



<http://ecopri.ru>

<http://petsu.ru>

Издатель

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»
Российская Федерация, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

Научный электронный журнал

ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ

<http://ecopri.ru>

Т. 9. № 4(38). Декабрь, 2020

Главный редактор

А. В. Коросов

Редакционный совет

В. Н. Большаков
А. В. Воронин
Э. В. Ивантер
Н. Н. Немова
Г. С. Розенберг
А. Ф. Титов

Редакционная коллегия

Г. С. Антипина
В. В. Вапиров
А. Е. Веселов
Т. О. Волкова
Е. П. Иешко
В. А. Илюха
Н. М. Калинкина
J. P. Kurhinen
А. М. Макаров
А. Ю. Мейгал
J. B. Jakovlev

Службы поддержки

А. Г. Марахтанов
Е. В. Голубев
С. Л. Смирнова
Н. Д. Чернышева
М. Л. Киреева

ISSN 2304-6465

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Анохина, 20. Каб. 208.

E-mail: ecopri@psu.karelia.ru

<http://ecopri.ru>





УДК 582.572.285

Лук алтынкольский в условиях культуры Московской области

ИВАНОВА Мария Ивановна	<i>доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, ВНИИО - филиал ФГБНУ ФНЦО, ivanova_170@mail.ru</i>
БУХАРОВ Александр Федорович	<i>доктор сельскохозяйственных наук, ВНИИО - филиал ФГБНУ ФНЦО, afb56@mail.ru</i>
КАШЛЕВА Анна Ивановна	<i>кандидат сельскохозяйственных наук, ВНИИО - филиал ФГБНУ ФНЦО, vniioh@yandex.ru</i>
БАЛЕЕВ Дмитрий Николаевич	<i>кандидат сельскохозяйственных наук, ВНИИО - филиал ФГБНУ ФНЦО, dbaleev@gmail.com</i>

Ключевые слова:

лук алтынкольский
Allium altyncolicum N. Friesen
интродукция
признаки
урожайность

Аннотация:

Несомненную ценность для создания новых, адаптированных к местным условиям сортов луковых культур представляют дикорастущие формы Урала, Сибири, Средней Азии, местные стародавние популяции и интродуцированные из других эколого-географических зон в течение длительного времени образцы. Всестороннее изучение биологических особенностей видов рода *Allium* при интродукции позволяет расширить ассортимент этих многолетников, используемых в пищевых и декоративных целях, и тем самым обогатить биоразнообразие культурной флоры России. Лук алтынкольский (*A. altyncolicum* N. Friesen) произрастает в Южном Алтае, узколокальный эндемик, мезогигрофит. Селекционные форм лука алтынкольского до сих пор не существует. Объектом исследования служили коллекция *A. altyncolicum* из шести образцов различного происхождения. Проведены опыты по изучению и описанию биологических и хозяйственных признаков лука алтынкольского. В условиях Московской области лук алтынкольский отличается зимостойкостью, не повреждается весенними и осенними заморозками, не отмечено повреждения вредителями. Выделены клоны № 2 и № 5, которые отличаются большим числом побегов и листьев, урожайностью 3.1-3.2 кг/м² за одну срезку, устойчивостью к ржавчине (*Puccinia alli* (DC.) F. Rudolphi), относительной устойчивостью к пероноспорозу (*Peronospora destructor* (Berk) Casp.) и высокой зимостойкостью. В фазу потребительской спелости содержание сухих веществ в листьях в среднем составило 17.9 %, аскорбиновой кислоты 128.8 мг%, каротина 23.7 мг/кг сырой массы, гидроксикоричных кислот 174×10^{-3} %, флавоноидов 295.2×10^{-3} % сухой массы. Клоновый отбор позволил создать новый исходный материал, перспективный для дальнейшей селекционной работы.

Введение

На протяжении более 10 000 лет человек, окультуривая дикорастущие растения, часто отказывался от использования видов, казалось бы, бесполезных для него на тот момент. Это приводило к исчезновению из фонда первоначально освоенных растений большого числа видов и разновидностей, выращивание которых или сбор из дикой флоры сохранило только местное население локальных регионов. Многие такие виды, в том числе и рода *Allium* L., не будучи введенными в культуру, постепенно исчезают и в дикой природе. Предполагается, что из 7000 видов съедобных растений во всем мире только небольшая часть (около 150) реально выращивается и продается.

В сложившихся условиях необходимо бережное отношение к генетическим ресурсам дикой флоры, рациональное их использование путем создания специальных областей для сохранения биоразнообразия растений. Создание генных банков (*in vivo* и *in vitro*) способствует сохранению генетических ресурсов растений, представляет новую современную форму хранения зародышевой плазмы.

В практическом плане работа научных учреждений с генными банками очень сложна. Необходимо не только хранение для научных целей, но и исследование редких и исчезающих растений. Одним из таких мероприятий является фенотипическая оценка по комплексу хозяйственно ценных признаков. Оценка фенотипической изменчивости имеет некоторые ограничения, такие как затраты на персонал, трудности получения результатов в относительно короткий промежуток времени и затраты на выращивание.

