

## БИОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЙ И АМИНОКИСЛОТНЫЙ СОСТАВ БЕЛКОВ *AGASTACHE ANISATUS* И *AGASTACHE RUGOSA* (LAMIACEAE) В УСЛОВИЯХ КУЛЬТУРЫ НА СЕВЕРЕ

© 2022

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

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

**Аннотация.** В данной работе подведены результаты многолетнего коллекционного изучения роста и развития растений двух видов многоколосника – *Agastache anisatus* и *A. rugosa* (Lamiaceae) в Ботаническом саду Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Материал к изучению привлекался по обменным спискам семян из других ботанических садов и зарубежья. В условиях культуры среднетаежной подзоны Республики Коми оба вида многоколосника ведут себя как малолетние травянистые растения. Семена этих видов не нуждаются в предпосевной подготовке. При посеве в открытый грунт в конце мая – первой декаде июня массовые проростки отмечали на 12–20 сутки в зависимости от погодных условий сезона. В течение первого года жизни растения последовательно проходили все фазы прегенеративного периода, и только 5–10% растений в сентябре переходили в генеративный период, формируя один побег высотой до 40–45 см с 1–3 соцветиями. Зимостойкость растений прегенеративного периода достаточно высокая – 70–85%. На следующий год отрастание растений наблюдали в середине мая. В фазу цветения они вступали в конце июля – августе, формируя 3–5 генеративных побегов на особи высотой 50–80 см, разветвленных в верхней части стебля до второго-третьего порядка. При этом в условиях короткого северного лета, за 120–130 суток вегетации растения второго года жизни способны формировать обильный самосев, но в результате зимостойкость растений падала до 10%. Перезимовку переносили единичные особи, 2–4 экземпляра из 20–30 генеративных растений. Более оптимальным вариантом выращивания растений многоколосника на севере является рассадный способ. При высадке растений в возрасте 30–40 дней в начале июня в открытый грунт с оптимальной площадью питания 40 × 40 см формировались крупные разветвленные побеги высотой 50–65 см, которые до середины сентября проходили фазы цветения и плодоношения, образуя зрелые семена, а на следующий год – обильный самосев. Зимостойкость генеративных растений первого года жизни низкая. Установлено, что растения многоколосника в условиях культуры среднетаежной подзоны Республики Коми способны накапливать в надземной фитомассе большое количество азотистых веществ. Так, высокое содержание сырого белка обнаружено в надземной фитомассе растений первого и второго годов жизни 26,2–28,8% у многоколосника анисового и 21,9–22,5% у многоколосника морщинистого. В надземной фитомассе растений многоколосника обнаружено и определено 17 аминокислот, в том числе 7 незаменимых. Доля незаменимых аминокислот изменялась от 34 до 39%. Наибольшие показатели в сырьевой фитомассе растений отмечены для аминокислот: глутаминовой, аспарагиновой, лейцина, пролина, лизина и аргинина – 13,0; 10,7; 9,0; 8,6; 7,5 и 6,4% соответственно.

**Ключевые слова:** *Agastache anisatus*; *Agastache rugosa*; лекарственное растение; интродукция; рост; развитие; надземная фитомасса; общий азот; аминокислотный состав; незаменимые аминокислоты; компонентный состав; газо-жидкостная хроматография; хромато-масс спектрометрический анализ.

## BIOMORPHOLOGICAL FEATURES OF PLANTS AND AMINO ACID COMPOSITION OF *AGASTACHE ANISATUS* AND *AGASTACHE RUGOSA* (LAMIACEAE) PROTEINS UNDER CULTURE CONDITIONS IN THE NORTH

© 2022

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

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

**Abstract.** This paper summarizes the results of a long-term collection study of the growth and development of plants of two species of polygrate – *Agastache anisatus* and *A. rugosa* (Lamiaceae) in the Botanical Garden of the Institute of Biology, Komi Scientific Center, Ural Branch, Russian Academy of Sciences. The material for the study was attracted according to the exchange lists of seeds from other botanical gardens and abroad. Under the conditions of the culture of the middle taiga subzone of the Komi Republic, both types of multi-grate behave like juvenile herbaceous plants. Seeds of these species do not need pre-sowing preparation. When sown in open ground at the end of May – the first ten days of June, mass seedlings were noted on the 12–20<sup>th</sup> day, depending on the weather conditions of the season. During the first year of life, the plants successively passed through all phases of the pregenerative period, and only 5–10% of plants passed into the generative period in September, forming one shoot up to 40–45 cm high with 1–3 inflorescences. Winter hardiness of plants of the pregenerative period is quite high, 70–85%. The following year, plant regrowth was observed in mid – may. They entered the flowering phase at the end of July – August, forming 3–5 generative shoots per individual 50–80 cm high, branched in the upper part of the stem up to the second or third order. At the same time, under the conditions of a short northern summer, for 120–130 days of vegetation, plants of the second year of life are able to form abundant self-sowing, but as a result, winter hardiness of plants fell to 10%. Overwintering was tolerated by single individuals, 2–4 specimens from 20–30 generative plants.

