

Продуктивность лофанта тибетского (*Agastache rugosa*) в зависимости от агротехнических приемов возделывания в условиях интродукции на Среднем Урале

А. В. Абрамчук¹✉, С. Е. Сапарклычева¹, В. В. Чулкова¹

¹Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

✉ E-mail: fito41@mail.ru

Аннотация. Исследования по интродукции лофанта (*Agastache rugosa*) кафедра растениеводства и селекции Уральского государственного аграрного университета ведет с 2013 г. Изучены сроки посева семян в открытый грунт, особенности роста и развития лофанта тибетского на фоне различных видов минеральных удобрений, влияние физиологически активных веществ, дана сравнительная оценка видов и сортов лофанта. Исследования проводились в учхозе «Уралец», расположенном в Белоярском районе Свердловской области. **Методы.** Проведены фенологические и биометрические наблюдения за ростом и развитием растений. Методика для закладки опыта общепринятая по Б. А. Доспехову. В данной статье приводятся итоги интродукционной работы по изучению рассадного способа возделывания и внесения возрастающих доз азотных удобрений, оказавших наиболее выраженное влияние на продуктивность, а также на структурный состав надземной биомассы – важнейший показатель качества при заготовке лекарственного сырья.

Цель исследования – выявить особенности формирования продуктивности надземной биомассы лофанта тибетского в природно-климатических условиях Среднего Урала. В **задачи** входило изучение влияния рассадного способа возделывания, а также внесения возрастающих доз азотных удобрений на продуктивность и структурный состав надземной биомассы лофанта тибетского. **Результаты.** В процессе исследования выявлена четкая зависимость продуктивности лофанта тибетского от сроков посева семян на рассаду: чем раньше срок посева, тем выше продуктивность. Максимальный выход лекарственного сырья с единицы площади (в среднем за 2013–2015 гг.) получен в I варианте (посев на рассаду – 10 марта) – 25,2 т/га, минимальная продуктивность сформирована в IV варианте (посев на рассаду – 10 апреля), она составила 16,2 т/га, что на 35,7 % ниже, чем в I варианте. Установлено, что чем выше уровень азотного питания, тем больше биологическая продуктивность. Максимальная продуктивность (в среднем за 2018–2020 гг.) составила 29,5 т/га (IV вариант – N₆₀ кг/га). **Научная новизна.** Впервые в условиях Среднего Урала определены особенности формирования продуктивности лофанта тибетского при рассадном способе возделывания и разных уровнях азотных удобрений. Установлены оптимальный срок посева семян на рассаду и доза азотных удобрений, в условиях которых лофант тибетский обеспечивает высокую продуктивность с оптимальной структурой лекарственного сырья.

Ключевые слова: лофант тибетский, надземная биомасса, структурный состав, продуктивность, сроки посева, азотные удобрения.

Для цитирования: Абрамчук А. В., Сапарклычева С. Е., Чулкова В. В. Продуктивность лофанта тибетского (*Agastache rugosa*) в зависимости от агротехнических приемов возделывания в условиях интродукции на Среднем Урале // Аграрный вестник Урала. 2020. Специальный выпуск «Биология и биотехнологии». С. 2–9. DOI: ...

Дата поступления статьи: 09.11.2020.

Постановка проблемы (Introduction)

Важное место в современной медицине занимают лекарственные препараты, созданные на основе растений [1, с. 3]. В настоящее время природные запасы лекарственных растений не способны обеспечить потребности фармацевтической промышленности в нужном объеме. Один из основных путей увеличения выхода лекарственного сырья с высокими качественными характеристиками – интродукция наиболее ценных растений, которая позволит в значительной мере обеспечить потребности в лекарственном сырье, сохранить видовое разнообразие природной флоры Урала и в то же время расширить ассортимент лекарственных растений, культивируя растения не только из местной флоры, но и из других регионов России и зарубежья [5, с. 5].

В последние годы как в России, так и за рубежом активно изучаются виды из семейства Яснотковых (*Lamiaceae*), принадлежащие к роду лофантов (*Lophanthus* Adans) [3, с. 2], [4, с. 3], [5, с. 6], [6, с. 203] и агастхе (*Agastache* Claut. Ex Gronov.) [17, с. 16], в естественных условиях произрастающие в степных, полупустынных растительных группировках среднегорий, а также в высокогорьях Средиземноморья, Средней Азии, Западных Гималаев и Юго-Западного Китая [4, с. 3], [7, с. 100], [8, с. 17]. Растения относятся к группе эфирномасличных, в надземной биомассе которых отмечается повышенное содержание биологически активных веществ: эфирное масло [18, с. 391], флавоноиды [9, с. 46], полисахариды [10, с. 73], дубильные вещества, кемпферол-гликозид, витамины (витамин

С, провитамин А [3, с. 293], макро- и микроэлементы; органические кислоты: хлорогеновая, лимонная и яблочная [3, с. 293], [11, с. 183], [12, с. 44]).

Препараты, созданные на основе лофанта, обладают иммуномодулирующим [12, с. 45], антиоксидантным, противомикробным действиями [13, с. 12], [19, с. 524]; находят применение при различных заболеваниях: улучшают обменные процессы в организме, обладают дезинфицирующими и ранозаживляющими свойствами, ускоряют процесс регенерации эпителиальных тканей; выводят из организма токсины и тяжелые металлы; показаны при аллергических заболеваниях [4, с. 3] и тахикардии [17, с. 247]. Лофант тибетский с давних времен применяется в восточной медицине, считается сильным биостимулятором [14, с. 247].