Преимущества сохранения ценных видов *ex situ* в научных учреждениях заключаются в возможности всестороннего изучения биологии, биохимии, генетики растений, ускоренного их размножения, использования в селекции, всеобщего несложного доступа к коллекции и относительной гарантии ее сохранности. Очень важной является деятельность по сохранению агробиоразнообразия в условиях фермерских хозяйств (*on farm*) и на приусадебных участках.

Род *Allium* L. включает более 850 видов (Wheeler et al., 2013; Lin, Tan, 2017), является одной из самых разнообразных и таксономически сложных групп однодольных растений (Friesen et al., 2006; Fritsch et al., 2010). Этот род распространен в северном полушарии (Friesen et al., 2006), его главный центр разнообразия находится в горных районах Юго-Западной и Центральной Азии (Friesen et al., 2006; Fritsch, Friesen, 2002). Виды рода *Allium* являются важнейшими из ключевых культур, определяющими агробиоразнообразие культивируемых растений. Создание и внедрение новых сортов будет способствовать созданию *ex situ* (в условиях культуры) генных коллекций для сохранения видов *Allium* (с учетом их изменчивости), распространение которых находится под угрозой исчезновения.

Лук алтынкольский (*A. altyncolicum* N. Friesen) – многолетнее растение. Этот вид представляет значительный интерес для использования в пищу. В природе вид встречается в Сибири – Алтай (Телецкое озеро). Телецкое озеро по-алтайски Алтынколь, что означает золотое озеро. Отсюда и название этого лука (Фризен, 1988). Произрастает в Южном Алтае, узколокальный эндемик, мезогигрофит. Растет в нижнем поясе гор, на чрезмерно прибрежных сырых лугах, окраинах болот и по галечниковым берегам рек Казахстанского Алтая (Котухов и др., 2011). Предложен для внесения в список охраняемых видов Томской области. Найден на галечниках по берегу р. Томи у сел Курлек и Тахтамышево (Томский район) (Амельченко, Катаева, 2011).

Цель работы – изучить в условиях культуры Московской области основные показатели, характеризующие морфологические и хозяйственные признаки лука алтынкольского.

Материалы

Биоколлекция рода *Allium* во Всероссийском научно-исследовательском институте овощеводства – филиале ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО) насчитывает более 80 видов (Московская область, N 55°36' E 38°1'). Объектом исследования служила *ex situ* шести образцов *A. altyncolicum*, выращенных из семян, предоставленных шестью ботаническими садами РФ. В каждом образце насчитывалось 25 растений. Семена посеяли 15 марта, рассаду высаживали в открытый грунт 25 апреля 2015 г. Схема посадки рассады – 70 x 30 см. Площадь учетной

делянки составляла 5 м². Повторность – 4-кратная.

Методы

Изучение фенологии вида проводили по методике Бейдемана (Бейдеман, 1974), морфологических признаков – по методике ВИР (Изучение..., 2005).

Проведение нескольких срезов зелени в течение сезона основано на способности растений к регенерации в результате развития листовых зачатков меньшего возраста, отрастания побегов из боковых почек более высоких порядков ветвления. Кроме того, срезанные у основания листья лука часто продолжают нарастать. Лимитирующим фактором для завершения срезов является необходимость возобновления листовой массы растений и подготовка к перезимовке.

Пробы листьев отбирали в утренние часы в фазу массового отрастания растений (май) у взрослых генеративных особей, 5 лет произрастающих в условиях интродукции.

Содержание сухого вещества, моносахаров, витамина С, нитратов и каротина определяли по общепринятым методикам (Ермаков и др., 1972).

Определение суммы гидроксикоричных кислот (ГКК) проводили при длине волны 328 нм. В качестве холостого опыта использовали 96 % спирт. Долю определяемого компонента устанавливали по формуле:

$$X_{ГКК} = D \cdot V \cdot p / (m \cdot 507), \quad [1]$$

где D – оптическая плотность; V – объем экстракта, мл (100 мл); p – разведение (в 10 раз); m – масса навески, г; величина 507 – удельный показатель поглощения гидроксикоричных кислот в растворах.

Определение суммы флавоноидов проводили в спиртовых экстрактах. Аналитическую пробу измельчали до частиц не более 1 мм. Около 1 г (точная навеска) обрабатывали 50 мл этилового спирта (70 %): нагревали в колбе с обратным холодильником в течение 30 мин., периодически встряхивая для смывания частиц сырья со стенок. Колбу охлаждали и доводили до метки тем же раствором. Извлечение фильтровали в колбу на 100 мл и доводили до метки этиловым спиртом (70 %). Оптическую плотность измеряли при $\lambda = 338$ нм. Холостой опыт – этиловый спирт (70 %). Содержание (в %) суммы флавоноидов в пересчете на 2'-О-арабинозид изоветиксина устанавливали по формуле:

$$X = D \cdot 100 / (m \cdot 353), \quad [2]$$

где D – оптическая плотность раствора; m – масса навески, г; 100 – объем мерной колбы, мл; 353 – удельный показатель поглощения.