A more optimal option for growing multi-grate plants in the north is the seedling method. When plants were planted at the age of 30–40 days in early June in open ground with an optimal feeding area of 40 × 40 cm, large branched shoots 50–65 cm high were formed, which until mid-September went through the phases of flowering and fruiting, forming mature seeds. Winter hardiness of seedlings of plants of the first year of life is low. It has been established that under the culture conditions of the middle taiga subzone of the Komi Republic, plants of the multi-grate are able to accumulate a large amount of nitrogenous substances in the aboveground phytomass. Thus, a high content of crude protein was found in the aboveground phytomass of plants of the first and second years of life 26,2–28,8% in *Agastache anisatus* and 21,9–22,5% *A. rugosa*. 17 amino acids, including 7 essential amino acids, were found and determined in the above-ground phytomass of plants of polygonium. The proportion of essential amino acids varied from 34 to 39%. The highest indicators in the raw plant phytomass were noted for amino acids: glutamic, aspartic, leucine, proline, lysine and arginine – 13,0, 10,7, 9,0, 8,6, 7,5 and 6,4% respectively.

**Keywords:** *Agastache anisatus*; *Agastache rugosa*; medicinal plant; introduction; growth; development; above-ground phytomass; total nitrogen; amino acid composition; essential amino acids; component composition; gas-liquid chromatography; chromato-mass spectrometric analysis.

### Введение

Многие виды семейства яснотковых – Lamiaceae Lindl. известны как лекарственные и эфирномасличные растения, используемые в научной и народной медицине разных стран [1, с. 10; 2, с. 152; 3, р. 97–102; 4, р. 9049]. В коллекции лекарственных растений отдела Ботанический сад Института биологии Коми НЦ УрО РАН (Республика Коми, г. Сыктывкар, 61°40' с.ш., 50°37' в.д.) с 1992 г. прошли первичное интродукционное изучение более 25 видов семейства яснотковых. К перспективным растениям, пригодных для выращивания в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми, по шкале оценки успешности интродукции растений, разработанной нами для условий Севера: зимостойкость, сезонный ритм развития, степень генеративного развития, преобладающий способ размножения можно отнести более 10 видов. Для пяти наиболее устойчивых видов (*Origanum vulgare* L., *Mentha piperita* L., *Leonurus cardiaca* L., *Stachys officinalis* L., *Hyssopus officinalis* L.) в надземной сырьевой фитомассе растений выявлено содержание эфирного масла и изучен его компонентный состав, а также разработаны некоторые агротехнические приемы выращивания [5, с. 42; 6, с. 23].

С 2002 г. в коллекционное изучение стали привлекать образцы разного географического происхождения двух видов растений из рода *Agastache* Glaut. ex Gronov – многоколосник: 1) *Agastache annethiodora* (Nutt.) Britton (*A. anisatus* Benth.) – многоколосник (лофант) анисовый (*Agastache foeniculum* (Pursh) O. Kuntze – многоколосник фенхельный (лофант фенхельный)) и 2) *Agastache rugosa* (Fisch. et C.A. Mey) O. Kuntze – многоколосник (лофант) морщинистый. Эти виды семейства Lamiaceae можно отнести к числу комплексно используемых в качестве кормовых, эфирномасличных, медоносных и декоративных растений, перспективных для возделывания на юге России [7, с. 283; 8, с. 235; 9, с. 36]. Как культуру лобелию возделывают в США, Японии и Китае. В России он распространен мало. Изучается во многих ботанических садах России и зарубежья [10, с. 170; 11, с. 1–15; 12, с. 83; 13, с. 64; 14, с. 52; 15, с. 49; 16, р. 10]. Родина многоколосника анисового – Северная Америка, многоколосник морщинистый встречается во флоре России на Дальнем Востоке [17, с. 548].

Цель наших исследований – изучить рост, развитие и зимостойкость *Agastache anisatus* и *Agastache rugosa* в условиях короткого северного лета, а также исследовать аминокислотный состав надземной сырьевой фитомассы растений.