Лофант – эффективное бактерицидное растение, стоит в одном ряду с сильнодействующими эфирномасличными растениями [15, с. 106]. Лофант привлекает полезных насекомых, значительно улучшает экологическую обстановку [15, с. 106].

Лофант тибетский обладает высокими декоративными свойствами. Многочисленные крупные оригинальные соцветия эффектны не только в период цветения, но и в фазе плодоношения. Растение сохраняет декоративность до поздней осени, может использоваться в садово-парковом строительстве, в оформлении цветочных композиций (бордюров, клумб, рабаток, миксбордеров, модульных цветников и т. д.), рекомендуется для озеленения домов отдыха, городов, интерьеров офисов и квартир [2], [4, с. 3].

Методология и методы исследования (Methods)

Исследования по интродукции лофанта (*Lophanthus Adans*) кафедра растениеводства и селекции Уральского государственного аграрного университета ведет с 2013 г. в учхозе «Уралец», расположенном в Белоярском районе Свердловской области [4, с. 3], [6, с. 202]. Почва на опытном участке – чернозем оподзоленный тяжелосуглинистый. Этот тип почв характеризуется глубоким залеганием карбонатного горизонта (на глубине 100–125 см) и признаками оподзоливания. Мощность горизонта А – 40–45 см; АВ₁ – 60–80 см. Гумусовый горизонт обогащен обменными основаниями, 70 % из которых составляет кальций. Реакция среды близка к нейтральной (рН – 6,5). В качестве предшественника использовался черный пар, который обеспечивал хорошо обработанную и чистую от сорных растений почву.

Лофант тибетский – ценное лекарственное растение. Светолюбив, предпочитает почвы плодородные, хорошо дренированные, с нейтральной реакцией среды и легким механическим составом [3, с. 2]. Растение теплолюбивое, в природно-климатических условиях Среднего Урала из-за низких температур в зимний период и заморозков, наблюдаемых в весенний период, часто вымерзает, число перезимовавших особей не превышает 13–17 %, вследствие чего в опытах, проводимых кафедрой, лофант тибетский использовался в качестве однолетнего вида. Посев в открытый грунт – подзимний, широкорядный (междурядье – 35 см). Весной, после появления всходов, проводили прореживание по схеме 25 × 35 см (12 растений/м²). Площадь опытной делянки – 2 м², повторность трехкратная.

Исследование проводилось по общепринятым методикам: для изучения динамики высоты и среднесуточного прироста были выделены по пять типичных растений лофанта в каждом варианте (в трех повторностях). Регулярно (один раз в неделю) на маркированных растениях проводили замеры высоты, определяли прирост за неделю, среднесуточный прирост; для выявления фенологической ритмики растений регулярно, два раза в неделю проводили визуальное наблюдение за характером прохождения фенологических фаз [4, с. 5]. В период уборки урожая (первая – вторая декады августа) скашивали все растения на делянках, взвешивали – определяли продуктивность надземной биомассы; для установления структуры надземной биомассы отбирали по три особи (растения) лофанта тибетского (в трех повторностях) [4, с. 5]. Выборка по каждому варианту составляла 15 растений. Математическая обработка велась по Б. А. Доспехову [13, с. 415].

Результаты (Results)

Опыт по изучению рассадного способа возделывания лофанта тибетского в условиях Среднего Урала проводился в течение трех лет (2013–2015 гг.) [4, с. 5]. После установления теплой погоды (15–20 мая) рассаду высаживали в грунт. В схему опыта включены четыре варианта, различающиеся сроками посева лофанта тибетского на рассаду: I вариант – 10 марта (взят за контроль); II вариант – 20 марта; III вариант – 30 марта; IV вариант – 10 апреля [4, с. 5].

В качестве основных показателей высокой адаптации растений к новым природно-климатическим условиям используются прежде всего высота растений, среднесуточный прирост и сроки прохождения фенологических фаз. Одной из задач, стоящих в эксперименте, было изучение влияния сроков посева на рост и развитие лофанта тибетского, для чего в каждом варианте были маркированы по пять растений (в трех повторностях). В течение всех лет исследования, регулярно (1 раз в неделю) проводили замеры высоты растений лофанта, определяли и среднесуточный прирост.

В процессе исследования выявлено, что развитие растений находится в тесной зависимости от сроков посева лофанта на рассаду. Лучшие показатели по высоте и среднесуточному приросту получены в I варианте, где высота растений в период определения продуктивности достигла своего максимума: 101 см (2013 г.) – 95 см (2015 г.), в среднем по годам исследования высота составила 97 см. Существенно ниже показатели в IV варианте: 86 см (2013 г.) – 71 см (2015 г.), в среднем по годам исследования высота составила 78 см.

Среднесуточный прирост в течение вегетации варьировался по вариантам от 0,1 до 1,7 см, максимум отмечен в I варианте в конце июля – начале августа (1,9–2,4 см) [4, с. 5]. Что касается фенологического развития, то самый ранний переход растений в генеративную стадию развития (бутонизация) также характерен для I варианта: бутонизация наступала на 12–15 дней раньше, чем у растений в III и IV вариантах. Фаза начала цветения растений наблюдалась во второй декаде июля, фаза массового цветения – в конце июля – начале августа. [4, с. 5]. Близкие результаты получены во II варианте (срок посева на рас-

Таблица 1
Влияние сроков посева на продуктивность лофанга тибетского (2013–2015 гг.)