Метод определения хлорофиллов в ацетоновых экстрактах основан на измерении оптической плотности ацетоновой вытяжки при $\lambda = 662$ нм (хлорофилл a), $\lambda = 645$ нм (хлорофилл b) с последующим расчетом концентрации пигментов по уравнениям Ветштейна и Хольма для 100 % ацетона. Навеску (0.25 ... 0.50 г) растирали с песком и мелом в небольшом количестве ацетона, к растертому материалу приливали 20 ... 25 мл ацетона, далее фильтровали и спектрофотометрировали. Концентрацию пигментов в растворе устанавливали по формулам:

$$Ca = 9.784 \times D_{662} - 0.99 \times D_{644} \quad [3]$$

$$Cb = 21.426 \times D_{644} - 4.650 \times D_{662} \quad [4]$$

$$Ca + b = 5.134 \times D_{622} + 20.436 \times D_{644} \quad [5]$$

$$C = 4.695 \times D_{440.5} - 0.268 (Ca + Cb), \quad [6]$$

где Ca – концентрация хлорофилла a , мкг/мл; Cb – концентрация хлорофилла b , мкг/мл.

Содержание пигментов в образце (мкг/г) находили по формуле:

$$X = C \times V / m, \quad [7]$$

где C – концентрация пигмента в растворе, мкг/мл; V – объем вытяжки, мл; m – масса навески, г.

Повторность опытов трехкратная. Статистическую обработку проводили с использованием программы Microsoft Excel 2007.

Почва опытного участка аллювиальная луговая, имеет высокий уровень естественного плодородия, pH солевой вытяжки 5.8 ... 6.0, содержание гумуса в пахотном слое колеблется от 2.71 до 3.34 %, общего азота – от 0.19 до 0.24 %, нитратного азота 4.21 ... 6.98 мг/100 г, содержание фосфора в почве – 15.27 ... 22.15 мг/100 г, обеспеченность калием – 6.95 ... 12.50 мг/100 г. Гидролитическая кислотность низкая – 0.7 ... 0.8 мг-экв./100 г, сумма поглощенных оснований средняя – 35.65 ... 36.42 мг-экв./100 г, степень насыщенности почвы основаниями высокая – 97.8 ... 98.9 %.

Результаты

A. altyncolicum – корневищно-луковичное растение. Луковицы по несколько сидят на коротком

корневище, удлинено-яйцевидные, до 1 см диаметром, с серыми бумагообразными, почти кожистыми оболочками. Феноритмотип – длительновегетирующий, летнезеленый с вынужденным зимним покоем, раннелетнецветущий. В условиях культуры Ботанического сада-института УНЦ РАН (г. Уфа) отрастает в I-II декаде апреля. Примерно через месяц появляется генеративный побег. Растения зацветают в начале июня. Цветение продолжается 20–22 дня. Среднецветущий вид, цветение одного соцветия длится 11 дней, а одного цветка – до 7 дней. Семена созревают в I-II декаде июля, черные, морщинистые, удлинённые, длиной 0.3–0.32 см, шириной 0.15–0.2 см, с абсолютным весом 1.72 г. Период от начала отрастания до созревания семян по годам составляет 76–86 дней (Тухватуллина, Абрамова, 2013).

В условиях Московской области отрастание растений отмечено 15 апреля, когда средняя температура выше 0 °С. 8 июня появился генеративный побег, фаза отрастания его длилась 15 суток (табл. 1).

Таблица 1. Фенодаты *A. altyncolicum* в условиях культуры (растения 5-го года жизни, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Раменский район, 2019 г.)

Начало весеннего отрастания	Начало отрастания цветоноса	Начало раскрытия чехлика	Начало цветения	Конец цветения	Начало созревания семян
15.05	08.05	04.06	07.06	25.06	18.06

Фаза начала цветения зафиксирована 7 июня, массовое цветение – на 6–8-е сутки, конец цветения – 25 июня. Раскрытие цветков отмечено на 2-е сутки после разрыва чехлика соцветия. Чехол отдельного зонтика раскрывался в течение 2 суток, особи – за 17–19 суток. Продолжительность фазы цветения особи составила 20–22 суток, отдельного соцветия – 10–12 суток, цветка – 5–7 суток. По длительности цветения – среднецветущий вид (18 суток). Уборку семян провели 3 и 8 июля. Продолжительность от начала отрастания до созревания семян составила 78–83 суток.