### Методы и объекты исследований

Работа выполнена в 2002–2018 гг. на опытном поле отдела Ботанический сад Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Место проведения исследований в районе г. Сыктывкара Республики Коми (62° с.ш., 50° в.д.) относится к подзоне средней тайги. Климат континентальный, зима сравнительно суровая, лето короткое и прохладное. Продолжительность вегетационного периода составляет в среднем 150 дней, 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 [18]. Почва участка среднеоккультуренная, дерново-глеевая, суглинистая, высокообеспеченная фосфором и калием. Объектами исследований послужили растения *Agastache anisatus* и *Agastache rugosa* выращенные из семян разного географического происхождения, исходный материал которого был получен по делектусам из ботанических садов России и зарубежья: Казань, Москва, Благовещенск, Лейпциг, а также семян сыктывкарской (местной) репродукции. Стационарные наблюдения проводились в течение всего периода вегетации на протяжении более 10 лет. Изучались два способа размножения: раннелетний посев семян в открытый грунт и рассадный способ выращивания растений в условиях теплицы. Учеты и наблюдения проводили согласно общепринятой методике интродукционных исследований [19, с. 2–23]. Данные статистически обработаны [20]. Аминокислотный состав белков надземной фитомассы многолетних растений многоколосника определяли в фазу массового цветения, а у растений первого года жизни в конце сезона. Отобранное растительное сырье высушивали естественным путем до воздушно-сухого состояния и сдавали на анализ в экоаналитическую лабораторию Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Массовая доля азота в образцах определена методом газовой хроматографии на элементном анализаторе EA1110 (CHNS-O). Пересчет общего азота на сырой белок в процентах проведен по формуле ( $N \times 6,25$ ). Количественное содержание аминокислот, входящих в состав белков растений, определено методом жидкостной хроматографии на ионообменных смолах с использованием автоматического аминокислотного анализатора ААА-339М (Чехия).

### Обсуждение результатов

Многоколосник анисовый и многоколосник морщинистый – многолетние травянистые растения с хорошо развитой мочковатой корневой системой. Стебли прямостоячие, в верхней части разветвлен-

ные, высотой 50–100 см. Листья супротивные, зеленые, черешковые, сердцевидно-ланцетные, по краю редкозубчатые, длиной 7–10 см, шириной 4–5 см. Цветки мелкие, обоеполые, собраны на верхушках побегов в крупные колосовидные соцветия длиной 7–14 см и диаметром до 2–2,5 см. Окраска венчика варьирует от лиловой до сине-фиолетовой. Плод – орешек, продолговато-овальный, гладкий, темного цвета. Масса 1000 семян – 0,40–0,45 г [12, с. 83; 13, с. 64].

В коллекции изучаемые виды наблюдались с 2002 года. Семена многоколосника не нуждались в предпосевной подготовке и при раннелетнем посеве в грунт массово прорастали на 12–20 суток. В течение первого года жизни большинство растений последовательно проходили все онтогенетические состояния прегенеративного периода (проростки, ювенильное, иматурное, виргинильное) и не переходили в генеративный период. Зимостойкость растений прегенеративного периода была достаточно высокой, до 80%. Небольшая часть растений (5–15%), которая вступала в генеративный период во второй декаде сентября, обычно выпадала в первую же зиму (табл. 1). На второй год жизни растения многоколосника обоих видов вступали в фазу цветения во второй декаде июля, на 49–51 сутки после отрастания. Массовое цветение растений отмечалось в начале августа и длилось до середины сентября на протяжении 50–60 суток (табл. 1). Выборочный сбор семян проводили в конце сентября. За 113–134 суток вегетации растения многоколосника обоих видов в условиях Севера способны формировать полноценные семена, не уступающие по морфобиологическим показателям семенам инорайонного происхождения: длина семян – 1,3–1,7 мм, ширина – 0,8–1,0 мм, масса 1000 шт. семян – 0,37–0,39 г, энергия прорастания – 49–55%, лабораторная всхожесть – 64–69%. Естественная стратификация под снегом осыпавшихся семян многоколосника способствовала увеличению полевой всхожести семян и формированию весной обильного самосева в пределах той делянки, на которой они росли. В загущенном посеве самосевные растения испытывали угнетение, отличались более светлой окраской листьев и формировали одиночные неразветвленные побеги высотой до 40 см. В фазу цветения растения из самосева вступали во второй декаде августа, почти на месяц позже двулетних растений, цвели неравномерно и до самых заморозков (табл. 1). На следующий год самосевные растения полностью выпадали из травостоя. Зимостойкость же генеративных растений многоколосника анисового и многоколосника морщинистого со второго на третий годы жизни оказалась очень низкой, от 0 до 10%. Из 20–30 генеративных растений перезимовывали два – три растения, которые отрастали весной на 5–10 суток позже, чем двулетние растения прегенеративного периода предыдущего года. Затем эти единичные особи могли сохраняться на делянке еще два–три года, что мы могли наблюдать на отдельных особях многоколосника морщинистого, который вступал в фазу цветения в конце июля, а в фазу плодоношения – в конце сентября (табл. 1). Многоколосник анисовый выпал полностью еще на третий год жизни. Таким образом, в условиях короткого северного лета эти виды проявили себя как малолетние травянистые растения. Для ускорения роста и развития растений первого года жизни был испытан рассадный способ выращивания этих видов. Растения высевали в стационарной теплице в посевные ящики в два срока:

конец марта – апрель и конец апреля – май. На 7–11 сутки отмечалось прорастание семян. Рассада в возрасте от 33 до 56 суток высаживалась в открытый грунт в первой половине июня. Приживаемость таких растений была высокой – до 95%. Как видно из данных табл. 2, растения, высаженные в грунт в возрасте 33–39 суток, способны вступать в фазу цветения на 76–85 сутки и в середине сентября формировать зрелые семена. Растения, высаженные в грунт в возрасте 48–56 суток, проходят все фенологические фазы приблизительно в те же сроки, что и более молодые растения. Таким образом, посев в теплице в начале мая и высадка растений в грунт в возрасте 30–40 суток достаточен для ускорения роста и перехода растений в генеративный период на первом году жизни. Высота растений, выращенных рассадным способом, к середине сентября составляла 48–65 см, при этом формировался один разветвленный генеративный побег с 2–5 крупными соцветиями. Период начала цветения – плодоношение у рассадных растений составлял 41–58 суток, что значительно короче, чем у растений, выращенных прямым посевом в грунт. Растения из рассады в первый год жизни так же формировали обильный самосев, как и растения второго года жизни, и отличались низкой зимостойкостью. Единичные же особи, перенесшие зимовку, способны сохраняться на делянке в течение четырех лет. Сроки наступления фенологических фаз растений 3–4 годов жизни совпадали с данными по росту и развитию растений, выращенных непосредственным посевом семян в открытый грунт (табл. 1, 2).

Результаты исследований аминокислотного состава связанных белков из растений многоколосника анисового и многоколосника морщинистого на протяжении пяти лет представлены в табл. 3. Следует отметить, что культивируемые растения многоколосника изучаемых видов в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми способны накапливать в надземной фитомассе большое количество азотистых веществ. Очень высокое содержание сырого белка обнаружено в надземной фитомассе растений первого и второго годов жизни: 26,2–28,8% у многоколосника анисового и 21,9–22,5% у многоколосника морщинистого. Такие высокие показатели белка сопоставимы с показателями, характеризующими растения из семейства бобовых (Fabaceae), в частности копеечника альпийского (*Hedysarum alpinum* L.), культивируемого в условиях среднетаежной подзоны Республики Коми [21, с. 199]. В последующие годы жизни в связи с низкой зимостойкостью растений, содержание сырого белка в сырьевой фитомассе снижалось в 1,3–1,8 раза и варьировало от 12,5 до 17,1%. Суммарное содержание аминокислот в растениях многоколосника первого и второго годов жизни отличалось также очень высокими показателями: 22,24–23,84% у многоколосника анисового и 19,21–23,06% у многоколосника морщинистого. На третий год жизни сумма аминокислот у единичных особей многоколосника морщинистого, сохранившихся после перезимовки на делянках, снижалась в 2,3–2,5 раза, до 9,34%. Возможно, это связано со стрессовым состоянием растений после перезимовки. У единичных особей, сохранившихся после перезимовки, суммарное содержание аминокислот вновь увеличивалось на четвертый – пятый годы жизни растений до 14,47–15,47% (табл. 3).