Варианты опыта (сроки посева на рассаду)	Выход лекарственного сырья (зеленая масса)					
	2013–2014 гг.			2015 г.		
	Продуктивность, т/га	Отклонение от контроля (-)		Продуктивность, т/га	Отклонение от контроля (-)	
т/га		%	т/га		%	
I вариант – 10 марта (контроль)	26,3	–	–	24,1	–	–
II вариант – 20 марта	24,4	1,9	7,2	21,6	2,5	10,4
III вариант – 30 марта	18,7	7,6	28,9	16,9	7,2	29,9
IV вариант – 10 апреля	17,6	8,7	33,1	14,8	9,3	38,6
HCP ⁰⁵ : 2013 г.	0,98	–	–	–	–	–
2014 г.	0,95	–	–	–	–	–
2015 г.	–	–	–	1,14	–	–

Table 1
Effect of date of sowing on the productivity of the *Agastache rugosa* (2013–2015)

Variants experience (terms of sowing for seedlings)	Yield medicinal raw materials (green mass)					
	2013–2014			2015		
	Productivity, t/ha	Deviation from control (-)		Productivity, t/ha	Deviation from control (-)	
t/ha		%	t/ha		%	
I variant – March 10 (control)	26.3	–	–	24.1	–	–
II variant – March 20	24.4	1.9	7.2	21.6	2.5	10.4
III variant – March 30	18.7	7.6	28.9	16.9	7.2	29.9
IV variant – April 10	17.6	8.7	33.1	14.8	9.3	38.6
LSD ⁰⁵ : 2013	0.98	–	–	–	–	–
2014	0.95	–	–	–	–	–
2015	–	–	–	1.14	–	–

Таблица 2
Структурный состав лекарственного сырья лофанга тибетского (2014–2015 гг.)

Варианты опыта (сроки посева на рассаду)	Годы исследования	Зеленая биомасса					
		Листья		Соцветия		Стебли	
		т/га	%	т/га	%	т/га	%
I вариант – 10 марта (контроль)	2014	7,1	27,3	6,9	26,7	11,9	46,0
	2015	7,1	29,5	6,2	25,9	10,8	44,6
II вариант – 20 марта	2014	7,8	32,0	5,8	23,7	10,9	44,2
	2015	7,0	32,6	5,2	24,0	9,4	43,4
III вариант – 30 марта	2014	6,3	34,2	4,1	22,6	7,9	43,2
	2015	6,0	35,4	3,7	21,9	7,2	42,7
IV вариант – 10 апреля	2014	7,0	39,5	3,5	19,7	7,1	40,8
	2015	6,2	41,8	2,7	18,0	5,9	40,2

Table 2
The structural composition of medicinal raw materials of the *Agastache rugosa* (2014–2015)

Variants experience (terms of sowing for seedlings)	Years of research	Green biomass					
		Leaves		Inflorescences		Stems	
		t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%
I variant – March 10 (control)	2014	7.1	27.3	6.9	26.7	11.9	46.0
	2015	7.1	29.5	6.2	25.9	10.8	44.6
II variant – March 20	2014	7.8	32.0	5.8	23.7	10.9	44.2
	2015	7.0	32.6	5.2	24.0	9.4	43.4
III variant – March 30	2014	6.3	34.2	4.1	22.6	7.9	43.2
	2015	6.0	35.4	3.7	21.9	7.2	42.7
IV variant – April 10	2014	7.0	39.5	3.5	19.7	7.1	40.8
	2015	6.2	41.8	2.7	18.0	5.9	40.2

саду – 20 марта) [4, с. 5]. В вариантах с ранними сроками посева в период уборки урожая отмечено увеличение морфмассы (листья бурого цвета, расположенные в нижнем ярусе, утратившие способность к фотосинтезу) в I варианте – 8,0 %, во II варианте – 7,8 %.

Для определения продуктивности лофанта в период массового цветения (в первой – второй декадах августа) проводили скашивание растений на высоте 15 см от поверхности почвы на всех делянках одновременно [4, с. 5]. Срезанные растения взвешивали – устанавливали выход лекарственного сырья (зеленая масса) с единицы площади. Полученные в ходе эксперимента данные дают основание говорить, что сроки посева оказывают заметное влияние на величину продуктивности: максимальная продуктивность сформирована (в среднем за 2013–2015 гг.) в I варианте – 25,2 т/га, минимальная – в IV варианте, она составила 16,2 т/га, что на 35,7 % ниже, чем в контроле [4, с. 5].

Между сроками посева и продуктивностью лофанта тибетского выявлены хорошо выраженная корреляционная зависимость ($r = 0,95$), а также высокий коэффициент детерминации ($d_{xy} = 91,9\%$).

При заготовке лекарственного сырья большое значение имеет содержание в его составе ценных структурных элементов, таких как листья и соцветия. В многочисленных исследованиях, проводимых как в РФ, так и за рубежом, установлено, что максимальное содержание биологически активных веществ (БАВ) наблюдается в листьях и соцветиях, вследствие чего чем больше их участие в структуре надземной биомассы, тем выше качество лекарственного сырья [4, с. 5]. В эксперименте было прослежено влияние сроков посева на структурный состав надземной биомассы лофанта тибетского (таблица 2).