A. altyncolicum – длительновегетирующее растение. Листья остаются зелеными до установления сильных заморозков. Стебель дудчатый, 40–50 см высоты, 5–7 мм ширины, гладкий. Листья в числе 2–3 цилиндрические, дудчатые, сизые, длиной от 22 до 50 см, шириной 0.5–1 см. Зонтик многоцветковый, полушаровидный, 4–5 см диаметром, рыхловатый. Цветоножки в 1.5–2 раза длиннее околоцветника, при основании без прицветников. Цветки узкоколокольчатые диаметром 0.7–1 см. Листочки околоцветника блестящие, бледно-розовые, с темной жилкой, 7–13 мм длины, линейно-ланцетные, острые (Тухватуллина, 2013). На одном соцветии насчитывается 32–84 цветка (в среднем 63.8 шт.), плодов – 30–70 шт. (в среднем 48.3), плодобразование составляет 75.8 %. Реальная семенная продуктивность на один генеративный побег – 166.8 шт., потенциальная семенная продуктивность – 382.8 шт. Среднее число семян в плоде – 3.4 шт., семенификация плода – 57.3 %, коэффициент продуктивности зонтика – 43.5 %. При семенном размножении растения зацветают на 2–3-й год. Коэффициент вегетативного размножения на 3-й год вегетации составляет в среднем 2.4. На 4-й год жизни каждый куст имеет 3–4 цветоноса (Тухватуллина, Абрамова, 2011).

В условиях Московской области цветоносный дудчатый стебель гладкий, достигает высоты 51 см, ширины 5–7 мм. Зонтик многоцветковый (20.8 шт./растение), полушаровидный, 4.0 см диаметром, рыхловатый. Цветки узкоколокольчатые, блестящие, фиолетовые, с темной жилкой, диаметром до 1 см. Число цветков в соцветии – до 100 шт. (табл. 2).

Таблица 2. Морфологические признаки *A. altyncolicum* (растения 5-го года жизни, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Раменский район, 2019 г.)

Длина цветоноса, см	Число соцветий, шт./растение	Число цветков в соцветии, шт.	Диаметр соцветия, см	Продолжительность цветения, сутки
51.0	20.8	100.4	4.0	18–20

Взрослые особи представляют собой систему последовательно сменяющих друг друга монокарпических побегов. Возобновляется за счет почки в пазухе верхнего ассимилирующего листа. Благодаря естественному вегетативному размножению происходит ежегодное разрастание растения (формирует дернину). Искусственное вегетативное размножение путем деления дернины можно проводить рано весной или осенью.

На одном монокарпическом побеге 2–3 листа, цилиндрические, дудчатые, сизые, длиной до 46 см,

шириной 0.9 см. Высота растения в фазе потребительской спелости до 53 см, число монокарпических побегов у пятилетней особи в среднем до 26 шт./растение.

Образцы *A. altyncolicum* 5-го года жизни обеспечили в среднем за одну срезку урожайность зелени на уровне 2.6–3.2 кг/м². Было проведено 3 срезки. Максимальную урожайность обеспечили клоны № 2 и № 5 (3.1–3.2 кг/м² за одну срезку соответственно). Формирование максимального урожая зеленого пера у всех образцов отмечено при срезке в первой половине июня (табл. 3).

Таблица 3. Комплекс признаков, определяющих урожайность *A. altyncolicum* (растения 5-го года жизни, ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО, Московская область, Раменский район, 2019 г.)

Показатель	№ клона						НСР ₀₅
	1	2	3	4	5	6	
Высота растения перед срезкой, см	48.8	51.4	48.7	48.6	52.7	48.5	1.7
Число монокарпических побегов, шт./растение	25.6	26.2	25.4	25.5	26.9	25.1	0.5
Число листьев, шт./растение	47.0	49.5	46.8	46.9	49.8	46.7	1.2
Длина листа, см	45.3	45.2	45.3	45.4	46.0	45.1	0.2
Ширина листа, см	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.8	0.04
Урожайность за одну срезку, кг/м ²	2.8	3.1	2.7	2.7	3.2	2.6	0.2

Дикие пищевые луки рано и быстро отрастают весной и дают большое число листьев, которые можно использовать в пищу уже в начале мая. В этот период они богаты биологически активными соединениями (Тухватуллина, Абрамова, 2012; Иванова и др., 2019). Исторически сложилось, что эти растения в основном использовали для профилактики и лечения сердечно-сосудистых заболеваний, гипертонии и сахарного диабета (Arreola et al., 2015; Ling et al., 2017). Листья диких пищевых луков служат источником важных вторичных метаболитов растений, включая стероидные сапонины и сапогенины, флавоноиды и сераорганические соединения (аллицин, диаллилдисульфид, диаллилтрисульфид и др.) (Mikaili et al., 2013). Флавоноиды обладают антиоксидантными, антибактериальными и фунгицидными свойствами (Голубкина и др., 2010). Из различных видов *Allium* выделены ценные фенольные соединения – производные коричной кислоты (Bagiu et al., 2012). Они обладают противогрибковой (Sadeghi et al., 2013), антиоксидантной (Голубкина и др., 2010), противовоспалительной (Bagiu et al., 2012), противоопухолевой (Tsubura et al., 2011) и цитотоксической (Wang et al., 2017) активностью. Хлорофилл и каротиноиды, содержащиеся в листьях, активизируют обменные процессы в клетках (Lachowicz et al., 2018). Установлено, что свойство растений рода *Allium* L. препятствовать свертыванию крови пропорционально как содержанию соединений серы, так и уровню аккумуляции полифенолов (Beretta et al., 2017). Гидроксикоричные кислоты, или производные кофейной кислоты, – наиболее распространенные полифенольные кислоты в высших растениях, играющие в них роль регуляторов роста.