**Таблица 1** – Биологические особенности растений *Agastache anisatus* и *A. rugosa* при посеве семян в грунт

Образец	Год жизни	Дата/высота					Период, сутки			Наличие самосева	Зим-ть, %
		посев в грунт	мас. прор.	нач. цв.	мас. цв.	плод.	отр./нач. цв.	нач. цв./плод.	отр./плод.		
<i>Agastache anisatus</i> , Казань	1	14.06.2005	04.07.2005	13.09 един.	нет	нет	72	нет	нет	нет	80
	2	–	26.05.2006	<u>13.07</u> 51 ± 0,3	<u>30.07</u> 62 ± 2	<u>22.09</u> 64 ± 2	49	71	120	обильно	0
	1	самосев	10.06.2007	<u>13.08</u> 33 ± 1	<u>30.08</u> 41 ± 4	<u>30.09</u> 42 ± 4	65	48	113	слабо	0
	1	самосев	01.06.2008	<u>11.08</u> 29 ± 3	<u>02.09</u> 40 ± 3	<u>30.09</u> 41 ± 3	72	51	123	слабо	0
<i>A. rugosa</i> , Москва	1	18.06.2002	08.07.2002	<u>10.09</u> 42 ± 3	<u>30.09</u> 48 ± 3	нет	65	нет	нет	нет	0
	1	20.06.2003	05.07.2003	<u>15.09</u> 45 ± 4	<u>29.09</u> 50 ± 4	нет	73	нет	нет	нет	12
	2	–	25.05.2004	<u>14.07</u> 42 ± 2	<u>12.08</u> 63 ± 3	<u>16.09</u> 64 ± 2	51	65	116	слабо	0
<i>A. rugosa</i> , Москва	1	14.06.2005	04.07.2005	13.09	нет	нет	72	нет	нет	нет	80
	2	–	26.05.2006	<u>13.07</u> 43 ± 2	<u>08.08</u> 75 ± 2	<u>22.09</u> 76 ± 2	49	71	120	средне	10
3 экзempla	3	–	21.05.2007	<u>23.07</u> 55 ± 2	<u>31.07</u> 70 ± 2	<u>30.09</u> 74 ± 2	64	70	134	средне	–
	4	–	29.06.2008	<u>28.07</u> 50 ± 3	<u>11.08</u> 57 ± 4	<u>29.09</u> 61 ± 4	61	64	125	слабо	–
	5	–	30.05.2009	<u>27.07</u> 45 ± 4	<u>06.08</u> 49 ± 4	<u>28.09</u> 52 ± 4	58	64	122	слабо	–

Примечание. Мас. прор. – массовые проростки; нач. цв. – начало цветения; мас. цв. – массовое цветение; плод. – плодоношение; отр./нач. цв. – отрастание / начало цветения; нач. цв./плод. – начало цветения / плодоношение; отр./плод. – отрастание / плодоношение; зим-ть – зимостойкость.

**Таблица 2** – Биологические особенности растений *Agastache anisatus* и *A. rugosa* при рассадном способе выращивания

Образец	Год жизни	Дата		Дата/высота			Период, сутки			Наличие самосева	Зим-ть, %
		посев в теплице	высадка рассады/отраст-е	нач. цв.	мас. цв.	плод.	отр./нач. цв.	нач. цв./плод.	отр./плод.		
<i>Agastache anisatus</i> , Лейпциг	1	04.05.2011	15.06.2011	<u>28.07</u> 34 ± 4	<u>15.08</u> 45 ± 4	<u>23.09</u> 50 ± 4	76	57	133	слабо	60
	2	–	21.05.2012	<u>26.07</u> 55 ± 4	<u>07.08</u> 66 ± 2	<u>07.09</u> 65 ± 3	67	52	119	средне	до 10
3 экзempla	3	–	25.05.2013	<u>24.07</u> 58 ± 6	<u>08.08</u> 74 ± 8	<u>15.09</u> 74 ± 6	61	54	115	средне	–
2 экзempla	4	–	26.05.2014	<u>05.08</u> 55 ± 4	<u>14.08</u> 66 ± 4	<u>18.09</u> 66 ± 4	72	45	117	средне	–
	–	самосев	26.05.2015	<u>25.08</u> 35 ± 3	<u>10.09</u> 42 ± 3	<u>30.09</u> 45 ± 3	92	37	129	слабо	0
<i>A. anisatus</i> , Благовещенск	1	03.04.2018	06.06.2018	<u>25.07</u> 32 ± 3	<u>12.08</u> 44 ± 4	<u>20.09</u> 48 ± 4	97	58	155	слабо	0
<i>A. rugosa</i> , Сыктывкар (исх. Москва)	1	27.04.2010	15.06.2010	<u>30.07</u> 42 ± 3	<u>18.08</u> 46 ± 4	<u>25.09</u> 58 ± 6	85	58	143	обильно	0
	1	самосев	10.06.2011	<u>28.08</u> 42 ± 7	<u>05.09</u> 48 ± 7	<u>30.09</u> 48 ± 7	80	34	114	слабо	10

