовая доля азота (с пересчетом на сырой белок) в надземной фитомассе составляла 1,5–1,8%. В белках из надземной фитомассы определено 17 аминокислот, в том числе 7 незаменимых (треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин, лизин). Доля незаменимых аминокислот составляла в среднем 39% от общего количества. Наиболее высокие показатели отмечены для аминокислот: глутаминовой, аспарагиновой, лейцина, лизина, аланина и валина – 13,1, 10,7, 9,2, 8,1, 6,7 и 6,2% соответственно.

Ключевые слова: *Bupleurum aureum*; володушка золотистая; лекарственное растение; интродукция; рост и развитие; морфология генеративного побега; реальная семенная продуктивность; индивидуальная изменчивость признаков; аминокислотный состав белков растений.

THE RESULTS OF THE INITIAL INTRODUCTION OF *BUPLEURUM AUREUM* FISCH. EX HOFFM. IN THE MIDDLE TAIGA SUBZONE OF THE KOMI REPUBLIC

© 2023

Echishvili E.E., Portnyagina N.V., Fomina M.G.

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

Abstract. The paper summarizes the results of a long-term introduction study of plants of golden boletus in the collection of medicinal plants of the Botanical Garden of the Institute of Biology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. The primary introduction of the species into new growing conditions became possible only by transferring living plants to cultivation from the places of natural growth of the Tomsk Region, followed by propagation of plants from seeds of their own reproductions. The optimal methods of seed propagation of this species in the conditions of the North were revealed: winter sowing with freshly harvested seeds and self-sowing of seeds with further transplantation of emerging seedlings to a new plot with a feeding area of 30 × 30 cm golden is distinguished by high survival rate, winter hardiness and stability in the coenosis. The mass transition of plants into the generative period occurred in the second – third year of life. The phenology and dynamics of plant growth have been studied. The rhythm of the seasonal development of plants in golden in culture in the North corresponds to the new soil and climatic conditions of cultivation. The growing season is 96–100 days. Golden boletus regularly forms full-fledged seeds, which, after undergoing natural stratification under snow cover, germinate in the spring and give a large self-sowing. Real seed productivity (the number of mature full-fledged seeds) in plants c. golden of different ages varies over the years from 420 to 570 seeds per shoot. The morphobiological signs of the generative shoot were studied in culture and the amplitude of their variability was determined. High and very high levels of individual variability of signs of the floral zone of the shoot indicate the possibility of targeted selection of more productive individuals within the population. For the first time, data on the content of proteins and its amino acid composition in plants are presented. The mass fraction of nitrogen (in terms of crude protein) in the above-ground phytomass was 1,5–1,8%. In proteins from aboveground phytomass, 17 amino acids were identified, including 7 essential ones (threonine, valine, methionine, isoleucine, leucine, phenylalanine, lysine). The proportion of es-

sential amino acids averaged 39% of the total. The highest rates were noted for amino acids: glutamic, aspartic, leucine, lysine, alanine and valine – 13,1, 10,7, 9,2, 8,1, 6,7 and 6,2% respectively.

Keywords: *Bupleurum aureum*; golden boletus; medicinal plant; introduction; growth and development; morphology of the generative shoot; real seed productivity; individual variability of signs; amino acid composition of plant proteins.

Введение

Несмотря на большие успехи современной медицины и фармакологии интерес к лечению традиционными методами не потерял актуальности. Многовековой опыт человечества свидетельствует о том, что лекарственные средства растительного происхождения никогда не утратят своего важного значения в медицинской практике. Володушка золотистая (Володушка длиннолистная золотистая) *Bupleurum aureum* Fisch. ex Hoffm. (*Bupleurum longifolium* L. subsp. *aureum* (Fisch. ex Hoffm.) Soó – многолетнее травянистое растение из семейства зонтичных Apiaceae. Мезофит, встречается на юге лесной и лесостепной зон европейской части СССР, Урала, в Сибири, в горах Тянь-Шаня, доходит до Забайкалья. Произрастает по всему Алтаю преимущественно в лиственничных и березовых лесах, в кустарниковых зарослях и на опушках, на лесных и субальпийских лугах [1]. Виды рода *Bupleurum* L. – володушка неоднократно привлекали внимание многих исследователей в области популяционной биологии и интродукции [2, с. 498; 3, с. 398; 4, с. 270; 5, с. 122; 6, с. 48; 7, с. 16; 8, р. 45]. В медицине они известны как желчегонные, сокогонные и капилляроукрепляющие средства. Их основными действующими веществами считают флавонолы [9, с. 180; 10, с. 167; 11, с. 25; 12, с. 175] и сапонины [13, с. 112; 14, р. 107]. Из надземной фитомассы дикорастущих растений володушки многожилчатой (*Bupleurum multinerve*) сибирскими учеными был получен препарат капилляроукрепляющего действия Буплерин, который прошел клинические испытания и был рекомендован к применению в медицине (ВФС 42-580-76). Однако из-за отсутствия устойчивой сырьевой базы (численность популяций вида в природе сокращается) остро встал вопрос о создании промышленной культуры не только володушки многожилчатой, но и других родственных видов, способных заменить ее [15, с. 79]. В.Ф. Израильсон [16, с. 43; 17, с. 102] в природе и культуре впервые была изучена биоморфология и особенности семенного размножения володушки золотистой и показана возможность интродукции данного вида в Новосибирской области. Также из надземной части растений володушки золотистой в ЦСБС был получен препарат, содержащий кверцетин, изорамнетин, рутин, нарциссин. Указанный комплекс флавонолов входит в состав Буплерина. По активности суммарный флавоноловый препарат из володушки золотистой превосходил эталонный препарат Рутин [15, с. 79]. В настоящее время разработан проект фармакопейной статьи (ФС) на траву володушки золотистой [18, с. 17]. Интродукционное изучение володушки золотистой в коллекции лекарственных растений Ботанического сада Института биологии Коми НЦ Уро РАН началось в 2002 году.