Важным этапом работы при интродукции дикорастущих луков является установление их питательной ценности. В условиях культуры Ботанического сада-института УНЦ РАН (г. Уфа) в фазе потребительской спелости в листьях *A. altyncolicum* содержание составило (% в расчете на абсолютно сухое вещество): сухого вещества – 15.44, сахара – 8.2, протеина – 13.5, липидов – 3.5, азота – 2.16, золы – 6.47, крахмала – 5.58, каротина – 116.50 мг/кг, аскорбиновой кислоты – 66.2 мг%. Содержание минеральных веществ в воздушно-сухой навеске листьев отмечено на уровне (%): Ca – 1.56, Mg – 0.49, P – 0.34, K – 2.07, S – 0.17; (мг/кг): Fe – 124.52, Cu – 7.22, Zn – 232.51, Mn – 37.60, Co – 0.29 (Тухватуллина,

2010).

В условиях Московской области в фазу потребительской спелости содержание сухих веществ в листьях составило 17.9 %; на сырое вещество: нитратов – 169.0 мг/кг, моносахаров – 2.6 %, витамина С – 128.8 %, каротина – 23.7 мг/кг; на сухое вещество: хлорофилла – 252.0 мг/100 г, гидроксикоричных кислот – 174.0×10^{-3} %, флавоноидов – 295.2×10^{-3} % (табл. 4).

Таблица 4. Биохимические показатели *A. altyncolicum* в фазу потребительской спелости

Показатель	Значение
Сухое вещество, %	17.9
Нитраты, мг/кг (сырое вещество)	169.0
Моносахара, % (сырое вещество)	2.6
Аскорбиновая кислота, мг% (сырое вещество)	128.8
Хлорофилл, мг/100 г (сухое вещество)	252.0
Каротин, мг/кг (сырое вещество)	23.7
Гидроксикоричные кислоты, 10^{-3} % (сухое вещество)	174.0
Флавоноиды, 10^{-3} % (сухое вещество)	295.2

Таким образом, высокое содержание витамина С и других биологически активных веществ в листьях *A. altyncolicum* свидетельствует о высокой питательной ценности этого вида и возможности использования его в пищу для коррекции дефицита витаминов с ранней весны до поздней осени.

Наиболее вредоносная болезнь лука – пероноспороз, или ложная мучнистая роса. Низший гриб *Peronospora destructor* (Berk) Casp. является типичным облигатным паразитом – питается на вегетирующих растениях, поражая листья и семенные стрелки. В период проведения исследований в естественных условиях из-за обильных осадков в июле и августе образцы № 3 и № 4 значительно (вред был ощутим) поражались пероноспорозом (табл. 5).

Таблица 5. Пораженность *A. altyncolicum* пероноспорозом (*Peronospora destructor* (Berk) Casp.) и ржавчиной (*Puccinia allii* Rub.) в условиях Московской области

Клон	Пероноспороз	Ржавчина
1	+	+
2	+	-
3	++	+
4	++	-
5	+	-
6	+	-

Примечание. – заболевание не выявлено; + вред незначителен; ++ вред ощутим; +++ вред значителен.

Остальным изученным образцам болезнь нанесла незначительный вред. Клонам №1 и №3 был нанесен незначительный вред ржавчиной (*Puccinia allii* Rub.). На растениях других клонов признаков поражения ржавчиной не выявлено.

Зимостойкость всех испытанных образцов составила 100 %.

Заключение

В ходе исследований проведены опыты по изучению и описанию биологических и хозяйственных признаков *A. altyncolicum*. В условиях Московской области растения отличаются зимостойкостью, не повреждаются весенними и осенними заморозками, не отмечено повреждения вредителями. Выделены клоны № 2 и № 5, которые отличаются большим числом побегов и листьев, урожайностью 3.1–3.2 кг/м² за одну срезку, устойчивостью к *P. alli*, относительной устойчивостью к *P. destructor* и высокой зимостойкостью. Содержание сухих веществ в листьях в среднем составило 17.9 %, аскорбиновой кислоты 128.8 мг%, каротина 23.7 мг/кг сырой массы, гидроксикоричных кислот 174×10^{-3} %, флавоноидов 295.2×10^{-3} % сухой массы. Клоновый отбор позволил создать новый исходный материал, перспективный для дальнейшей селекционной работы. Использование изученных параметров обеспечит вклад новых знаний в теорию и практику селекции и семеноводства, позволит ускорить получение новых сортов и гетерозисных гибридов, оценить возможности и результативность селекционной работы по повышению урожайности, улучшению качества продукции и повышению устойчивости новых сортов к действию неблагоприятных факторов среды, в т. ч. к *P. destructor* и *P. alli* для Нечерноземной зоны

России.