Образец	Год жизни	Дата		Дата/высота			Период, сутки			Наличие самосева	Зим-ть, %
		посев в теплице	высадка рассады/отраст-е	нач. цв.	мас. цв.	плод.	отр./нач. цв.	нач. цв./плод.	отр./плод.		
2 экзем-пляра	2	–	21.05.2012	<u>26.07</u> 66 ± 2	<u>12.08</u> 67 ± 3	<u>17.09</u> 67 ± 3	67	54	121	слабо	0
	1	самосев	23.05.2012	<u>24.08</u> 35 ± 6	<u>05.09</u> 43 ± 5	<u>22.09</u> 48 ± 6	88	31	119	слабо	0
2 экзем-пляра	3	–	13.05.2013	<u>10.07</u> 38 ± 4	<u>08.08</u> 71 ± 5	<u>15.09</u> 72 ± 6	59	68	127	слабо	0
	1	самосев	25.05.2013	<u>15.08</u> 26 ± 3	<u>01.09</u> 48 ± 4	<u>28.09</u> 48 ± 4	83	45	128	слабо	0
2 экзем-пляра	4	–	27.05.2014	<u>25.07</u> 56 ± 6	<u>11.08</u> 70 ± 4	<u>28.09</u> 70 ± 4	60	66	126	слабо	0
<i>A. rugosa</i> , Сыктыв-кар (исх. Москва)	1	27.03.2018	06.06.2018	<u>28.07</u> 45 ± 4	<u>04.08</u> 54 ± 4	<u>13.09</u> 65 ± 4	108	41	149	обиль-но	0
	2	2 экзем-пляра	20.06.2019	<u>22.08</u> 32 ± 4	<u>30.09</u> 43 ± 3	нет	64	нет	нет	слабо	0

Примечание. Исх. – исходный; *отраст-е* – отрастание; *мас. прор.* – массовые проростки; *нач. цв.* – начало цветения; *мас. цв.* – массовое цветение; *плод.* – плодоношение; *отр./нач. цв.* – отрастание / начало цветения; *нач. цв./плод.* – начало цветения / плодоношение; *отр./плод.* – отрастание / плодоношение; *зим-ть* – зимостойкость.

Таблица 3 – Аминокислотный состав белков *Agastache anisatus* и *A. rugosa*

Аминокислоты	Дата сбора растительного сырья							Доля АК от общего содержания, %	
	<i>A. anisatus</i>		<i>A. rugosa</i>					lim	M ± m
	13.09.2005	13.07.2006	13.09.2005	13.07.2006	12.09.2007	12.08.2008	13.08.2009		
Аспарагиновая	2,18	2,73	2,31	1,96	1,12	1,49	1,71	9,8–12,0	10,7 ± 0,3
Треонин*	1,09	1,19	1,15	0,92	0,45	0,68	0,76	4,7–5,0	4,9 ± 0,04
Серин	0,98	0,95	1,07	0,80	0,46	0,65	0,72	4,0–4,9	4,5 ± 0,1
Глутаминовая	2,94	3,19	3,06	2,38	1,25	1,82	2,01	12,4–13,4	13,0 ± 0,1
Пролин	1,73	1,87	1,58	2,23	0,54	2,01	0,95	5,8–13,9	8,6 ± 1,2
Глицин	1,29	1,33	1,33	1,04	0,51	0,82	0,94	5,4–6,1	5,7 ± 0,1
Аланин	1,36	1,40	1,42	1,12	0,55	0,85	1,13	5,8–7,3	6,1 ± 0,2
Цистин	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,09	0,0–0,1	0
Валин*	1,41	1,42	1,37	1,11	0,57	0,80	0,97	5,5–6,3	6,0 ± 0,1
Метионин*	0,03	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,02	0–0,03	0
Изолейцин*	0,98	1,11	1,02	0,85	0,43	0,58	0,66	4,0–4,6	4,4 ± 0,1
Лейцин*	2,11	1,95	2,29	1,61	0,80	1,20	1,53	8,2–9,9	9,0 ± 0,2
Тирозин	1,36	1,36	1,20	0,99	0,55	0,81	0,75	4,8–6,1	5,5 ± 0,2
Фенилаланин*	1,20	1,26	1,24	1,02	0,49	0,73	0,75	4,8–5,4	5,2 ± 0,1
Гистидин	0,51	0,83	0,55	0,46	0,21	0,31	0,29	1,9–3,5	2,4 ± 0,2
Лизин*	1,71	1,48	1,92	1,63	0,77	0,90	1,16	6,2–8,3	7,5 ± 0,3
Аргинин	1,36	1,74	1,53	1,09	0,64	0,81	1,03	5,6–7,3	6,4 ± 0,2
Сумма, %	22,24	23,84	23,06	19,21	9,34	14,47	15,47	–	100
Доля незаменимых АК, %	38	35	39	37	38	34	38	37 ± 1	
Массовая доля азота, %	4,20	4,60	3,60	3,5	2,0	2,73	2,2	3,26 ± 0,4	
Содержание сырого белка (N × 6,25), %	26,2	28,8	22,5	21,9	12,5	17,1	13,8	20,4 ± 2,3	
Год жизни	1	2	1	2	3	4	5	–	

Примечание. \* – незаменимые аминокислоты; АК – аминокислота.

В белках из растений многоколосника определено 17 аминокислот, в том числе семь незаменимых (треонин, валин, метионин, изолейцин, лейцин, фенилаланин и лизин). Доля незаменимых аминокислот варьировала от 34 до 39%. Серусодержащие аминокислоты (метионин и цистин) при кислотном гидролизе белков разлагаются, поэтому их содержание отличалось низкими значениями. Наиболее высокие показатели в сырьевой фитомассе растений отмечались для аминокислот: глутаминовой, аспарагиновой, лейцина, пролина, лизина и аргинина – 13,0; 10,7; 9,0; 8,6; 7,5 и 6,4% соответственно.

#### Выводы

Интродукционное изучение многоколосника анисового и многоколосника морщинистого в подзоне средней тайги Республики Коми показало, что оба вида в данных условиях развиваются как малолетние травянистые растения.

Установлено, что семена многоколосника не нуждались в предпосевной подготовке и при раннелетнем посеве в грунт массово прорастали на 12–20 сутки. В первый год жизни большинство растений последовательно проходили все онтогенетические состояния прегенеративного периода (проростки, ювенильное, имматурное, виргинильное), и только 5–10% растений в сентябре переходили в генеративный период. Зимостойкость растений первого года жизни была достаточно высокой – до 80%. На второй год жизни растения многоколосника обоих видов массово вступали в фазу цветения на 49–51 сутки после отрастания.

Выявлено, что за 113–134 суток вегетации растения многоколосника обоих видов в условиях Севера способны формировать полноценные семена, с показателями: длина семян – 1,3–1,7 мм, ширина – 0,8–1,0 мм, масса 1000 шт. семян – 0,37–0,39 г, энергия прорастания – 49–55% и лабораторная всхожесть – 64–69%. Зимостойкость генеративных растений многоколосника анисового и многоколосника морщинистого со второго на третий годы жизни оказалась очень низкой – от 0 до 10%.

Установлено, что более оптимальным вариантом выращивания растений многоколосника на Севере является рассадный способ, при котором проращивание семян отмечалось на 7–11 сутки. Растения, в возрасте 30–40 дней высаженные в начале июня в открытый грунт с оптимальной площадью питания 40 × 40 см, формировали крупные разветвленные побеги высотой 50–65 см, которые до середины сентября проходили фазы цветения и плодоношения, образуя зрелые семена.

Выявлено, что растения многоколосника в условиях культуры среднетаежной подзоны Республики Коми способны накапливать в надземной фитомассе большое количество азотистых веществ. Обнаружено высокое содержание сырого белка в надземной фитомассе растений первого и второго годов жизни (26,2–28,8% у многоколосника анисового и 21,9–22,5% у многоколосника морщинистого).

Суммарное содержание аминокислот в сырьевой фитомассе многоколосника может достигать 23,06–23,84%. В растениях количественно определены 17 аминокислот, из которых семь являются незаменимыми. Средняя доля незаменимых аминокислот составляла

37%. Наибольшие показатели выявлены для аминокислот: глутаминовой (13%), аспарагиновой (10,7%), лейцина (9,0%), пролина (8,6%), лизина (7,5%) и аргинина (6,4%).