Из данных, представленных в таблице 2, отчетливо видно, что сроки посева лофанта на рассаду оказывают хорошо выраженное влияние на структурный состав надземной биомассы. Установлено, что, чем раньше проведен посев, тем больше в лекарственном сырье соцветий, которые отличаются повышенным содержанием биологически активных веществ. Максимум соцветий отмечен в I варианте – 26,7 % (2014 г.); 25,9 % (2015 г.), существенно меньше показатели в IV варианте. В целом поздние сроки посева оказывают негативное влияние на характеристики всех структурных элементов лофанта тибетского: снижается и масса, и процентное соотношение.

Таблица 3
Продуктивность надземной биомассы лофанта тибетского (в среднем за 2018–2020 гг.)

Варианты опыта (дозы азотных удобрений)	Выход лекарственного сырья					
	Зеленая масса			Воздушно-сухое вещество (влажность 17 %)		
	Продуктивность, т/га	Отклонение от контроля (+)		Продуктивность, т/га	Отклонение от контроля (+)	
т/га		%	т/га		%	
I вариант – б/у (контроль)	17,3	–	–	4,3	–	–
II вариант – N ₃₀ кг/га	22,6	5,3	30,6	5,4	1,1	25,6
III вариант – N ₄₅ кг/га	25,7	8,4	48,6	6,2	1,9	44,2
IV вариант – N ₆₀ кг/га	29,5	12,2	70,5	7,1	2,8	65,1
HCP ₀₅ : 2018 г. 2019 г. 2020 г.	1,17 1,26 1,13	–	–	0,38 0,46 0,32	–	–

Table 3
The productivity of aboveground biomass of the *Agastache rugosa* (average for 2018–2020)

Variants experience (doses of nitrogen fertilizers)	Yield medicinal raw materials					
	Green mass			Air-dry substance (humidity – 17 %)		
	Productivity, t/ha	Deviation from control (+)		Productivity, t/ha	Deviation from control (+)	
t/ha		%	t/ha		%	
I variant – without fertilizer (control)	17.3	–	–	4.3	–	–
II variant – N ₃₀ kg/ha	22.6	5.3	30.6	5.4	1.1	25.6
III variant – N ₄₅ kg/ha	25.7	8.4	48.6	6.2	1.9	44.2
IV variant – N ₆₀ kg/ha	29.5	12.2	70.5	7.1	2.8	65.1
LSD ₀₅ : 2018 2019 2020	1.17 1.26 1.13	–	–	0.38 0.46 0.32	–	–

Таблица 4
Структура лекарственного сырья лофанта тибетского (в среднем за 2018–2020 гг.)

Варианты опыта (дозы азотных удобрений)	Зеленая масса					
	Листья		Соцветия		Стебли	
	т/га	%	т/га	%	т/га	%
I вариант – б/у (контроль)	8,0	46,1	2,0	11,5	7,3	42,4
II вариант – N ₃₀ кг/га	9,6	42,4	3,6	15,8	9,4	41,8
III вариант – N ₄₅ кг/га	9,6	37,2	5,4	21,2	10,7	41,6
IV вариант – N ₆₀ кг/га	10,4	35,3	6,8	23,1	12,3	41,6

Table 4
The structure of medicinal raw materials of the *Agastache rugosa* (average for 2018–2020)

Variants experience (doses of nitrogen fertilizers)	Green mass					
	Leaves		Inflorescences		Stems	
	t/ha	%	t/ha	%	t/ha	%
I variant – without fertilizer (control)	8.0	46.1	2.0	11.5	7.3	42.4
II variant – N ₃₀ kg/ha	9.6	42.4	3.6	15.8	9.4	41.8
III variant – N ₄₅ kg/ha	9.6	37.2	5.4	21.2	10.7	41.6
IV variant – N ₆₀ kg/ha	10.4	35.3	6.8	23.1	12.3	41.6

В 2018–2020 гг. проводили изучение влияния возрастающих доз азотных удобрений на продуктивность и структуру надземной биомассы лофанта тибетского (*Lophanthus tibeticus* C. Y. Wu et Y. C. Huang). Посев семян подзимний (2017 г. – конец сентября; 2018–2019 гг. – начало октября). В схему опыта включены 4 варианта: I вариант – контроль, без удобрений; II вариант – N₃₀ кг/га; III вариант – N₄₅ кг/га; IV вариант – N₆₀ кг/га действующего вещества. В качестве азотного удобрения использовали аммиачную селитру (гранулированную) с комплексом микроэлементов. Состав удобрения: N (азот общий) – 33 %; магний (MgO) – 2,0 %; сера (S) – 8,0 %; бор (B) – 0,09 %; медь (Cu) – 0,08 %; железо (Fe) – 0,16 %; марганец (Mn) – 0,16 %; цинк (Zn) – 0,09 %. Удобрения вносили поверхностно через 10–12 дней после появления всходов лофанта тибетского с последующим мульчированием хорошо минерализованным низинным торфом. В ходе эксперимента проводились наблюдения за динамикой роста и среднесуточным приростом лофанта тибетского. Установлено, что высота растений и среднесуточный прирост находятся в тесной зависимости от доз азотных удобрений. Низкие показатели характерны для растений в I варианте, где удобрения не вносили: по всем датам учета отрастание растений более медленное, высота растений в период уборки урожая составила 79 см. Прирост растений был заметно ниже, чем в других изучаемых вариантах, по датам учета он колебался от 1,0 см до 1,54 см в сутки [4, с. 5]. Значительные изменения во внешнем облике растений отмечаются во II варианте (N₃₀ кг/га): увеличивается среднесуточный прирост, высота растений в период уборки урожая на 15 см больше, чем в контроле. В III варианте (N₄₅ кг/га) наблюдается дальнейшее увеличение показателей высоты и среднесуточного прироста, растения заметно лучше сформированы. Высокие показатели характерны для IV варианта (N₆₀ кг/га): к середине августа высота растений достигает