Целью настоящих исследований являлось изучение роста, развития и аминокислотного состава растений, а также морфобиологии генеративного побега и реальной семенной продуктивности *Bupleurum aureum* в среднетаёжной подзоне Республики Коми.

Объекты и методы исследований

Многолетние исследования проведены в отделе Ботанический сад Института биологии Коми НЦ Уро РАН (г. Сыктывкар, подзона средней тайги). Почва опытного участка – дерново-подзолистая глееватая, среднекультуренная, суглинистая. Коллекционные растения изучались на однородном выровненном агрофоне, без внесения удобрений. Объектами исследований являлись растения володушки золотистой, выращенные из семян первой и второй сыктывкарской репродукций. Исходным материалом для изучения послужили живые растения, перенесенные в культуру из природной популяции Томской области в результате экспедиционного выезда сотрудников Ботанического сада в июле 2002 года в Западную и Восточную Сибирь. Изучение растений проведено по общепринятой методике, принятой при интродукционных исследованиях [19]. Размеры семян (длина и ширина) 30 шт. определяли с помощью микроскопа стереоскопического МССО, массу 1000 шт. семян – путем взвешивания четырех проб на лабораторно-аналитических электронных весах ВЛ120. Для выявления оптимального способа посева и пересадки растений в микрополевых опытах изучены четыре варианта семенного размножения володушки золотистой: 1) весенне-летний посев стратифицированных семян в открытый грунт 04.06.2015 г. (деланка 119); 2) подзимний посев свежесобранных семян 24.08.2015 г. в открытый грунт (дел. 116); 3) осенняя пересадка самосевных растений 10.09.2014 г. на новую деланку (№ 111) с площадью питания 30 × 30 см; 4) весенне-летняя пересадка самосева 09.06.2015 г. на новую деланку (№ 102) с площадью питания 30 × 30 см. При пересадках учитывали приживаемость растений, а затем и зимостойкость многолетних растений. Фенологические наблюдения проводили один раз в пять дней, а во время смены основных фаз развития – через 2 дня [20]. Выделяли следующие фазы: начало отрастания, начало бутонизации, начало цветения, массовое цветение центральных зонтиков, массовое цветение боковых зонтиков, начало плодоношения, массовое плодоношение, общий сбор семян. Высоту побегов измеряли на 20 модельных растениях по фазам развития. Морфологию генеративного побега изучали на 10–15 экземплярах в фазе массового плодоношения растений. На этих же побегах подсчитывали число сформировавшихся семян в зонтиках I, II и III порядков. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по общепринятой методике [21]. При этом рассчитывали среднее арифметическое (M), его ошибку (m), среднее квадратичное отклонение (σ) и коэффициент вариации (C_v %). Для оценки амплитуды изменчивости признаков использовали шкалу С.А. Мамаева [22]: очень низкий уровень – $C_v < 7\%$; низкий – $C_v = 7-12$; средний – $C_v = 13-20$; высокий – $C_v = 21-40$; очень высокий – $C_v > 40\%$. Содержание азота и аминокислотный состав белков в воздушно-сухой надземной фитомассе володушки золотистой определяли в экоаналитиче-

ской лаборатории Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Массовая доля азота в растениях определена методом газовой хроматографии на элементном анализаторе EA1110 (CHNS-O), количество аминокислот связанных белков – методом жидкостной хроматографии на ионообменных смолах с использованием автоматического аминокислотного анализатора AAA-339M (Чехия). Пересчет общего азота на сырой белок в процентах проводился по формуле ($N \times 6,25$).