Библиография

Амельченко В. П., Катаева Т. Н. Новые местонахождения редких видов растений на юге Томской области [New locations of rare plant species in the South of the Tomsk Region] // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. 2011. № 17. С. 40–42.

Бейдемман И. Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ [Methodology for studying the phenology of plants and plant communities]. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974. 155 с.

Голубкина Н. А., Маланкина Е. Л., Кошелева О. В., Соловьева А. Ю. Содержание биологически активных веществ – селена, флавоноидов, аскорбиновой кислоты и хлорофилла – в различных видах черемши [The content of biologically active substances – selenium, flavonoids, ascorbic acid and chlorophyll – in various types of wild garlic] // Вопросы питания. 2010. Т. 79. № 1. С. 78–81.

Ермаков А. И., Арасимович В. В., Смирнова-Иконникова М. И., Ярош Н. П., Луковникова Г. А. Методы биохимического исследования растений [Biochemical research methods of plants]. Л.: Колос, 1972. С. 88–92.

Иванова М. И., Бухаров А. Ф., Балеев Д. Н., Бухарова А. Р., Кашлева А. И., Середин Т. М., Разин О. А. Биохимический состав листьев видов *Allium L.* в условиях Московской области [Biochemical composition of leaves of *Allium L.* species under conditions of the Moscow region] // Достижения науки и техники АПК. 2019. Т. 33. № 5. С. 47–50. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10511.

Изучение и поддержание в живом виде мировой коллекции лука и чеснока (методические указания) [Studying and keeping alive the world's onion and garlic collection (guidelines)] / Сост. В. В. Пережогина, В. И. Кривченко, А. Е. Соловьева, В. В. Шумилина, Ю. В. Погромский. СПб.: ГНЦ РФ ВИР, 2005. 109 с.

Котухов Ю. А., Данилова А. Н., Ануфриева О. А. Конспект луков (*Allium L.*) Казахстанского Алтая, Сауро-Манрака и Зайсанской котловины [Abstract of onions (*Allium L.*) of Kazakhstan Altai, Sauro-Manrak and Zaisan depression] // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. 2011. № 17. С. 3–33.

Тухватуллина Л. А. Изучение хозяйственно ценных качеств дикорастущих луков в условиях культуры [Study of economically valuable qualities of wild-growing onions in cultural conditions] // Вестник Оренбургского государственного университета. 2010. № 6 (112). С. 160–162.

Тухватуллина Л. А., Абрамова Л. М. Биохимический состав листьев у дикорастущих видов лука в Республике Башкортостан [Biochemical composition of leaves of wild onion species in the Republic of Bashkortostan] // Сельскохозяйственная биология. 2012. № 3. С. 109–113.

Тухватуллина Л. А., Абрамова Л. М. Редкие виды рода *Allium L.* в интродукции [Rare species of the genus *Allium L.* in introduction] // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2011. № 14-1 (98). С. 68–74.

Тухватуллина Л. А., Абрамова Л. М. Среднегодовалые фенодаты и сезонный ритм роста и развития луков в условиях интродукции [Average perennial phenodates and seasonal rhythm of growth and development of onions under conditions of introduction] // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2013. № 10 (153). С. 45–50.

Фриезен Н. В. Луковые Сибири [Alliums of Siberia]. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1988. 185 с.

Arreola R., Quintero-Fabián S., López-Roa R. I., Flores-Gutiérrez E. O., Reyes-Grajeda J. P., Carrera-Quintanar L., Ortuño-Sahagún D. Immunomodulation and Anti-Inflammatory Effects of Garlic Compounds // J. Immunol. Res. 2015. DOI: 10.1155/2015/401630.

Bagiu R. V., Vlaicu B., Butnariu M. Chemical Composition and *in vitro* Antifungal Activity Screening of the *Allium*

ursinum L. (Liliaceae) // Int. J. Mol. Sci. 2012. Vol. 13. P. 1426–1436. DOI: 10.3390/ijms13021426.

Beretta H. V., Bannoud F., Insani M., Berli F., Hirschegger P., Galmarini C. R., Cavagnaro P. F. Relationships Between Bioactive Compound Content and the Antiplatelet and Antioxidant Activities of Six Allium Vegetable Species // Food Technol. Biotechnol. 2017. Vol. 55 (2). P. 266–275. DOI: 10.17113/ftb.55.02.17.4722.

Fritsch R. M., Blattner F. R., Gurushidze M. New classification of Allium L. subg. Melanocrommyum (Webb & Berthel) Rouy (Alliaceae) based on molecular and morphological characters // Phytol. 2010. № 49. P. 145–220.

Fritsch R. M., Friesen N. Evolution, domestication, and taxonomy // Rabinowitch H. D., Currah L. (Eds.). Allium Crop Science: Recent Advances. New York, 2002. P. 5–30.