максимума, она составила – 108 см, что на 29 см больше, чем в контрольном варианте. Прирост растений варьировался от 1,29 до 2,15 см в сутки. По всем датам учета показатели высоты и среднесуточного прироста были выше, чем в других изучаемых вариантах.

В период массового цветения (в середине августа) определяли продуктивность надземной биомассы лофанта тибетского. Растения срезали на всех делянках (в трех повторностях), взвешивали, устанавливали выход зеленой массы с единицы площади, отбирали по три типичных растения, в лаборатории определяли структурный состав надземной биомассы (листья, соцветия, побеги разных порядков), высушивали до воздушно-сухого состояния (влажность – 17 %). В таблице 3 приводятся результаты продуктивности надземной биомассы, полученные в течение трех лет исследования. Выявлена положительная реакция лофанта тибетского на внесение азотных удобрений. Установлено, что, чем выше уровень азотного питания, тем больше биологическая продуктивность. Самая высокая продуктивность надземной биомассы по годам исследования сформирована в IV варианте: в среднем за 2018–2020 гг. получено зеленой массы – 29,5 т/га; воздушно-сухого вещества – 7,1 т/га. Прибавка продуктивности в вариантах, где вносили азотные удобрения, была достоверно выше, чем в контроле, она существенно превышала величину НСР₀₅.

В процессе исследования было изучено влияние разных уровней азотного питания на биометрические характеристики соцветий лофанта. Установлено, что биометрические показатели соцветий существенно отличаются по вариантам, выявлена тесная зависимость между дозой азотных удобрений и числом соцветий. В контрольном варианте сформировано меньше соцветий – 43 шт., по мере увеличения доз азотных удобрений их число возрастает: II вариант – 48; III вариант – 72 шт. в среднем на 1 рас-

тение. Максимальные показатели получены в IV варианте (N_{60} кг/га), где число соцветий (77 шт.) по сравнению с контрольным вариантом увеличилось в 1,6 раза. Заметные отличия наблюдаются в длине соцветий: в I варианте в период массового цветения доминируют соцветия, у которых длина составляла 3 см и менее; соцветий, у которых длина превышала 5 см, сформировано всего 5 шт., в то же время в IV варианте – в среднем 27 шт.. Как правило, крупные соцветия образованы на побегах первого порядка, их длина варьировалась от 6 до 15 см, соцветия меньших размеров наблюдались на побегах второго и третьего порядков.

Увеличение дозы азотных удобрений влечет за собой рост доли соцветий в надземной биомассе (таблица 4). Если в контрольном варианте в фазе цветения масса соцветий составляла в среднем 2,0 т/га (11,5 %), то под влиянием азотных удобрений участие соцветий в надземной биомассе существенно возрастает и достигает максимума в IV варианте (6,8 т/га – 23,1 %). Между дозой азотных удобрений и массой соцветий лофанта тибетского выявлена хорошо выраженная корреляционная зависимость ($r = 0,95$), а также высокий коэффициент детерминации ($d_{xy} = 91,2\%$). В целом, под влиянием азотных удобрений, прослеживается четкая тенденция увеличения массы ценных в лекарственном отношении структурных элементов (листьев и соцветий), максимальная их величина получена в IV варианте (листьев – 10,4 т / га; соцветий – 6,8 т/га).