Обсуждение результатов

Володушка золотистая достаточно трудно идет в интродукцию (в культуру). И это связано, в первую очередь, с биологическими особенностями семян данного вида. Плод володушки золотистой – вислоплодик, состоящий из двух односемянных полуплодиков (мерикарпиев). Исследованиями В.Ф. Израильсон [23, с. 3–23] установлено, что семена володушки золотистой имеют недоразвитый зародыш, дозревающий при пониженной температуре в течение продолжительного времени. В природных условиях семена володушки золотистой проходят естественную стратификацию под снежным покровом в течение 7–8 месяцев и при благоприятных условиях внешней среды весной начинают прорасти [2, с. 497]. В условиях культуры семена из покоя можно вывести путем стратификации при $+4...+7^{\circ}\text{C}$ в течение 4–5 месяцев. Семена теряют всхожесть в течение одного года сухого хранения [24, с. 86]. В коллекционное изучение семена володушки золотистой привлекались неоднократно (с 1995 года) по делектусам из некоторых ботанических садов России и зарубежья (Екатеринбург, Киров, Москва, Уфа, Тарту). Но все образцы семян, полученные по обмену, не прорастали в полевых и лабораторных условиях. Успешная первичная интродукция данного вида в Ботаническом саду началась в 2002 году с переноса живых растений (3 куртины) из мест естественного произрастания Томской области в коллекцию лекарственных растений. Приживаемость растений, высаженных в изолятор, оказалась высокой, уже на следующий год они сформировали по 1 генеративному побегу высотой 50–70 см и 6 августа 2003 г. были отмечены зрелые семена, которые быстро осыпались, но самосева не образовали. Лабораторная всхожесть семян, которую определяли весной следующего года, была отрицательной. 23 мая 2005 г. растения из изолятора были перенесены в коллекцию лекарственных растений (дел. 20). В июне 2008 г. на делянке впервые был отмечен самосев. 31 мая 2011 г. 20 самосевных растений были пересажены в новую коллекцию на делянку 4. Считаем, что это уже растения первого поколения, выращенные из семян первой сыктывкарской репродукции, сформировавшихся в новых условиях. В июне 2014 г. на делянке 4 был отмечен обильный самосев растений, сформировавшихся из семян второй сыктывкарской репродукции (растения второго поколения).

В 2014–2015 гг. в микрополевых опытах были изучены сроки и способы семенного размножения растений володушки золотистой (табл. 1). Из четырех возможных вариантов размножения этого вида наиболее оптимальным оказался подзимний посев свежесобранных семян, а также летне-весенний срок пересадки самосевных растений на новый участок. Семена и самосев для опытов брали с одного и того же образца – с растений володушки золотистой вто-

рого поколения (дел. 4). Пересадка растений на подготовленные делянки во всех вариантах опыта проводилась с площадью питания 30×30 см.

Как установлено исследователями В.Г. Хржановского и Е.Л. Нухимовского [2, с. 506], сроки прохождения фенологических фаз у володушки золотистой, произрастающей в естественных условиях Казахского Алтая, зависят от высоты местообитаний растений над уровнем моря. Показано, что в нижнем поясе (300–600 м над уровнем моря) цветение и плодоношение растений наступает на 2–3 недели раньше, чем на субальпийских лугах. Изучение сезонного развития растений володушки золотистой показало, что фенологические фазы природного образца из Томской области, привлеченного нами к изучению в культуре сопоставимы с фенофазами растений, встречающихся в различных фитоценозах нижнего пояса Алтая. Но в условиях культуры на Севере сроки наступления фенологических фаз отмечали еще в среднем на 2–3 недели раньше, чем у природных растений, произрастающих в нижнем поясе Алтая (табл. 2).

В генеративный период растения володушки золотистой вступали на третий год жизни. Отрастание многолетних растений происходило в первой декаде мая. Бутонизация начинается рано, в конце мая – начале июня еще в пазухах невытянувшихся побегов, при средней высоте растений 35–46 см. В фазу цветения растения вступали во второй декаде июня, а массовое цветение центральных зонтиков наблюдали уже в третьей декаде июня. Максимальный среднесуточный прирост побегов в высоту до 3,5–4 см отмечен в межфазный период бутонизация – массовое цветение на растениях четвертого – шестого годов жизни. Цветение растений длится почти месяц. Плодоношение начиналось в первой половине июля и совпадало по датам с фазой цветения боковых соцветий (табл. 2). К фазе начала плодоношения высота генеративных растений достигала в среднем 94 см (табл. 3). Массовое плодоношение отмечалось в третьей декаде июля. Общий сбор семян проводили в августе. Анализ полученных многолетних данных (за 15 лет) по массе 1000 шт. семян и размерам семян володушки золотистой, формирующихся в условиях культуры на Севере в сравнении с семенами, привлеченными к изучению по делектусам (табл. 4) показал, что володушка золотистая регулярно формировала полноценные семена, не уступающие по качеству семенам инорайонного происхождения. Осыпание зрелых семян происходило в конце августа – начале сентября. Вегетационный период у данного вида в условиях культуры составлял 96–100 суток.