Friesen N., Reinhard M. F., Frank R. Phylogeny and new intrageneric classification of Allium (Alliaceae) based on nuclear ribosomal DNA its sequences // Aliso. 2006. № 22. P. 372–395.

Lachowicz S., Oszmiański J. & Wiśniewski R. Determination of triterpenoids, carotenoids, chlorophylls, and antioxidant capacity in *Allium ursinum* L. at different times of harvesting and anatomical parts // Eur. Food Res. Technol. 2018. Vol. 244. P. 1269–1280. DOI: 10.1007/s00217-018-3042-3.

Lin C.-Y. and Tan D.-Y. Seed testa micromorphology of thirty-eight species of Allium (Amaryllidaceae) from central Asia, and its taxonomic implications // Nordic Journal of Botany. 2017. № 35. P. 189–200.

Ling H., He J., Tan H., Yi L. , Liu F., Ji X., Wu Y., Hu H., Zeng X., Ai X., Jiang H., Su Q. Identification of potential targets for differentiation in human leukemia cells induced by diallyl disulfide // Int. J. Oncol. 2017. Vol. 50. № 2. P. 697–707. DOI: 10.3892/ijo.2017.3839.

Mikaili P., Maadirad S., Moloudizargari M., Aghajanshakeri S., Sarahroodi S. Therapeutic uses and pharmacological properties of garlic, shallot, and their biologically active compounds // Iran J. Basic Med. Sci. 2013. Vol. 16. № 10. P. 1031–1048.

Sadeghi M., Zolfaghari B., Senatore M., Lanzotti V. Antifungal cinnamic acid derivatives from Persian leek (*Allium ampeloprasum* subsp. *persicum*) // Phytochem. Lett. 2013. № 6. P. 360–363.

Tsubura A., Lai Y. C., Kuwata M., Uehara N., Yoshizawa K. Anticancer effects of garlic and garlic-derived compounds for breast cancer control // Anticancer Agents Med Chem. 2011. Vol. 11. № 3. P. 249–253. DOI: 10.2174/187152011795347441.

Wang S., Li M., Wang X., Li X., Yin H., Jiang L., Han W., Irving G., Zeng T., Xie K. Diallyl trisulfide attenuated nhexane induced neurotoxicity in rats by modulating P450 enzymes // Chem. Biol. Interact. 2017. Vol. 16. P. 30565–30568. DOI: 10.1016/j.cbi.2017.01.013.

Wheeler E. J., Mashayekhi S., McNeal D. W., Columbus J. T. and Pires J. C. Molecular systematics of Allium subgenus Amerallium (Amaryllidaceae) in North America // Am. J. Bot. 2013. № 100. P. 701–711.

References

- Amel'chenko V. P. Kataeva T. N. New locations of rare plant species in the South of the Tomsk Region, *Botanicheskie issledovaniya Sibiri i Kazahstana*. 2011. No. 17. P. 40–42.
- Arreola R., Quintero-Fabián S., López-Roa R. I., Flores-Gutiérrez E. O., Reyes-Grajeda J. P., Carrera-Quintanar L., Ortuño-Sahagún D. Immunomodulation and Anti-Inflammatory Effects of Garlic Compounds, *J. Immunol. Res.* 2015. DOI: 10.1155/2015/401630.
- Bagiu R. V., Vlaicu B., Butnariu M. Chemical Composition and in vitro Antifungal Activity Screening of the *Allium ursinum* L. (Liliaceae), *Int. J. Mol. Sci.* 2012. Vol. 13. P. 1426–1436. DOI: 10.3390/ijms13021426.
- Beretta H. V., Bannoud F., Insani M., Berli F., Hirschegger P., Galmarini C. R., Cavagnaro P. F. Relationships Between Bioactive Compound Content and the Antiplatelet and Antioxidant Activities of Six *Allium* Vegetable Species, *Food Technol. Biotechnol.* 2017. Vol. 55 (2). P. 266–275. DOI: 10.17113/ftb.55.02.17.4722.
- Beydeman I. N. Methodology for studying the phenology of plants and plant communities. Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1974. 155 p.
- Ermakov A. I. Arasimovich V. V. Ikonnikova M. I. Yarosh N. P. Lukovnikova G. A. Biochemical research methods of plants. L.: Kolos, 1972. P. 88–92.
- Friesen N., Reinhard M. F., Frank R. Phylogeny and new intrageneric classification of *Allium* (Alliaceae) based on nuclear ribosomal DNA its sequences, *Aliso*. 2006. No. 22. R. 372–395.
- Friezen N. V. *Alliums of Siberia*. Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1988. 185 p.
- Fritsch R. M., Blattner F. R., Gurushidze M. New classification of *Allium* L. subg. *Melanocrommyum* (Webb & Berthel) Rouy (Alliaceae) based on molecular and morphological characters, *Phyton*. 2010. No. 49. R. 145–220.
- Fritsch R. M., Friesen N. Evolution, domestication, and taxonomy, Rabinowitch H. D., Currah L. (Eds.). *Allium Crop Science: Recent Advances*. New York, 2002. R. 5–30.
- Golubkina N. A. Malankina E. L. Kosheleva O. V. Solov'eva A. Yu. The content of biologically active substances – selenium, flavonoids, ascorbic acid and chlorophyll – in various types of wild garlic, *Voprosy pitaniya*. 2010. T. 79. No. 1. P. 78–81.
- Ivanova M. I. Buharov A. F. Baleev D. N. Buharova A. R. Kashleva A. I. Seredin T. M. Razin O. A. *Allium* L. Biochemical composition of leaves of *Allium* L. species under conditions of the Moscow region, *Dostizheniya nauki i tehniki APK*. 2019. T. 33. No. 5. P. 47–50. DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10511.
- Kotuhov Yu. A. Danilova A. N. Anufrieva O. A. *Allium* L. Abstract of onions (*Allium* L.) of Kazakhstan Altai, Sauro-Manrak and Zaisan depression, *Botanicheskie issledovaniya Sibiri i Kazahstana*. 2011. No. 17. P. 3–33.
- Lachowicz S., Oszmiański J. & Wiśniewski R. Determination of triterpenoids, carotenoids, chlorophylls, and antioxidant capacity in *Allium ursinum* L. at different times of harvesting and anatomical parts, *Eur. Food Res. Technol.* 2018. Vol. 244. R. 1269–1280. DOI: 10.1007/s00217-018-3042-3.
- Lin C, Y. and Tan D, Y. Seed testa micromorphology of thirty-eight species of *Allium* (Amaryllidaceae) from central Asia, and its taxonomic implications, *Nordic Journal of Botany*. 2017. No. 35. R. 189–200.
- Ling H., He J., Tan H., Yi L., Liu F., Ji X., Wu Y., Hu H., Zeng X., Ai X., Jiang H., Su Q. Identification of potential targets for differentiation in human leukemia cells induced by diallyl disulfide, *Int. J. Oncol.* 2017. Vol. 50. No. 2. P. 697–707. DOI: 10.3892/ijo.2017.3839.
- Mikaili P., Maadirad S., Moloudizargari M., Aghajanshakeri S., Sarahroodi S. Therapeutic uses and

Ivanova M., Bukharov A., Kashleva A., Baleev D. Altynkolsky onion in the cultural conditions of the Moscow region // *Principy èkologii*. 2020. Vol. 9. № 4. P. 3–2.

pharmacological properties of garlic, shallot, and their biologically active compounds, *Iran J. Basic Med. Sci.* 2013. Vol. 16. No. 10. P. 1031–1048.

Sadeghi M., Zolfaghari B., Senatore M., Lanzotti V. Antifungal cinnamic acid derivatives from Persian leek (*Allium ampeloprasum* subsp. *persicum*), *Phytochem. Lett.* 2013. No. 6. R. 360–363.

Studying and keeping alive the world's onion and garlic collection (guidelines), Sost. V. V. Perezhogina, V. I. Krivchenko, A. E. Solov'eva, V. V. Shumilina, Yu. V. Pogromskiy. SPb.: GNC RF VIR, 2005. 109 p.

Tsubura A., Lai Y. C., Kuwata M., Uehara N., Yoshizawa K. Anticancer effects of garlic and garlic-derived compounds for breast cancer control, *Anticancer Agents Med Chem.* 2011. Vol. 11. No. 3. P. 249–253. DOI: 10.2174/187152011795347441.

Tuhvatullina L. A. Abramova L. M. *Allium* L. Rare species of the genus *Allium* L. in introduction, *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki.* 2011. No. 14-1 (98). P. 68–74.

Tuhvatullina L. A. Abramova L. M. Average perennial phenodates and seasonal rhythm of growth and development of onions under conditions of introduction, *Nauchnye vedomosti Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Estestvennye nauki.* 2013. No. 10 (153). P. 45–50.

Tuhvatullina L. A. Abramova L. M. Biochemical composition of leaves of wild onion species in the Republic of Bashkortostan, *Sel'skohozyaystvennaya biologiya.* 2012. No. 3. P. 109–113.

Tuhvatullina L. A. Study of economically valuable qualities of wild-growing onions in cultural conditions, *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta.* 2010. No. 6 (112). P. 160–162.

Wang S., Li M., Wang X., Li X., Yin H., Jiang L., Han W., Irving G., Zeng T., Xie K. Diallyl trisulfide attenuated nhexane induced neurotoxicity in rats by modulating P450 enzymes, *Chem. Biol. Interact.* 2017. Vol. 16. P. 30565–30568. DOI: 10.1016/j.cbi.2017.01.013.

Wheeler E. J., Mashayekhi S., McNeal D. W., Columbus J. T. and Pires J. C. Molecular systematics of *Allium* subgenus *Amerallium* (*Amaryllidaceae*) in North America, *Am. J. Bot.* 2013. No. 100. P. 701–711.