Библиографический список

1. Все о лекарственных растениях. Санкт-Петербург: СЗКЭО, 2016. 192 с.
2. Сапарклычева С. Е. Виды лофанта, интродуцируемые на Среднем Урале [Электронный ресурс] // Вестник биотехнологии: электронный научный журнал. 2020. № 1 (22). URL: <http://bio.beonrails.ru/ru/issues/2020/1/176> (дата обращения: 26.04.2020).
3. Абрамчук А. В. Особенности возделывания лофанта тибетского в условиях Среднего Урала // Селекция и семеноводство в растениеводстве: сборник материалов международной научно-практической конференции «Стратегические задачи по научно-технологическому развитию АПК». Екатеринбург, 2018. С. 1–5.
4. Абрамчук А. В. Опыт интродукции лофанта тибетского (*Lophanthus tibeticus*) в условиях Среднего Урала // Вестник биотехнологии. 2018. № 2 (16). С. 3.
5. Абрамчук А. В., Мингалев С. К., Карпухин М. Ю. Эффективность предпосевной обработки семян лофанта тибетского регуляторами роста // Аграрный вестник Урала. 2018. № 6 (173). С. 5–10.
6. Абрамчук А. В., Карпухин М. Ю. Влияние сроков посева на семенную продуктивность лофанта тибетского / А. В. Абрамчук // Коняевские чтения: сборник научных трудов VI Международной научно-практической конференции. Екатеринбург, 2018. С. 202–205.
7. Карпухин М. Ю., Абрамчук А. В., Мингалев С. К. Элементы интродукции лофанта тибетского (*Lophanthus tibeticus* C. Y. wu et Y. C. Huang) // Научный и инновационный потенциал развития производства, переработки и применение эфиромасличных и лекарственных растений: материалы Международной научно-практической конференции. Симферополь, 2019. С. 100–106.
8. Кустова О. К., Приходько С. А., Глухов А. З., Кустов Д. Ю. Интродукция видов рода *Agastache* Clayt. Ex Gronov. в Донецком ботаническом саду и перспективы их использования // Промышленная ботаника. 2019. Вып. 19. № 1. С. 17–22.
9. Хлебцова Е. Б., Сорокина А. А. Иммуномодулирующее действие флавоноидов лофанта анисового // Фармация. 2014. № 4. С. 45–48.
10. Слепцов И. В. Журавская А. Н. Полисахариды в вегетативной массе *Amaranthus retroflexus*, *Agastache rugosa* и *Thlaspi arvense* в условиях Центральной Якутии // Химия растительного сырья. 2018. № 4. С. 73–79.
11. Альгамирова А. А., Джабраилова Х. У., Карсамова М. А., Юсупова С. С. Лофант анисовый и его химический состав // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: материалы VIII Международной научно-практической конференции. Владикавказ, 2018. С. 183–186.
12. Зориков П. С., Колдаев В. М., Манягин А. Ю. Сравнительные оптические характеристики извлечений из лофантов тибетского и анисового // Тихоокеанский медицинский журнал. 2015. № 2. С. 44–46.
13. Еремеева Е. А. Лофант анисовый (*Agastache foeniculum* (Pursh.) o. Kuntze) как источник биологически активных веществ // Вклад молодых ученых в аграрную науку: материалы международной научно-практической конференции. Кинель, 2016. С. 11–13.
14. Ильина Т. А. Лекарственные растения: большая иллюстрированная энциклопедия. Москва: «Э», 2017. 304 с.
15. Чулкова В. В., Чапалда Т. Л., Пояркова Н. М. Растения-репелленты // От инерции к развитию: научно-инновационное обеспечение АПК: сборник материалов международной научно-практической конференции. Екатеринбург, 2020. С. 105–107.

Обсуждение и выводы (Discussion and Conclusion)

Проведенное исследование показало, что лофант тибетский в природно-климатических условиях Среднего Урала при рассадном способе возделывания способен формировать довольно высокую продуктивность надземной биомассы, на величину которой активно влияют сроки посева. Лучший результат получен в I варианте – 26,3 т/га (2013–2014 гг.); 24,1 т/га (2015 г.); минимальная продуктивность – в IV варианте, по годам исследования она варьировалась от 14,8 до 17,6 т/га. Между сроками посева и продуктивностью лофанта тибетского выявлена тесная корреляционная зависимость ($r = 0,95$), а также высокий коэффициент детерминации ($d_{xy} = 91,9\%$).

Исследование показало, что азотные удобрения оказывают влияние практически на все процессы, происходящие в фитотенезе лофанта тибетского: увеличиваются высота и среднесуточный прирост, число и масса соцветий, что влечет за собой рост надземной биомассы. Наибольший выход лекарственного сырья (в среднем за 2018–2020 гг.) получен в IV варианте (N_{60} кг/га): зеленая биомасса – 29,5 т/га; воздушно-сухое вещество – 7,1 т/га. Для этого варианта характерно существенное увеличение в урожае массы ценных в лекарственном отношении структурных элементов (листьев – 10,4 т/га; соцветий – 6,8 т/га).

16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник для высших сельскохозяйственных учебных заведений. Стереотип. изд., перепеч. с 5-го изд., доп. и перераб. Москва: Альянс, 2014. 415 с.

17. Carrillo-Galván G., Bye R., Eguiarte L. E., et al. Domestication of aromatic medicinal plants in Mexico: *Agastache* (Lamiaceae) Lamiaceae – an ethnobotanical, morpho-physiological, and phytochemical analysis [e-resource] // Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine. 2020. Vol. 16. Article number 22. URL: <https://doi.org/10.1186/s13002-020-00368-2> (appeal date: 03.07.2020).

18. Zielińska S., Matkowski A. Phytochemistry and bioactivity of aromatic and medicinal plants from the genus *Agastache* (Lamiaceae) // Phytochemistry Reviews. 2014. No. 13 (2). Pp. 391–416.

19. Haiyan G., Chen Z., Lijuan H., Shaoyu L., Ashraf M.A. Antimicrobial, antibiofilm and antitumor activities of essential oil of *Agastache rugosa* from Xinjiang, China // Saudi Journal of Biological Sciences. 2016. Vol. 23. No. 4. Pp. 524–530.