#### Список литературы:

1. Анищенко И.Е., Жигунов О.Ю. Интродукционное изучение некоторых представителей пряно-ароматических растений рода *Agastache* Clayt. ex Gronov // Аграрная Россия. 2019. № 7. С. 10–13. DOI: 10.30906/1999-5636-2019-7-10-13.
2. Кухарева Л.В., Попов Е.Г., Гиль Т.В., Кот А.А. Лекарственные растения в качестве геропротекторов // 90 лет – от растения до лекарственного препарата: достижения и перспективы: сб. мат-лов юбилейной междунар. науч. конф. (10–11 июня 2021 г.). М.: ФГБНУ ВИЛАР, 2021. С. 152–160. DOI: 10.52101/9785870191003\_2021\_152.
3. Sofic E., Copra-Janicijevic A., Salihovic M., Tahirovic I., Kroyer G. Screening of medicinal plant extracts for quercetin-3rutinoside (rutin) in Bosnia and Herzegovina // Medicinal Plants – International Journal of Phytomedicines and Related Industries. 2010. Vol. 2, iss. 2. P. 97–102. DOI: 10.5958/j.0975-4261.2.2.015.
4. Popoola O.K., Elbagory A.M., Ameer F., Hussein A.A. Marrubiin // Molecules. 2013. Vol. 18, iss. 8. P. 9049–9060. DOI: 10.3390/molecules18089049.
5. Мишуров В.П., Портнягина Н.В., Зайнуллина К.С., Шалаева О.В., Шелаева Н.Ю. Опыт интродукции лекарственных растений в среднетаежной подзоне Республики Коми. Екатеринбург: УрО РАН. 2003. 243 с.
6. Портнягина Н.В., Пунегов В.В., Эчишвили Э.Э., Фомина М.Г. Итоги интродукции: лекарственные растения // Вестник института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. 2011. № 6 (164). С. 23–36.
7. Пивоваров В.Ф. Овощи России. М.: ГНУ ВНИИССОК, 2006. 384 с.
8. Хлыпенко Л.А., Орел Т.И. Итоги интродукции рода *Agastache* в условиях Южного берега Крыма // Труды Никитского ботанического сада. 2011. Т. 133. С. 230–236.
9. Чумакова В.В., Попова О.И., Чумакова В.В. Лофант анисовый – перспективная культура многопланового использования // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 10. С. 36–38.
10. Интродукция лекарственных, ароматических и технических растений: Итоги работ интродукционного питомника БИН АН СССР за 250 лет. М.; Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1965. 426 с.
11. Якобсон Е.Л. Биоморфологические особенности видов рода *Agastache* Clayt. ex Gronov., выращиваемых в Ленинградской области, и возможности их хозяйственного использования: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05. СПб., 1995. 15 с.
12. Воронина Е.П., Горбунов Ю.Н., Горбунова Е.О. Новые ароматические растения для Нечерноземья. М.: Наука, 2001. 173 с.
13. Васфилова Е.С., Воробьева Т.А. Лекарственные и пряно-ароматические растения в условиях интродукции на Среднем Урале. Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 245 с.
14. Чумакова В.В., Попова О.И., Чумакова В.В. Опыт интродукции некоторых видов рода *Agastache* (Lamiaceae) в Ставропольский край // Растительные ресурсы. 2011. Т. 47, вып. 1. С. 51–55.
15. Ионова Л.П., Паршин С.А. Влияние агротехнических приемов на рост, развитие и продуктивность лопуха анисового в условиях Астраханской области // Аграрный вестник Урала. 2012. № 9 (101). С. 49–51.

16. Pollier J.A., Goossens A. Oleanolic acid // *Phytochemistry*. 2012. Vol. 77, № 1. P. 10–15. DOI: 10.1016/j.phytochem.2011.12.022.

17. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). 2-е изд. СПб.: Мир и семья, 1995. 990 с.

18. Атлас Республики Коми по климату и гидрологии. М.: Дрофа; Дик, 1997. 116 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. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов: математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1973. 256 с.

21. Портнягина Н.В., Фомина М.Г., Эчишвили Э.Э. Аминокислотный состав белков *Hedysarum alpinum* L. в условиях культуры среднетаежной подзоны Республики Коми // *Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета*. 2019. Т. 17, № 4. С. 199–211. DOI: 10.18500/1682-1637-2019-4-199-211.

*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 гос. регистрации 12204060020-7.*

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p><b>Портнягина Надежда Васильевна</b>, 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><b>Эчишвили Эльмира Элизбаровна</b>, 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><b>Фомина Марина Геннадьевна</b>, 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><b>Portnyagina Nadezhda Vasilyevna</b>, 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><b>Echishvili Elmira Elizbarovna</b>, 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><b>Fomina Marina Gennadyevna</b>, 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:**

Портнягина Н.В., Эчишвили Э.Э., Фомина М.Г. Биоморфологические особенности растений и аминокислотный состав белков *Agastache anisatus* и *Agastache rugosa* (Lamiaceae) в условиях культуры на Севере // Самарский научный вестник. 2022. Т. 11, № 3. С. 112–118. DOI: 10.55355/snv2022113113.