Как отмечают некоторые авторы [2, с. 506; 15, с. 80], володушка золотистая в природе и культуре характеризуется большой индивидуальной изменчивостью. Индивидуальная изменчивость понимается как проявление генотипической дифференциации особей в пределах популяции [22]. Нами изучена внутривидовая индивидуальная изменчивость морфобиологических признаков вегетативных растений и генеративного побега володушки золотистой. Выявлено, что все 9 качественных и количественных признаков, характеризующих облик вегетирующих растений от длины побега до числа почек возобновления отличались высоким и очень высоким уровнем изменчивости (табл. 5). Сравнительный анализ индивидуальной изменчивости генеративного побега по

18 морфобиологическим признакам проведен на растениях володушки золотистой разного возраста в течение восьми лет. Результаты исследований представлены в табл. 6. Низкий ($C_v = 7-12\%$) и средний ($C_v = 13-20\%$) уровни изменчивости выявлены у таких признаков, как длина и диаметр главного побега, число листьев на главном побеге, число зонтичков (лучей) в центральном зонтике и в зонтиках II и III по-

рядков. Высокий и очень высокий уровни изменчивости ($C_v = 21-48\%$) отмечены для признаков, характеризующих флоральную зону побега: число и длина побегов II и III порядков, размеры листьев, диаметр зонтиков разного порядка, число семян в зонтичке центрального зонтика, что позволяет в дальнейшем проводить целенаправленный отбор более продуктивных особей внутри популяции.

Таблица 1 – Способы размножения *Vupleurum aureum* в культуре

Показатели	Варианты			
	Посев стратифицированных семян	Подзимний посев свежесобранных семян	Весенняя пересадка самосева	Осенняя пересадка самосева
Посев, посадка	04.06.2015	24.08.2015	09.06.2015	10.09.2014
Появление всходов	15.08.2016	08.06.2017	17.05.2016	15.05.2016
Число растений, шт.	до 20	50	24	24
Зимостойкость, %	30	70	68	70
Дата вступления в генеративный период	07.07.2017	25.06.2019	20.06.2016	01.07.2016
Число генеративных/вегетативных растений, шт.	2/5	32/2	15/6	1/16
Год последнего учета	08.08.2018	04.07.2022	30.07.2020	19.06.2020
Высота, см / число растений, шт.	97–100 / 2	109–137 / 31	75–120 / 12	64–98 / 6

Таблица 2 – Фенология *Vupleurum aureum* в культуре на Севере

Годы	Начало отрастания	Начало бутонизации	Цветение		Плодоношение		
			начало	массовое	начало	массовое	общий сбор
2019	08.05	05.06.2019	17.06	29.06	15.07	25.07	15.08
2020	10.05	04.06.2020	15.06	30.06	13.07	23.07	13.08
2021	11.05	28.05.2021	11.06	24.06	10.07	21.07	14.08
2022	11.05	09.06.2022	20.06	29.06	18.07	26.07	18.08
	Алтай, природа	15.06	25.06–05.07	25.07–05.08	25.07–10.08	01.08–30.08	01.09–20.09

Таблица 3 – Высота растений *Vupleurum aureum* по фазам развития, см

Годы наблюдений	Возраст, лет	Бутонизация	Массовое цветение	Плодоношение
2019	3	35 ± 1 / 26–42	82 ± 3 / 67–100	94 ± 2 / 82–112
2020	4	46 ± 2 / 33–70	111 ± 3 / 93–138	116 ± 3 / 101–141
2021	5	44 ± 1 / 36–53	114 ± 2 / 105–123	118 ± 2 / 107–131
2022	6	46 ± 2 / 40–56	122 ± 3 / 103–152	120 ± 2 / 109–137

Примечание. Перед косой чертой – средние значения, после косой черты – лимиты значений.

Таблица 4 – Морфобиологические особенности семян *Vupleurum aureum* в условиях культуры

Годы	Дата сбора	Масса 1000 шт., г	Длина, см	Ширина, см
2003	06.08	2,81 ± 0,05	3,5 ± 0,10	1,3 ± 0,03
2004	24.08	2,90 ± 0,10	4,0 ± 0,10	1,3 ± 0,03
2005	10.08	3,13 ± 0,04	3,6 ± 0,10	1,2 ± 0,04
2006	09.08	3,15 ± 0,04	3,9 ± 0,10	1,3 ± 0,03
2009	27.08	3,20 ± 0,06	4,1 ± 0,26	1,3 ± 0,02
2010	16.08	2,81 ± 0,05	4,0 ± 0,17	1,2 ± 0,04
2012	07.08	2,98 ± 0,06	4,4 ± 0,14	1,4 ± 0,04
2013	08.08	3,34 ± 0,14	4,1 ± 0,08	1,3 ± 0,06
2014	14.08	3,18 ± 0,24	3,8 ± 0,10	1,4 ± 0,04
2016	04.08	3,00 ± 0,03	4,0 ± 0,05	1,3 ± 0,06
2018	14.08	3,30 ± 0,10	4,2 ± 0,06	1,3 ± 0,04
2019	15.08	3,20 ± 0,06	4,1 ± 0,09	1,3 ± 0,05
2020	13.08	3,30 ± 0,09	4,2 ± 0,10	1,2 ± 0,05
2021	14.08	3,00 ± 0,03	4,2 ± 0,09	1,3 ± 0,03
2022	18.08	3,00 ± 0,06	4,0 ± 0,10	1,2 ± 0,06
	Киров	2,5 ± 0,06	4,0 ± 0,10	1,2 ± 0,04
	Самара	2,8 ± 0,08	4,0 ± 0,20	1,2 ± 0,10

Таблица 5 – Морфологические признаки вегетативных растений *Vupleurum aureum*, 29.08.2017 г.

Признаки	M ± m	Lim	C _v , %
Длина побега, см	9 ± 0,4	4,5–14	24
Число листьев, шт./побег	2,8 ± 0,1	2–4	21
Длина листа с черешком, см	5,7 ± 0,4	2–12	40
Длина листовой пластинки, см	2,4 ± 0,2	1–7	58
Ширина листовой пластинки, см	1,8 ± 0,2	0,5–4	50
Длина главного корня, см	6,5 ± 0,3	5–8	21
Толщина главного корня, см	0,2 ± 0,02	0,1–0,3	30
Длина корней II порядка, см	1,9 ± 0,2	0,3–0,4	58
Число почек возобновления, шт.	2,1 ± 0,3	1–3	43

Таблица 6 – Морфобиология генеративного побега и семенная продуктивность *Vupleurum aureum* в культуре

Признаки	Варианты опыта					
	Весенняя пересадка самосева			Подзимний посев семян в грунт		
	Годы	M ± m	C _v , %	Годы	M ± m	C _v , %
Длина главного побега, см	2016	75 ± 6	14	2019	94 ± 2	11
	2017	116 ± 8	17	2020	87 ± 3	16
	2018	100 ± 4	10	2021	118 ± 2	9
	2019	116 ± 3	6	2022	122 ± 3	10
Диаметр главного побега, мм	2016	7 ± 0,1	17	2019	7 ± 0,4	15
	2017	8 ± 0,1	16	2020	7 ± 0,4	14
	2018	8 ± 0,1	19	2021	7 ± 0,6	17
	2019	7 ± 0,1	14	2022	9 ± 0,8	22
Число листьев на главном побеге, шт.	2016	9 ± 0,6	11	2019	9 ± 0,4	11
	2017	9 ± 0,4	13	2020	9 ± 0,5	12
	2018	8 ± 0,5	15	2021	9 ± 0,4	9
	2019	10 ± 0,4	9	2022	10 ± 0,5	11
Длина листа среднего яруса на главном побеге, см	2016	9 ± 0,7	33	2019	11 ± 0,7	20
	2017	16 ± 1,0	27	2020	10 ± 0,7	24
	2018	14 ± 1,0	38	2021	10 ± 0,5	16
	2019	12 ± 0,7	36	2022	12 ± 0,6	15
Ширина листа среднего яруса на главном побеге, см	2016	5 ± 0,3	28	2019	6 ± 0,4	22
	2017	7 ± 0,5	30	2020	6 ± 0,4	27
	2018	6 ± 0,4	30	2021	5 ± 0,2	12
	2019	6 ± 0,2	22	2022	6 ± 0,5	25
Число побегов II порядка, шт.	2016	2,7 ± 0,3	22	2019	2,0 ± 0,3	35
	2017	2,8 ± 0,3	25	2020	4,8 ± 0,7	44
	2018	2,6 ± 0,4	35	2021	4,0 ± 0,3	30
	2019	4,0 ± 0,3	18	2022	3,8 ± 0,3	24
Число побегов III порядка, шт.	2016	1,2 ± 0,2	37	2019	1,2 ± 0,2	38
	2017	2,7 ± 0,3	30	2020	4,0 ± 0,3	36
	2018	2,8 ± 0,6	46	2021	3,8 ± 0,5	39
	2019	3,6 ± 0,5	31	2022	1,9 ± 0,2	32
Длина побегов II порядка, см	2016	18 ± 2	21	2019	24 ± 2,2	29
	2017	22 ± 2	31	2020	20 ± 3,5	41
	2018	20 ± 2	38	2021	26 ± 1,4	31
	2019	20 ± 1	32	2022	22 ± 3,2	42
Длина побегов III порядка, см	2016	4,8 ± 0,5	17	2019	11,6 ± 0,7	19
	2017	10,0 ± 1	38	2020	11,8 ± 0,7	20
	2018	5,1 ± 0,6	39	2021	12,0 ± 0,9	35
	2019	6,3 ± 0,5	27	2022	3,8 ± 0,3	29
Диаметр центрального зонтика, см	2016	10 ± 0,9	16	2019	9 ± 0,6	36
	2017	11 ± 0,6	15	2020	7 ± 0,8	37
	2018	9 ± 1,5	36	2021	9 ± 0,6	20
	2019	9 ± 0,4	13	2022	7 ± 0,4	17

Признаки	Варианты опыта					
	Весенняя пересадка самосева			Подзимний посев семян в грунт		
	Годы	M ± m	C _v , %	Годы	M ± m	C _v , %
Диаметр зонтика II порядка, см	2016	6 ± 0,3	15	2019	6 ± 0,3	30
	2017	8 ± 0,5	31	2020	5 ± 0,3	32
	2018	6 ± 0,4	26	2021	8 ± 0,2	14
	2019	6 ± 0,2	16	2022	5 ± 0,3	18
Диаметр зонтика III порядка, см	2016	2,4 ± 0,2	17	2019	1,7 ± 0,2	22
	2017	3,3 ± 0,5	48	2020	1,7 ± 0,2	29
	2018	1,9 ± 0,3	42	2021	2,2 ± 0,4	25
	2019	2,0 ± 0,1	20	2022	1,6 ± 0,07	19
Число зонтичков в центральном зонтике, шт.	2016	9 ± 0,3	7	2019	8 ± 0,4	10
	2017	7 ± 0,4	14	2020	8 ± 0,5	12
	2018	10 ± 0,3	15	2021	9 ± 0,8	20
	2019	7 ± 0,5	18	2022	7 ± 0,3	13
Число зонтичков в зонтике II порядка, шт.	2016	8 ± 0,2	6	2019	9 ± 0,4	13
	2017	9 ± 0,3	16	2020	8 ± 0,2	10
	2018	9 ± 0,6	24	2021	10 ± 0,3	11
	2019	9 ± 0,3	14	2022	10 ± 0,3	9
Число зонтичков в зонтике III порядка, шт.	2016	8 ± 0,1	6	2019	7 ± 0,2	8
	2017	9 ± 0,5	20	2020	6 ± 0,2	8
	2018	9 ± 0,8	19	2021	10 ± 0,5	16
	2019	9 ± 0,7	20	2022	8 ± 0,2	8
Число семян в зонтичке центрального зонтика, шт.	2016	29 ± 0,6	25	2019	30 ± 1	23
	2017	29 ± 0,7	26	2020	26 ± 1	22
	2018	29 ± 0,7	30	2021	24 ± 1	22
	2019	19 ± 1,4	31	2022	24 ± 1	23
Число семян в зонтичке зонтика II порядка, шт.	2016	20 ± 0,6	28	2019	27 ± 1	35
	2017	16 ± 0,7	18	2020	20 ± 1	20
	2018	19 ± 0,7	20	2021	19 ± 1	13
	2019	17 ± 0,7	18	2022	19 ± 1	18
Число семян в зонтичке зонтика III порядка, шт.	2016	10 ± 1	22	2019	11 ± 1	27
	2017	14 ± 1	16	2020	16 ± 1	17
	2018	12 ± 1	16	2021	16 ± 1	17
	2019	15 ± 1	17	2022	14 ± 1	18
Расчетное число семян на один побег, шт.	2016	500	–	2019	560	–
	2017	470	–	2020	460	–
	2018	570	–	2021	570	–
	2019	420	–	2022	470	–
Среднее число генеративных побегов на особь, шт.	2016	1,8 ± 0,2	–	2019	1,9 ± 0,2	–
	2017	2,9 ± 0,2	–	2020	3,3 ± 0,2	–
	2018	3,8 ± 0,6	–	2021	4,9 ± 0,4	–
	2019	3,8 ± 0,8	–	2022	5,0 ± 0,4	–

Ниже приведены сведения по аминокислотному составу белков в растениях володушки золотистой. Исследование качественного и количественного содержания аминокислот в лекарственном растительном сырье имеет определенный научный интерес и большое практическое значение, так как все 20 протеиногенных аминокислот, участвующих в построении белков, синтезируются лишь в растениях. В организме человека и животных образуется лишь 12 аминокислот, а 8 незаменимых должны поступать с растительной пищей [25, с. 24]. Сырая надземная фитомасса многолетних растений володушки золотистой в период цветения варьировала от 30 до 46 г на особь. В табл. 7 впервые приведены данные по аминокислотному составу белков и содержанию азота (с пересчетом на сырой белок) в траве володушки золо-

тистой. Массовая доля азота в надземных органах (листья + соцветия) составляла 1,5–1,8%. Сумма аминокислот в образцах варьировала от 7,43 до 9,39%. В белках из надземной фитомассы выявлено 17 аминокислот, в том числе семь незаменимых (треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин и лизин). Триптофан при гидролизе полностью разрушается, поэтому определение его этим методом не проводили. Серасодержащие аминокислоты (метионин и цистин) при кислотном гидролизе белков разлагаются, поэтому их содержание отличалось низкими значениями. Доля незаменимых аминокислот в среднем составляла 39%. Наиболее высокие показатели отмечены для аминокислот: глутаминовой (13,1%), аспарагиновой (10,7%), лейцина (9,2%), лизина (8,1%), аланина (6,7%) и валина (6,2%).

Таблица 7 – Аминокислотный состав интродуцируемых растений *Vupleurum aureum*

Аминокислоты	Дата сбора растительного сырья		Доля АК от общего содержания, %		
	13.07.2006	20.07.2007	23.07.2009	lim	M ± m
Аспарагиновая	1,04	0,80	1,03	10,0–11,3	10,7 ± 0,3
Треонин*	0,51	0,41	0,48	5,1–5,5	5,4 ± 0,1
Серин	0,53	0,39	0,56	5,2–6,0	5,7 ± 0,2
Глутаминовая	1,13	0,92	1,38	12,3–14,7	13,1 ± 0,8
Пролин	0,48	0,44	0,53	5,2–5,9	5,6 ± 0,2
Глицин	0,54	0,43	0,56	5,8–6,0	5,9 ± 0,1
Аланин	0,61	0,49	0,66	6,6–7,0	6,7 ± 0,1
Цистин	0,00	0,00	0,06	0,0–0,6	0
Валин*	0,56	0,46	0,60	6,1–6,4	6,2 ± 0,1
Метионин*	0,03	0,03	0,03	0,3–0,4	0,3 ± 0,03
Изолейцин*	0,45	0,35	0,44	4,7–4,9	4,7 ± 0,03
Лейцин*	0,84	0,70	0,86	9,1–9,4	9,2 ± 0,1
Тирозин	0,42	0,37	0,38	4,0–4,6	4,5 ± 0,3
Фенилаланин*	0,47	0,43	0,45	5,1–5,8	5,2 ± 0,3
Гистидин	0,21	0,17	0,20	2,2–2,3	2,3 ± 0,03
Лизин*	0,77	0,62	0,72	7,7–8,4	8,1 ± 0,2
Аргинин	0,60	0,42	0,45	4,8–6,5	5,6 ± 0,5
Сумма, %	9,19	7,43	9,39	–	100
Доля незаменимых АК, %	39,5	40,3	38,1	39,3 ± 0,6	
Массовая доля азота, %	1,6	1,5	1,8	1,6 ± 0,09	

Примечание. * – незаменимые аминокислоты.

Выводы

Первичная интродукция растений володушки золотистой в среднетаёжной подзоне Республики Коми началась с переноса в культуру живых растений из мест естественного произрастания Томской области с последующим размножением растений из семян сыктывкарской репродукции.

Приживаемость, зимостойкость и устойчивость растений володушки золотистой в условиях культуры высокая.

Ритмы сезонного развития и роста многолетних растений володушки золотистой соответствуют новым условиям произрастания. За 96–100 суток она способна формировать полноценные семена, которые после прохождения естественной стратификации под снегом дают обильный самосев.

В условиях культуры на Севере отмечено ускоренное прохождение растениями володушки золотистой фенологических фаз в среднем на 2–3 недели по сравнению с природными растениями, произрастающими в нижнем поясе Алтая (300–600 м над уровнем моря).

Выявлены основные параметры генеративного побего и определена реальная семенная продуктивность (число зрелых полноценных семян) многолетних растений володушки золотистой.

Результаты анализа индивидуальной изменчивости морфологических признаков володушки золотистой при интродукции в среднетаёжной подзоне Республики Коми показали, что растения второй сыктывкарской репродукции отличаются достаточно высокой степенью приспособленности к новым условиям произрастания. Многие признаки, характеризующие габитус растения, обладают высоким и средним уровнем изменчивости, что позволяет в дальнейшем вести отбор растений по хозяйственно-ценным признакам для создания устойчивой интродукционной популяции.

Впервые в растениях володушки золотистой определено содержание белка (9,4–11,2%) и изучен его аминокислотный состав. Из 17 выявленных аминокислот наибольшие показатели долевого участия отмечены для глутаминовой (13,1%), аспарагиновой (10,7%), лейцина (9,2%), лизина (8,1%), аланина (6,7%) и валина (6,2%).

Список литературы:

1. Куминова А.В. Растительный покров Алтая / отв. ред. В.В. Ревердатто. Новосибирск: Изд-во СО АН СССР, 1960. 450 с.
2. Хржановский В.Г., Нухимовский Е.Л. Экологическая морфология некоторых лекарственных растений в естественных условиях их произрастания. Сообщение 1. *Vupleurum aureum* Fisch. // Растительные ресурсы. 1972. Т. 8, вып. 4. С. 497–507.
3. Васильева Л.В., Лацинский Н.Н. Особенности онтогенеза *Vupleurum aureum* Fisch. в черневых лесах Салаира // Растительные ресурсы. 1987. Т. 23, вып. 3. С. 397–405.
4. Минаева В.Г. Володушка – *Vupleurum* L. // Лекарственные растения Сибири. 5-е изд., перераб. и доп. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991. С. 269–271.
5. Подгаевская Е.Н. Онтогенез володушки золотистой (*Vupleurum aureum* Fisch. ex Hoffm.) // Онтогенетический атлас лекарственных растений: учеб. пособие. Т. III. Йошкар-Ола: МарГУ, 2002. С. 120–124.
6. Васфилова Е.С., Воробьева Т.А. Лекарственные и пряно-ароматические растения в условиях интродукции на Среднем Урале. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 245 с.
7. Каримова О.А. Результаты интродукции двух ресурсных видов из рода *Vupleurum* L. в Республике Башкортостан // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2011. № 3 (98), вып. 14/1. С. 14–20.
8. Chugunov G.G., Khapugin A.A. Population status of *Vupleurum 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.

9. Киселева А.В., Минаева В.Г., Киселева А.П. К возрастной динамике флавонолов володушки золотистой // Перспективные полезные растения флоры Сибири: сб. ст. / отв. ред. К.А. Соболевская. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1973. С. 179–185.
10. Минаева В.Г. Изучение флоры Западной Сибири как источника биологически активных флавоноидов // Интродукция растений в Сибири: сб. ст. / отв. ред. И.Ю. Коропачинский. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1977. С. 165–175.
11. 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 *Vupleurum* L., культивируемых в Беларуси // Вестник фармации. 2011. № 4 (54). С. 23–30.
12. Глущенко А.В., Георгиянц В.А., Бевз Н.Ю. Количественное определение флавоноидов и суммы полифенолов в надземной части володушки золотистой // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Медицина. Фармация. 2014. № 11 (182), вып. 26/1. С. 172–176.
13. Атлас лекарственных растений СССР / гл. ред. Н.В. Цицин. М.: Гос. изд-во медицинской литературы, 1962. 703 с.
14. Zhang T.-T., Zhou J.-S., Wang Q. HPLC analysis of flavonoids from the aerial parts of *Vupleurum* species // Chinese Journal of Natural Medicines. 2010. Vol. 8, iss. 2. P. 107–113. DOI: 10.1016/s1875-5364(10)60014-3.
15. Соболевская К.А. Интродукция растений в Сибири. Новосибирск: Наука, 1991. 184 с.
16. Израильсон В.Ф. Сравнительно анатомическое исследование семян некоторых сибирских представителей семейства зонтичных // Новые полезные растения Сибири (интродукция и акклиматизация): сб. ст. / отв. ред. К.А. Соболевская. Новосибирск, 1965. С. 42–48.
17. Израильсон В.Ф. Эколого-морфологические особенности некоторых сибирских видов володушки (*Vupleurum* L.) // Эколого-морфологические и биохимические особенности полезных растений дикорастущей флоры Сибири / отв. ред. К.А. Соболевская. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1970. С. 101–115.
18. Канунникова Ю.С. Фармакогностическое изучение и стандартизация травы и экстракта сухого володушки золотистой (*Vupleurum aureum* Fisch.): автореф. дис. ... канд. фарм. наук: 14.04.02. М., 2014. 22 с.
19. 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.
20. Методика фенологических наблюдений в Ботанических садах СССР // Бюллетень Главного ботанического сада. 1979. Вып. 113. С. 3–8.
21. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1973. 256 с.
22. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале). М.: Наука, 1973. 284 с.
23. Израильсон В.Ф. Затрудненное прорастание семян видов рода *Vupleurum* L. Юго-Восточного Алтая и способы его преодоления: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1969. 23 с.
24. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1985. 347 с.
25. Колесова В.Г., Марченко В.А., Сыровежко Н.В. Лекарственные растения: мифы и реальность. Традиционная (народная) медицина в объективе науки. СПб.: СПХФА, 1998. 261 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):
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Фомина Марина Геннадьевна, старший лаборант-исследователь отдела Ботанический сад; Институт биологии Коми научного центра УрО РАН (г. Сыктывкар, Российская Федерация). E-mail: fomina@ib.komisc.ru.</p>	<p>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 (Syktvykar, Russian Federation). E-mail: elmira@ib.komisc.ru.</p> <p>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 (Syktvykar, Russian Federation). E-mail: portniagina@ib.komisc.ru.</p> <p>Fomina Marina Gennadievna, senior laboratory assistant-researcher of Botanical Garden; Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Syktvykar, Russian Federation). E-mail: fomina@ib.komisc.ru.</p>

Для цитирования:

Эчишвили Э.Э., Портнягина Н.В., Фомина М.Г. Результаты первичной интродукции *Vupleurum aureum* Fisch. ex Hoffm. в среднетаёжной подзоне Республики Коми // Самарский научный вестник. 2023. Т. 12, № 2. С. 111–118. DOI: 10.55355/snv2023122118.