Об авторах:

Анна Васильевна Абрамчук¹, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры растениеводства и селекции, ORCID 0000-0002-7908-4416, AuthorID 94812; +7 953 005-68-44, fito41@mail.ru

Светлана Евгеньевна Сапарклычева¹, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры растениеводства и селекции, ORCID 0000-0003-0463-7749, AuthorID 651975; +7 922 295-23-58, s.e.saparklycheva@mail.ru

Валентина Викторовна Чулкова¹, доцент, заведующая кафедрой растениеводства и селекции, ORCID 0000-0003-4757-9665, AuthorID 1061367; +7 908 916-40-75, vchulkova75@mail.ru

¹ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

Productivity of Tibetan lofant (*Agastache rugosa*) depending on agrotechnical methods of cultivation in the conditions of introduction in the Middle Urals

A. V. Abramchuk¹✉, S. E. Saparklycheva¹, V. V. Chulkova¹

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

✉ E-mail: fito41@mail.ru

Abstract. Research on the introduction of lofant (*Agastache rugosa*) has been conducted by the Department of Crop Production and Breeding of the Ural State Agrarian University since 2013. Studied by sowing seeds in open ground, especially the growth and development of lofant Tibetan background on the various types of mineral fertilizers, the effect of physiologically active substances comparative assessment of the types and varieties of lofant. The research was carried out in the Uralets agricultural farm, located in the Beloyarskiy district of the Sverdlovsk region. **Methods.** Phenological and biometric observations of plant growth and development were carried out. The method for laying the experience is generally accepted according to B. A. Dospikhov. This article presents the results of the introduction work on the study of the seedling method of cultivation and application of increasing doses of nitrogen fertilizers, which had the most pronounced effect on productivity, as well as on the structural composition of aboveground biomass – the most important indicator of quality in the preparation of medicinal raw materials. **Purpose of research.** To identify the features of the formation of productivity of aboveground biomass of the *Agastache rugosa* in the natural and climatic conditions of the Middle Urals. The task was to study the influence of seedling cultivation method, as well as the introduction of increasing doses of nitrogen fertilizers on the productivity and structural composition of aboveground biomass of *Agastache rugosa*. **Results.** The study revealed a clear dependence of the productivity of *Agastache rugosa* on the time of sowing seeds for seedlings: the earlier the sowing period, the higher the productivity. The maximum yield of medicinal raw materials per unit area was obtained in the I variant (seeding on seedlings – March 10) – 25.2 t/ha, the minimum productivity was formed in the IV variant (seeding on seedlings – April 10), it was 16.2 t/ha, which is 35.7 % lower than in the I variant (on average for 2013–2015). It is established that the higher the level of nitrogen nutrition, the greater the biological productivity. The maximum productivity (on average for 2018–2020) was 29.5 t/ha (IV variant – N₆₀ kg/ha). **Scientific novelty.** For the first time, in the conditions of the Middle Urals, the features of the formation of productivity of *Agastache rugosa* with the seedling method of cultivation and different levels of nitrogen fertilizers were determined. Established: the optimal time for sowing seeds for seedlings and the dose of nitrogen fertilizers, in which *Agastache rugosa* provides high productivity with an optimal structure of medicinal raw materials.

Keywords: *Agastache rugosa*, aboveground biomass, structural composition, productivity, sowing time, nitrogen fertilizers.

For citation: Abramchuk A. V., Saparklycheva S. E., Chulkova V. V. Produktivnost' lofanta tibetskogo (*Agastache rugosa*) v zavisimosti ot agrotekhnicheskikh priemov vozdel'yvaniya v usloviyakh introduktsii na Srednem Urale [Productivity of Tibetan lofant (*Agastache rugosa*) depending on agrotechnical methods of cultivation in the conditions of introduction in the Middle Urals] // Agrarian Bulletin of the Urals. 2020. Special issue "Biology and biotechnologies". Pp. 2–9. DOI: ... (In Russian.)

Paper submitted: 09.11.2020.

References

1. Vse o lekarstvennykh rasteniyakh [All about medicinal plants]. Saint Petersburg: SZKEO. 2016. 192 p. (In Russian.)
2. Saparklycheva S. E. Vidy lofanta, introdutsiruemye na Srednem Urals [Lofant species introduced in the Middle Urals] [e-resource] // Electronic scientific journal. 2020. No. 1 (22). URL: <http://bio.beonrails.ru/ru/issues/2020/1/176> (appeal date: 03.07.2020). (In Russian.)
3. Abramchuk A. V. Osobennosti vzdelyvaniya lofanta tibetskogo v usloviyakh Srednego Urala [Peculiarities of Tibetan lofant empowerment in the conditions of the Middle Urals] // Selekttsiya i semenovodstvo v rastenievodstve: sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Strategicheskie zadachi po nauchno-tehnologicheskomu razvitiyu APK". Ekaterinburg, 2018. Pp. 1–5. (In Russian.)
4. Abramchuk A. V. Opyt introdutsii lofanta tibetskogo (*Lophanthus tibeticus*) v usloviyakh Srednego Urala // Vestnik biotekhnologii. 2018. No. 2. (16). P. 3. (In Russian.)
5. Abramchuk A. V., Mingalev S. K., Karpukhin M. Yu. Effektivnost' predposevnoy obrabotki semyan lofanta tibetskogo regulyatorami rosta // Agrarian Bulletin of the Urals. 2018. No. 6 (173). Pp. 5–10. (In Russian.)
6. Abramchuk A. V., Karpukhin M. Yu. Vliyanie srokov poseva na semennuyu produktivnost' lofanta tibetskogo [Influence of sowing dates on seed productivity of Tibetan lofant] // Konyaevskie chteniya: sbornik nauchnykh trudov VI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ekaterinburg, 2018. Pp. 202–205. (In Russian.)
7. Karpukhin M. Yu., Abramchuk A. V., Mingalev S. K. Elementy introdutsii lofanta tibetskogo (*Lophanthus tibeticus* C. Y. wu et Y. C. Huang) // Nauchnyy i innovatsionnyy potentsial razvitiya proizvodstva, pererabotki i primeneniya efimomastichnykh i lekarstvennykh rasteniy: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Simferopol, 2019. Pp. 100–106. (In Russian.)
8. Kustova O. K., Prihod'ko S. A., Glukhov A. Z., Kustov D. Yu. Introdutsiya vidov roda Agastache Clayt. Ekh Gronov. v Donetsk botanicheskom sadu i perspektivy ikh ispol'zovaniya [Introduction of some species from the genus Agastache Clayt. Ex Gronov. In Donetsk botanical garden and their application potential] // Promyshlennaya botanika. 2019. Vol. 19. No. 1. Pp. 17–22. (In Russian.)
9. Khlebtsova E. B., Sorokina A. A. Immunomoduliruyushchee deystvie flavonoidov lofanta anisovogo [Immunomodulatory effect of anise lofant flavonoids] // Pharmacy. 2014. No. 4. Pp. 45–48. (In Russian.)
10. Sleptsov I. V., Zhuravskaya A. N. Polisakharidy v vegetativnoy masse *Amaranthus retroflexus*, *Agastache rugosa* i *Thlaspi arvense* v usloviyakh Tsentral'noy Yakutii [Polysaccharides in tissues *Amaranthus retroflexus*, *Agastache rugosa* and *Thlaspi arvense* in the conditions of central Yakutia] // Khimija rastitel'nogo syr'ya. 2018. No. 4. Pp. 73–79. (In Russian.)
11. Al'tamirova A. A., Dzhabrailova Kh. U., Karsamova M. A., Yusupova S. S. Lofant anisovyy i ego khimicheskii sostav [Lofant anise and its chemical composition] // Molodye uchenye v reshenii aktual'nykh problem nauki: materialy VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Vladikavkaz, 2018. Pp. 183–186. (In Russian.)
12. Zorikov P. S., Koldaev V. M., Manyakhin A. Yu. Sravnitel'nye opticheskie kharakteristiki izvlecheniy iz lofantov tibetskogo i anisovogo [Comparative optical characteristics of extracts from giant hyssop Tibetan and anise] // Pacific Medical Journal. 2015. No. 2. Pp. 44–46. (In Russian.)
13. Eremeeva E. A. Lofant anisovyy (*Agastache foeniculum* (Pursh.) o. Kuntze) kak istochnik biologicheski aktivnykh veshchestv [Lophanthus anisatus (*Agastache foeniculum* (Pursh.) O. Kuntze) as a source of biologically active substances] // Vklad molodykh uchenykh v agrarnuyu nauku: materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Kinel, 2016. Pp. 11–13. (In Russian.)
14. Ilyina T. A. Lekarstvennye rasteniya: bol'shaya illyustrirovannaya entsiklopediya [Medicinal plants: A large illustrated encyclopedia]. Moscow: "E", 2017. 304 p. (In Russian.)
15. Chulkova V. V., Chapalda T. L., Poyarkova N. M. Rasteniya-repellenty [Repellent plants] // Ot inertsi k razvitiyu: nauchno-innovatsionnoe obespechenie APK: sbornik materialov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ekaterinburg, 2020. Pp. 105–107. (In Russian.)
16. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy): uchebnik dlya vysshikh sel'skokhozyaystvennykh uchebnykh zavedeniy [Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results): a textbook for higher agricultural educational institutions]. Stereotype edition, reprinted from the 5th edition, supplemented and revised]. Moscow: Alyans, 2014. 415 p. (In Russian.)
17. Carrillo-Galván G., Bye R., Eguiarte L. E., et al. Domestication of aromatic medicinal plants in Mexico: *Agastache* (Lamiaceae) – an ethnobotanical, morpho-physiological, and phytochemical analysis [e-resource] // Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine. 2020. Vol. 16. Article number 22. URL: <https://doi.org/10.1186/s13002-020-00368-2> (appeal date: 03.07.2020).
18. Zielińska S., Matkowski A. Phytochemistry and bioactivity of aromatic and medicinal plants from the genus *Agastache* (Lamiaceae) // Phytochemistry Reviews. 2014. No. 13 (2). Pp. 391–416.
19. Haiyan G., Chen Z., Lijuan H., Shaoyu L., Ashraf M.A. Antimicrobial, antibiofilm and antitumor activities of essential oil of *Agastache rugosa* from Xinjiang, China // Saudi Journal of Biological Sciences. 2016. Vol. 23. No. 4. Pp. 524–530.

Authors' information:

Anna V. Abramchuk¹, candidate of biological sciences, associate professor, associate professor of the department of plant production and selection, ORCID 0000-0002-7908-4416, AuthorID 94812; +7 953 005-68-44, fito41@mail.ru

Svetlana E. Saparklycheva¹, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor of the department of plant production and selection, ORCID 0000-0003-0463-7749, AuthorID 651975; +7 922 295-23-58, s.e.saparklycheva@mail.ru

Valentina V. Chulkova¹, candidate of agricultural sciences, associate professor, associate professor, of the department of plant production and selection, ORCID 0000-0003-4757-9665, AuthorID 1061367; +7 908 916-40-75, vchulkova75@mail.ru

¹ Ural State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia