



ЭССЕНЦИАЛЬНЫЕ МИКРОНУТРИЕНТЫ – КОМПОНЕНТЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ В НЕКОТОРЫХ ВИДАХ РОДА ALLIUM

ESSENTIAL MICRONUTRIENTS – COMPONENTS OF ANTIOXIDANT PROTECTION IN SOME SPECIES ALLIUM

Ширшова Т.И.¹ – кандидат хим. наук, в.н.с.
Бешлей И.В.¹ – кандидат биол. наук, н.с.
Голубкина Н.А.² – доктор с.-х. наук, главный н.с.
Голубев Ф.В.³ – кандидат биол. наук, доцент
Клюйков Е.В.⁴ – кандидат биол. наук, в.н.с.
Черемушкина В.А.⁵ – доктор биол. наук, профессор

Shirshova T.I.¹ – PhD in Chemistry
Beshley I.V.¹ – PhD in Biology
Golubkina N.A.² – Dr. of Sc. in Agriculture
Golubev F.V.³ – PhD in Biology
Kljuykov E.V.⁴ – PhD in Biology
Cheryomushkina V.A.⁵ – Dr. of Sc. in Biology

¹ ФГБНУ Институт биологии Коми НЦ УрО РАН
167982, Россия, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28
E-mail: shirshova@ib.komisc.ru, beshley@ib.komisc.ru

² ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»
143072, Россия, Московская обл.,
Одинцовский р-н, пос. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14
E-mail: segolubkina45@gmail.com

³ ФГБНУ ГЕОХИ РАН им. Вернадского
119991, Россия, г. Москва, ул. Косыгина, д. 19

⁴ Ботанический сад МГУ
119991, Россия, г. Москва, Ленинские горы 1/12

⁵ Центральный сибирский ботанический сад СО РАН (ЦСБС СО РАН)
630090, Россия, Новосибирск, Новосибирская обл., ул. Золотодолинская, 101

¹ FSBSI Institute of biology Komi SC URD RAS
167982 Republic of Komi, Syktvykar, Kommunisticheskaya str., 28
E-mail: shirshova@ib.komisc.ru. E-mail: beshley@ib.komisc.ru.

² FSBSI Federal Scientific Vegetable Center
Selectionnaya str., 14, p. VNISSOK,
Odintsovo district, Moscow region, 143072, Russia
E-mail: segolubkina45@gmail.com

³ FSBSI Vernadsky Institute them. Vernadsky
119991, Moscow, Kosygina str., 19.

⁴ Botanical garden of Moscow State University
119991, Russia, Moscow, Lenin hills 1/12

⁵ Central Siberian Botanical Garden, SB RAS
630090, Russia, Novosibirsk, Novosibirsk reg., Zolotodolinskaya str., 101

Одной из актуальных задач в настоящее время является получение и широкое использование продуктов функционального питания, обладающих антиоксидантным и антиканцерогенным действием, которые служат не только удовлетворению потребностей человека в белках, жирах, углеводах, микро- и макроэлементах, но и способствуют повышению иммунитета, улучшению работы сердца и других органов человека. К пищевым растениям, богатым компонентами антиоксидантной защиты, относят многолетние луки. Республика Коми отнесена к наиболее дискомфортным для проживания человека территориям. Во флоре Республики Коми встречаются три вида многолетних луков – *Allium angulosum* L., *A. schoenoprasum* L. и *A. strictum* Schrad. Коллекция Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН (БС) насчитывает более 150 видов. Согласно полученным данным, содержание марганца, меди и цинка в почвах и фитомассе растений Республики Коми ниже мировых кларков. Сравнение химического состава четырех видов лука из коллекций Ботанических садов Коми НЦ и Московского государственного университета (МГУ) показало, что общее содержание флавоноидов в луках из БС Коми НЦ значительно выше, а содержание селена – ниже, чем в аналогичных видах из БС МГУ. В образцах лука торчащего, собранного в Республике Тува, Республике Бурятия, на Горном Алтае, содержание Se также значительно выше, чем в региональных видах. Почвы Республики Коми обеднены Se, однако, как показали наши исследования, дикорастущие и культивируемые виды рода *Allium* являются аккумуляторами этого микроэлемента. По нашим подсчетам, при употреблении 100 г свежей зелени шнитт-лука возможно удовлетворение до 60% суточной потребности организма человека в аскорбиновой кислоте, до 94% – марганца, 20% – меди, 12% – цинка. Организация комплексных исследований, направленных на оценку селенового и микронутриентного статуса населения республики, изучение их зонального распределения в различных типах почв и содержание эссенциальных микронутриентов в продуктах питания, культивируемых и дикорастущих растениях, произрастающих на данной территории, представляет большой интерес.

Ключевые слова: : многолетние луки, эссенциальные микронутриенты, селен, флавоноиды, аскорбиновая кислота.

Для цитирования: Ширшова Т.И., Бешлей И.В., Голубкина Н.А., Голубев Ф.В., Клюйков Е.В., Черемушкина В.А. ЭССЕНЦИАЛЬНЫЕ МИКРОНУТРИЕНТЫ – КОМПОНЕНТЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ В НЕКОТОРЫХ ВИДАХ РОДА ALLIUM. Овощи России. 2019;(1):68-79. DOI:10.18619/2072-9146-2019-1-68-79

One of the urgent tasks at the present time is to obtain and widely use functional foods that have antioxidant and anti-carcinogenic effects, which serve not only to meet human needs in proteins, fats, carbohydrates, micro- and macronutrients, but also contribute to the immune system, improve the heart and other human organs. For food plants, rich in antioxidant protection components, include perennial onions, from the variety of wild species which are in demand by modern medicine are only very few. The Republic of Komi is classified as the most uncomfortable territories for human habitation. In the flora of the Komi Republic there are three types of perennial bows – *Allium angulosum* L., *A. schoenoprasum* L. and *A. strictum* Schrad. The collection of the Botanical garden of the Institute of biology, Komi scientific center includes more than 150 species. Comparison of the chemical composition of four types of onions from the Botanical gardens of the Komi scientific center and Moscow state University (MSU) showed that the total content of flavonoids in onions, Komi scientific center of the BS is much higher, and the content of selenium is lower than in the same types of BS, Moscow state University. In samples of onions sticking out in the Republic of Tuva, the Republic of Buryatia, in the Altai Mountains, the Se content is also much higher than in regional species. The soils of the Komi Republic are depleted Se, however, as shown by our research, wild and cultivated species of the genus *Allium*, are batteries of this trace element. According to our calculations, the use of 100 g of fresh herbs of chives may meet up to 60% of the daily needs of the human body in ascorbic acid, up to 94% manganese, 20% copper, 12% zinc.

Keywords: perennial onions, essential micronutrients, selenium, flavonoids, ascorbic acid.

For citation: Shirshova T.I., Beshley I.V., Golubkina N.A., Golubev F.V., Kljuykov E.V., Cheryomushkina V.A. ESSENTIAL MICRONUTRIENTS – COMPONENTS OF ANTIOXIDANT PROTECTION IN SOME SPECIES ALLIUM. Vegetable crops of Russia. 2019;(1):68-79. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2019-1-68-79

Введение

Одной из основных причин патологических изменений в человеческом организме, приводящих к преждевременному старению и развитию многих заболеваний сердечно-сосудистой, эндокринной системы и онкологическим болезням, является избыточное накопление активных форм кислорода, которые могут повреждать все биологические макромолекулы, нарушая функции мембран, ферментативную активность и вызывая повреждения ДНК (Барабой, 1993; Moskalev et al., 2013).

Для фармакологической коррекции окислительного стресса широко используют природные антиоксиданты, в первую очередь, флавоноиды, обладающие широким спектром биологической активности (Барабой, 1976; Гичев, Гичев, 2009; Флавоноиды..., 2013), в том числе и в профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний (Бурлакова, 1980). По мнению некоторых ученых, из всех известных антиоксидантов самое разностороннее влияние на сердечно-сосудистую систему оказывает аскорбиновая кислота (АК) – важный компонент антиоксидантной системы, ответственный за трансформацию перекиси водорода (Noctor, Foyer, 1995), высокий уровень которой в плазме значительно снижает риск артериальной гипертензии (Ness et al., 1997). Однако в опубликованной сравнительно недавно работе, представляющей обзор информации, посвященной антиоксидантам и профилактике основных заболеваний человека, авторы пришли к выводу, что в настоящий момент нет данных, подтверждающих эффективность обычного использования витаминов А, В, С и Е или антиоксидантной комбинации для профилактики рака или сердечно-сосудистых заболеваний. Авторы считают, что антиоксиданты не должны использоваться здоровыми людьми для профилактики кардиологических и онкологических заболеваний, однако признают необходимость дальнейших исследований в этой актуальной области медицины (Плавинский, Плавинская, 2013).

Помимо органических молекул, обладающих антиоксидантной активностью (АОА), в их состав могут входить элементы, усиливающие их свойства и проявляющие эти свойства сами по себе. К таким микроэлементам можно отнести селен (Se), входящий в состав активных центров некоторых белков в форме аминокислот селеноцистеина и селенметионина (Gladyshev, 1999), а также цинк (Zn), медь (Cu) и марганец (Mn). Недостаточная обеспеченность организма эссенциальными микроэлементами, относящимися к

пищевым антиоксидантам, представляет фактор риска свободнорадикальной патологии, проявляющейся многочисленными болезнями и клиническими синдромами (Битюцкий, 2011; Гичев, Гичев, 2009; Мазо и др., 2009).

К пищевым растениям, богатым этими компонентами антиоксидантной защиты, относят многолетние луки, все многообразие дикорастущих видов которых остается невостребованным современной медициной, что, по-видимому, обусловлено слабой изученностью их химического состава.

Из 500 видов рода *Allium* L. – лук, произрастающих в северном полушарии (Stearn, 1992; Hanelt, Fritsch, 1994), во флоре Республики Коми встречается три вида – *Allium angulosum* L. (лук угловатый, л. луговой), *A. schoenoprasum* L. (лук скорода, резаец), и *A. strictum* Schrad. (лук торчащий, л. прямой) (Флора..., 1976), два из которых – *A. angulosum* и *A. strictum*, внесены в Красную книгу Республики Коми (Красная книга..., 2009). Шнитт-лук (*A. schoenoprasum* L.) встречается на всей территории республики и относится к наиболее ценным овощным культурам. *A. angulosum* – редкий для этого региона вид. *A. strictum*, растущий в труднодоступных местах по известняковым обнажениям у рек Кожим, Щугор и Илыч, встречается в виде одиночных растений.

Коллекцию Ботанического сада Института биологии Коми научного центра УрО РАН (БС), насчитывающую в настоящее время более 150 видов лука, можно отнести к одной из богатейших в России (Волкова, 2006). Однако несмотря на давнюю историю использования луков в качестве пищевого и лекарственного средства, создание из них лекарственных препаратов основано на ограниченном числе видов (*A. sativum* L., *A. cepa* L., *A. ursinum* L.).

Комплексные химические исследования показали, что представители рода *Allium* L. из флоры Республики Коми, а также их интродуценты являются продуцентами многих полезных веществ (Ширшова, Волкова, 2006; Ширшова, Бешлей, 2009), аккумуляторами необходимых человеку микроэлементов, в том числе селена (Ширшова и др., 2011а, 2011б, 2011с). Показано, что экстракты *A. schoenoprasum* проявляют высокую АОА благодаря наличию в них таких соединений, как флавоноиды, хлорофиллы а и b, каротиноиды, витамин С (Безматерных и др., 2014; Šteiner et al., 2004; Šteiner et al., 2011). К настоящему времени получены экспериментальные и эпидемиологические доказательства того, что ряд БАВ, входящих в состав лука, может подавлять пролиферацию

опухолевых клеток разного генеза, а также снижать риск развития неоплазий ряда органов, в том числе толстой кишки, желудка, репродуктивных органов и др. (Tache et al., 2007; Galeone et al., 2009; Lazarevic et al., 2010; Viry et al., 2011). Разработано несколько способов получения препаратов с противоопухолевым действием, содержащих эфирные масла чеснока и лука репчатого (Дейнеко, 1985). Французскими и японскими учеными был выявлен цитотоксический эффект некоторых компонентов стероидной природы, выделенных из лука *A. schoenoprasum*, на клеточных линиях опухолей толстой кишки человека НСТ-116 и НТ-29 (Timité et al., 2013). Предварительные данные, полученные нами при проведении эксперимента по изучению противоопухолевого потенциала *A. schoenoprasum*, показали, что водный и водно-спиртовой экстракты листьев лука проявляют тенденцию к ингибированию роста подкожно перевиваемой карциномы Эрлиха у мышей-самцов BDF на стадии ее интенсивного развития (Ширшова и др., 2014).

В задачу наших исследований входил анализ содержания некоторых компонентов антиоксидантной защиты в различных видах дикорастущего и культивируемого лука, произрастающих в Республике Коми, и сравнение их эссенциальных составляющих с представителями рода *Allium* из других регионов России.

Материал и методы

Исследовано 23 вида лука из коллекций Ботанического сада и лаборатории биохимии и биотехнологии Института биологии Коми НЦ УрО РАН (табл. 1-4). Образцы четырех видов: *A. altaicum*, *A. obliquum*, *A. oliganthum* и *A. pskemense* – из коллекции Ботанического сада Московского государственного университета. Образцы *Allium strictum*, собранные в Республике Тува, Республике Бурятия и на Горном Алтае, из гербария Центрального сибирского ботанического сада Сибирского отделения РАН (ЦСБС СО РАН). Дикорастущие и культивируемые в Ботаническом саду луки собирали в разные фазы вегетации. Для комплексного исследования химического состава брали не менее 30 растений каждого образца, разделяли на части, измельчали и сушили при комнатной температуре и постоянном вентилировании.

Для определения флавоноидов использовали спектрофотометрический метод (Gajula et al., 2009). Содержание витамина С определяли методом визуального титрования гомогенатов, полученных из свежих листьев непосредственно после сбора растений

(Государственная..., 1990). Количество селена в растениях и валовое содержание в почве устанавливали микрофлуориметрическим методом (Alfthan, 1984). О накоплении микроэлементов судили по величине коэффициента биологического накопления (КБН), который рассчитывали по формуле:

$$\text{КБН} = \frac{\text{Содержание элементов в сухой биомассе}}{\text{Содержание элементов в почве}}$$

Образцы почвы отбирали из отдаленной ризосферной зоны (ОРЗ) дикорастущих и культивируемых растений рода *Allium* (отдаленная ризосферная зона начинается на расстоянии нескольких миллиметров от корней и распространяется в радиусе 50 см от них).

Количественный химический анализ металлов (Zn, Cu, Mn) в кислоторастворимой форме осуществляли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой Spectro Ciros^{сод} (Spectro Analytical Instrument GmbH, Германия) в лаборатории «Экоаналит» Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Содержание элементов в воздушно-сухой почве определяли по стандартной методике (Методические..., 1990).

Полученные данные обработаны статистически с помощью пакета компьютерных программ Statistica for Windows.

Результаты и обсуждение

Республика Коми отнесена к наиболее дискомфортным для проживания человека территориям. Экстремальные природно-климатические условия Севера обусловили формирование особой «северной популяции» человека, связанной с тем, что целый комплекс факторов, воздействующих на организм человека, вызывает перестройку ряда обменных процессов и сказывается на состоянии функциональных систем. Для жителей Севера постулировано формирование «полярного адаптивного метаболического типа», представляющего собой особый вариант гормонально-метаболических отношений, где особое значение имеет состояние гипопаратиреоидная железа в условиях холодного климата. В этом процессе важную роль играет селен (Бойко, 2005; Паршукова и др., 2012). В связи с этим проблемы микро-нутриентной обеспеченности организма человека на севере приобретают все большую актуальность. Потребность в ряде макро- и микроэлементов, в том числе таких, как селен и медь, при воздействии холода может существенно возрасти, что в условиях Севера приводит к их аккли-

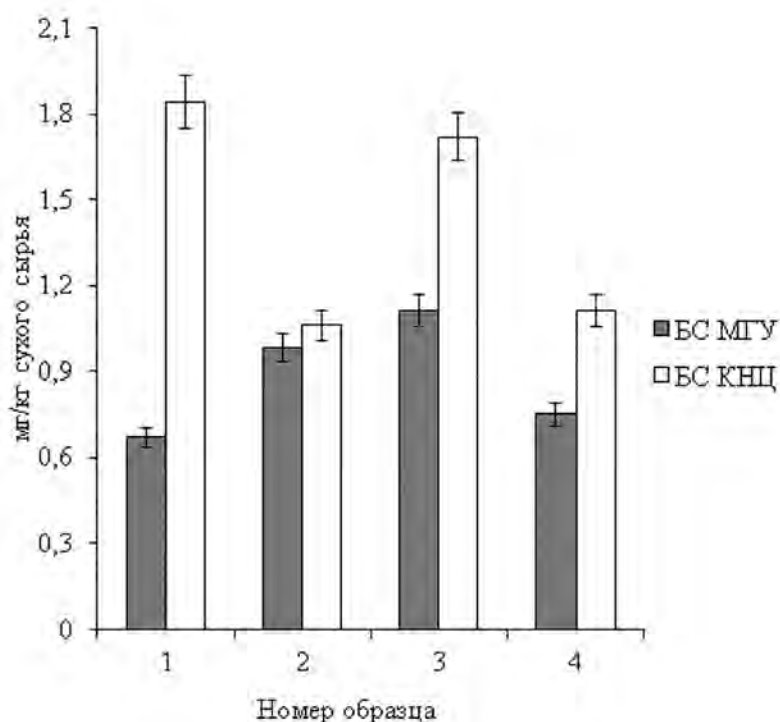


Рис. 1. Содержание флавоноидов в некоторых видах рода *Allium* из коллекций ботанических садов МГУ и Института биологии Коми НЦ УрО РАН
1. *A. altaicum*; 2. *A. obliquum*; 3. *A. oliganthum*; 4. *A. pskemense*
Fig. 1. The content of flavonoids in some species of the genus *Allium* from collections Botanical Gardens of the Moscow State University and the Institute of Biology of the Komi Scientific Center.
1. *A. altaicum*; 2. *A. obliquum*; 3. *A. oliganthum*; 4. *A. pskemense*

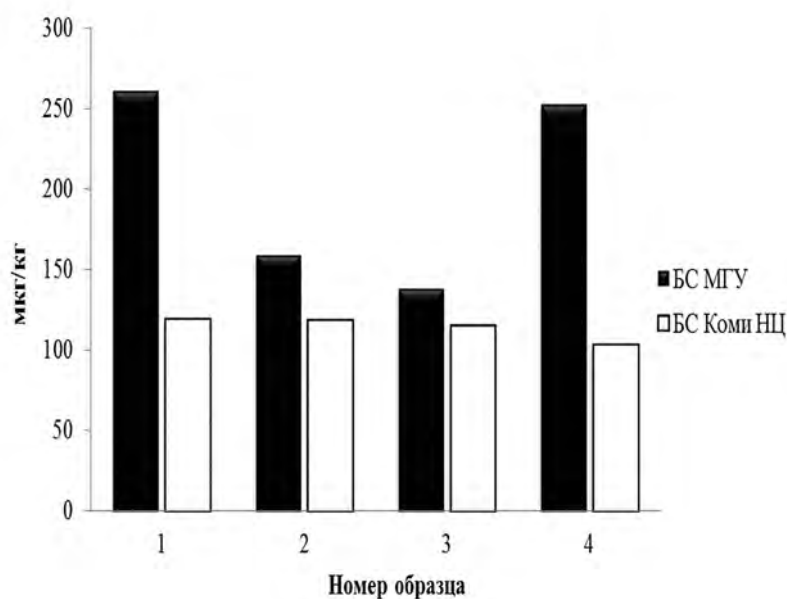


Рис. 2. Содержание селена в некоторых видах рода *Allium* из коллекций ботанических садов МГУ и Коми НЦ УрО РАН.
1. *A. altaicum*; 2. *A. obliquum*; 3. *A. oliganthum*; 4. *A. pskemense*
Fig. 2. The content of selenium in some species of the genus *Allium* from the collection of the Botanical Gardens of the Moscow State University (MSU) and the Institute of Biology
1. *A. altaicum*; 2. *A. obliquum*; 3. *A. oliganthum*; 4. *A. pskemense*

Таблица 1. Содержание селена и флавоноидов в листьях некоторых представителей рода *Allium* из коллекции Ботанического сада Института биологии Коми НЦ УрО РАН

Table 1. The content of selenium and flavonoids in the leaves of some representatives of the genus *Allium* from the collection of the Botanical Garden of the Institute of Biology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Вид растения, название, A type of plant, the name		Фаза развития Phenophase	Общее содержание флавоноидов, мг/кг Common maintenace of flavonoids, mg/kg	Содержание селена, мкг/кг Content of selenium, mkg/kg	КБН* (луковица / лист) CBA* bulb/leav
<i>A. albidum</i> Fisch. ex Bieb	л. беловатый	Цветение flowering	2.69±0.20 ^{ad}	118±10 ^a	–
<i>A. altaicum</i> Pall	л. алтайский	Плодоношение fruiting	1.84±0.10 ^b	119±10 ^a	1.2
<i>A. ascalonicum</i> Schrad.	л. шалот	Цветение flowering	1.95±0.12 ^b	132±11 ^a	–
<i>A. atrosanguineum</i> Kar. et Kir.	л. ярко-красный	Цветение flowering	0.94±0.11 ^c	119±10 ^a	–
<i>A. bartczewskii</i> Lipsky	л. Барщевского	Плодоношение fruiting	0.99±0.13 ^c	129±11 ^{ab}	–
<i>A. chamaemoly</i> L	л. приземный	Цветение flowering	3.19±0.21 ^d	110±9 ^a	–
<i>A. carinatum</i> L. var. <i>pulchellum</i>	л. килеватый хорошенький	Цветение flowering	2.52±0.15 ^a	120±10 ^a	1.2
<i>A. flavum</i> L.	л. желтый	Цветение flowering	2.11±0.20 ^e	136±11 ^b	–
<i>A. ledebourianum</i> Roem. et Schult	л. Ледебур	Цветение flowering	1.62±0.10 ^b	113±9 ^a	0.9
<i>A. longicuspis</i> Regel	л. длинноостроконечный	Цветение flowering	0.96±0,4 ^c	117±9 ^a	1.0
<i>A. nutans</i> L.	л. слизун или поникающий	Бутонизация budding	3.24±0.20 ^d	94±8 ^a	0.8
		Плодоношение fruiting	2.63±0.18 ^a	121±10 ^a	0.9
<i>A. obliquum</i> L.	л. косой	Цветение flowering	1.06±0.10 ^{cd}	118±9 ^a	0.9
<i>A. oliganthum</i> Kar. et Kir	л. маловетвистый	Цветение flowering	1.72±0.12 ^b	115±9 ^a	1.4
<i>A. paczoskianum</i> Tuzs	л. Пасчесского	Цветение flowering	2.61±0.21 ^a	146±11 ^b	–
<i>A. polyphyllum</i> Kar.et Kir. var. <i>bulbiferum</i>	л. многолистный	Плодоношение fruiting	2.87±0.22 ^{ad}	143±11 ^b	0.3
<i>A. pskemense</i> B.Fedtsch	л. пскемский	Плодоношение fruiting	1.11±0.10 ^f	103±9 ^a	1.0
<i>A. pskemense</i> B.Fedtsch	л. пскемский	Плодоношение fruiting	2.10±0.14 ^e	134±11 ^b	–
<i>A. rubrum</i> Osterh.	л. красный	Цветение flowering	3.14±0.14 ^d	155±12 ^b	1.2
<i>A. sphaerocephalum</i>	л. круглоголовый	Цветение flowering	1.40±0.10 ^g	117±9 ^a	1.2

*КБН – коэффициент биологического накопления;

*CBA – coefficient of biological accumulation

Значения в столбцах с одинаковыми индексами статистически не различаются, $P>0.05$

Values in columns with similar indexes do not differ columns with similar indexes do not differ statistically at $p>0.05$

Таблица 2. Содержание селена в листьях и луковицах *Allium schoenoprasum* L.
Table 2. Content of selenium in leaves and bulbs of *Allium schoenoprasum* L.

Номер образца Sample number	Место сбора образца (происхождение) Sample collection site (origin)	Дата сбора Collection date	Фаза развития Phenophase	Содержание селена, мкг/кг Content of selenium, mkg/kg			КБН (луковица /лист) CBA (bulb/leav)
				Луковица bulb	Лист leav	Почва the soil	
1	Интродуцент, БС (ГУ ВИЛАР, г. Москва)	19.06.08	Бутонизация budding	174 ± 14 ^a	121 ± 10 ^{ac}	131 ± 11 ^a	1,3 / 0,9
2	Северный Урал, РК, берег р. Илыч	30.07.08	Бутонизация budding	217 ± 16 ^b	136 ± 11 ^{ab}	158 ± 12 ^b	1,4 / 0,9
3	с. Гам, Усть-Вымский р-н, РК	26.06.08	Бутонизация budding	92 ± 7 ^c	64 ± 5 ^d	116 ± 10 ^{ac}	0,8 / 0,6
4	Интродуцент, БС (ГУ ВИЛАР, г. Москва)	19.06.09	Бутонизация budding	111 ± 9 ^b	111 ± 9 ^c	98 ± 8 ^c	1,1 / 1,1
5	пос. Советский, г. Воркута, берег р. Уса	07.08.09	Цветение flowering	137 ± 11 ^d	152 ± 12 ^b	157 ± 12 ^b	0,9 / 1,0
6	Интродуцент, БС (ГБС РАН, г. Москва)	29.05.09	Отрастание growth	117 ± 10 ^d	111 ± 9 ^c	112 ± 9 ^{ac}	1,0 / 1,0
		22.06.09	Бутонизация budding	126 ± 10 ^d	116 ± 9 ^c	117 ± 10 ^a	1,1 / 1,0
		06.07.09	Цветение flowering	102 ± 9 ^c	114 ± 9 ^c	115 ± 10 ^a	0,9 / 1,0
		29.08.09	Плодоношение fruiting	155 ± 12 ^a	138 ± 11 ^b	115 ± 10 ^a	1,4 / 1,2
7*	Интродуцент, БС (Южно-Алтайский БС АлтГУ, г. Барнаул)	24.06.08	Бутонизация budding	128 ± 10 ^d	83 ± 7 ^e	184 ± 14 ^{bc}	0,7 / 0,5
8**	Интродуцент, БС (БИН, г. Санкт-Петербург)	19.06.08	Бутонизация budding	129 ± 11 ^d	106 ± 9 ^c	201 ± 15 ^{bc}	0,6 / 0,5
9**	Интродуцент, коллекция лаб. биохимии и биотехнологии (БС ИБ)	22.06.09	Бутонизация budding	54 ± 4 ^e	63 ± 4 ^d	88 ± 8 ^f	0,6 / 0,7

Примечания: * – сортовой образец *A. schoenoprasum* cv. *Prazska Krajova*, ** – разновидность *A. schoenoprasum* var. *major*.

Здесь и далее БС – Ботанический сад; РК – Республика Коми

Значения в столбцах с одинаковыми индексами статистически не различаются, $P > 0.05$. Values in columns with similar indexes do not differ statistically at $p > 0.05$

матизационному (метаболическому) дефициту. К сожалению, в России отсутствует единая программа оптимизации обеспеченности населения селеном и другими важными микронутриентами, хотя случаи низкой обеспеченности зарегистрированы в значительном числе регионов. К их числу следует отнести и Республику Коми, селеновому и микроэлементному статусу которой посвящено незначительное число исследований. Анализ содержания микроэлементов в волосах детей из разных районов Республики Коми показал, что дисбаланс элементов является следствием в большой мере геохимических, климатогеографических особенностей территории, несбалансированности пищевого рациона (Зайнуллин и др., 2014).

Флавоноиды и селен

Сведения о содержании флавоноидов в представителях рода *Allium* в литературе весьма отрывочны и разноречивы, хотя считается, что в ряду традиционных овощных культур представители этого рода занимают одно из первых мест. Каждая группа флавоноидов имеет свои уникальные химические свойства и особое распределение

в растениях. В основном для рода *Allium* характерно наличие таких флавонолов, как кверцетин, кемпферол, мирицетин (Hertog et al., 1992 a, b; 1993 a, b) и изорамнетин (Skrzypczakowa, 1967). В *A. schoenoprasum* были обнаружены кемпферол-3-гликозид, кверцетин-3-гликозид и изорамнетин-3-гликозид, также встречаются дигликозиды кверцетина и изорамнетина. По мнению некоторых исследователей, лук является наилучшим пищевым источником кверцетина (Ross, Kasum, 2002).

Для видов лука, интродуцированных в ЦСБС СО РАН, содержание флавонолов в листьях составило 0,13-2,72% (1,3-27,2 мг/кг сырой массы). Самым высоким содержанием флавонол-гликозидов отличается лук шнитт, который содержит 2,02-2,72% (20,2-27,2 мг/кг), самым низким – *A. altaicum*, *A. hymenorrhizum*, *A. obliquum*, в которых их содержание составляет всего 0,13-0,55% (1,3-5,5 мг/кг). Общее содержание флавоноидов у наиболее распространенных видов лука (*A. schoenoprasum*, *A. fistulosum*, *A. nutans*) колеблется в пределах 350-500 мг/кг сухой массы (Высочина, Днепровский, 1986; Черемушкина и др., 1992).

В исследованных нами 20 видах

лука из коллекции Ботанического сада (табл. 1) общее содержание флавоноидов варьирует в пределах от 0,94 (*A. atrosanguineum*) до 3,24 мг/кг (*A. nutans*). Сравнение общего содержания флавоноидов в четырех видах лука из коллекций Ботанических садов Коми НЦ и МГУ показало, что в луках из БС Коми НЦ эти показатели значительно выше (рис. 1). Содержание селена в образцах из коллекции БС МГУ, наоборот, значительно выше, чем в образцах из БС КНЦ (рис. 2).

В листьях представителей рода *Allium* из коллекции БС Коми НЦ содержание селена лежит в диапазоне 94-155 мкг/кг, однако КБН большинства видов выше 1, что говорит о довольно высоких аккумулярующих свойствах лука по отношению к этому элементу (табл. 1). Обращает на себя внимание тот факт, что интервал концентраций селена в многолетних луках из коллекции БС Коми НЦ существенно уже и ниже, чем в растениях БС МГУ.

Установлена прямая корреляция между содержанием селена и флавоноидов в листьях многолетних луков из коллекции БС МГУ (Голубкина и др., 2010). Аналогичная корреляция между указанными показателями полностью

Таблица 3. Содержание селена в листьях и луковицах *Allium angulosum* L.
Table 3. The content of selenium in in leaves and bulbs of *Allium angulosum* L.

Место сбора образца (происхождение) Sample collection site (origin)	Дата сбора Collection date	Фаза развития Phenophase	Содержание селена мкг/кг Content of selenium, µg/kg			КБН (луковица / лист) CBA (bulb/leav)
			луковица	лист	почва	
Интродуцент БС	11.06.2009	Бутонизация budding	76±6 ^a	193±17 ^a	260±17 ^{af}	0.3 / 0.7
Интродуцент БС	11.06.2009	Бутонизация budding	101±9 ^b	360±21 ^b	191±16 ^{bc}	0.5 / 1.9
с. Гам, Усть-Вымский р-н	24.06.2009	Бутонизация budding	108±9 ^b	139±11 ^c	143±13 ^d	0.8 / 1.0
пос. Вильтыдор, окр. г. Сыктывкара	18.06.2009	Бутонизация budding	81±6 ^{ab}	112±9 ^d	108±9	0.8 / 1.0
Интродуцент БС Хорог, Таджикистан	29.05.2009	Отрастание growth	116±9 ^b	89±6 ^e	146±13 ^d	0.8 / 0.6
	11.06.2009	Бутонизация budding	114±9 ^b	84±6 ^{eg}	179±14 ^{be}	0.6 / 0.5
	06.07.2009	Цветение fruiting	110±9 ^b	96±7 ^{def}	212±16 ^c	0.5 / 0.5
	13.08.2009	Плодоношение fruiting	80±6 ^a	67±4 ^g	150±12 ^d	0.5 / 0.4
Интродуцент БС (Италия)	29.05.2009	Отрастание growth	80±6 ^a	74±6 ^g	168±14 ^{bde}	0.5 / 0.4
	22.06.2009	Бутонизация budding	88±6 ^{ab}	76±6 ^g	193±13 ^{bc}	0.5 / 0.4
	29.07.2009	Цветение fruiting	86±6 ^{ab}	80±6 ^{fg}	230±16 ^{af}	0.4 / 0.4
	07.09.2009	Плодоношение fruiting	99±7 ^b	98±7 ^{def}	316±20 ^g	0.3 / 0.3
Интродуцент БС, (ГУ ВИЛАР, Москва)	29.05.2009	Отрастание growth	109±9 ^b	105±9 ^d	153±1 ^d	0.7 / 0.7
	11.06.2009	Бутонизация budding	110±9 ^b	103±9 ^d	184±13 ^e	0.6 / 0.6
	06.07.2009	Цветение fruiting	97±7 ^{bc}	94±7 ^e	169±13 ^{de}	0.6 / 0.6
	13.08.2009	Плодоношение fruiting	89±7 ^{ac}	81±6 ^{fg}	207±15 ^b	0.4 / 0.4
пос. Вильтыдор, окр. г. Сыктывкара	18.06.2009	Бутонизация budding	113±9 ^b	93±7 ^{def}	228±16 ^f	0.5 / 0.4
	14.08.2009	Плодоношение fruiting	92±7 ^b	83±6 ^{fg}	282±20 ^{eg}	0.3 / 0.3
с. Гам, Усть-Вымский р-н	24.06.2009	Бутонизация budding	91±7 ^a	73±6 ^g	205±15 ^b	0.4 / 0.4
	19.08.2009	Плодоношение fruiting	97±7 ^a	74±6 ^g	233±16 ^{af}	0.4 / 0.3

Значения в столбцах с одинаковыми индексами статистически не различаются, $P>0.05$
Values in columns with similar indexes do not differ statistically at $p>0.05$

Таблица 4. Содержание селена в листьях и луковицах *Allium strictum* Schrad.
Table 4. The content of selenium in leaves and bulbs of *Allium strictum* Schrad.

Место сбора образца (происхождение) Sample collection site (origin)	Дата сбора Collection date	Фаза развития Phenophase	Часть растения, почва part of a plant, soil	Содержание селена, мкг/кг Content of selenium, mkg/kg	КБН (луковица /лист) CBA bulb/leav
Интродуцент БС	26.06.2009	Бутонизация budding	луковица	75±6 ^a	0.5
			лист	99±7 ^b	0.7
			почва	149±11 ^c	
Северный Урал, правый скалистый берег р. Щугор	12.07.2009	Цветение flowering	луковица	127±10 ^{cd}	1.1
			лист	122±10 ^d	1.0
			почва	118±9 ^d	–
Интродуцент БС (Южно-Алтайский БС АлтГУ, г. Барнаул)	18.05.2010	Отрастание growth	луковица	105±9 ^b	1.2
			лист	97±7 ^b	1.1
			почва	90±8 ^b	–
	10.06.2010	Бутонизация budding	луковица	85±6 ^{ab}	1.0
			лист	93±7 ^b	1.1
			почва	85±6 ^{ab}	–
	28.06.2010	Цветение flowering	луковица	72 ±6 ^a	1.0
			лист	45 ±3 ^e	0.6
			почва	72 ±6 ^f	–
	22.07.2010	Плодоношение fruiting	луковица	55 ±34 ^g	0.6
			лист	31 ±3 ⁱ	0.3
			почва	91 ±77 ^b	–
Интродуцент БС, (Владивосток)	29.05.2009	Отрастание growth	луковица	46±3 ^h	0.7
			лист	83±6 ^{ab}	1.3
			почва	62±4 ^h	–
	26.06.2009	Бутонизация budding	луковица	75±6	0,5
			лист	99± 7	0,7
			почва	149±11	
	18.07.2009	Цветение flowering	луковица	72±6	1,0
			лист	45±3	0,6
			почва	72± 6	
	21.08.09	Плодоношение fruiting	луковица	52±3	1,0
			лист	62±4	1,2
			почва	52±3	
*Тува, луговая степь	–	Цветение flowering	луковица	110±9 ^d	–
			лист	95±77 ^b	–
*Тува, каменная степь	–	Цветение flowering	луковица	86±6 ^{ab}	–
			лист	65±4 ^f	–
* Тува, лиственничник	–	Цветение flowering	луковица	119±10 ^d	–
			лист	69±4 ^f	–
*Горный Алтай	–	Цветение flowering	луковица	183±144 ⁱ	–
			лист	193±154 ⁱ	–
*Бурятия	–	Цветение flowering	луковица	132±10 ^c	–
			лист	179±14 ⁱ	–

*Музейные образцы из гербария ЦСБС СО РАН

Значения в столбцах с одинаковыми индексами статистически не различаются, $P>0.05$

Values in columns with similar indexes do not differ statistically at $p>0.05$

отсутствует в образцах, выращенных в БС Коми НЦ.

Как показывают результаты наших исследований, образцы почвы, отобранные из отдаленной ризосферной зоны луковых растений, отличаются очень низким содержанием Se (Ширшова и др., 2011а; 2011б). Приведенные в таблицах 2-4 данные иллюстрируют широкий диапазон кон-

центраций Se, специфику накопления его в разных частях и органах растения в зависимости от вида, условий его произрастания и фазы развития. Особый интерес представляет, несомненно, *A. schoenoprasum*, как самый распространенный на территории республики, введенный в культуру и издавна широко используемый населением. Он отличается наиболее высокими аккумуляру-

ющими свойствами, значение КБН выше 1 почти для всех исследуемых образцов (табл. 2). При этом концентратором Se в этом виде является луковица. Максимальное содержание Se в луке шнитт накапливается в фазе плодоношения, минимальное – в фазе цветения. Самыми низкими аккумулярующими свойствами обладает *A. angulosum*, КБН его лишь в нескольких случаях лежит в

Таблица 5. Содержание аскорбиновой кислоты в некоторых видах рода *Allium* из коллекции Ботанического сада Института биологии КНЦ УрО РАН (мг на 100 г влажного сырья)

Table 5. The content of ascorbic acid in some species of the genus *Allium* from the collection of the Botanical Garden of the Institute of Biology of the KSC of the UrB RAS (mg per 100 g)

Вид растения A type of plant	Происхождение Origin	Фаза вегетации Phenophase	Содержание аскорбиновой кислоты Content of ascorbic acid
<i>A. angulosum</i>	Интродуцент БС (местная репродукция)	Отрастание growth	53 ± 2 ^a
		Бутонизация budding	75 ± 2 ^b
		Цветение flowering	60 ± 2 ^c
		Плодоношение fruiting	40 ± 1 ^d
	Интродуцент БС (Падуя, Италия)	Отрастание growth	76 ± 2 ^b
		Бутонизация budding	50 ± 1 ^a
		Цветение flowering	42 ± 1 ^d
		Плодоношение fruiting	41 ± 1 ^d
	Интродуцент БС (ВИЛАР, Москва)	Отрастание growth	60 ± 2 ^c
		Бутонизация budding	81 ± 2 ^e
		Цветение flowering	31 ± 1 ^f
		Плодоношение fruiting	39 ± 1 ^g
<i>A. strictum</i>	Интродуцент БС (БС ДВО РАН, Владивосток)	Отрастание growth	76 ± 2 ^b
		Бутонизация budding	38 ± 1 ^g
		Цветение flowering	30 ± 1 ^f
		Плодоношение fruiting	0.30 ± 0.01 ^h
	Интродуцент БС (БС АГУ, Барнаул)	Отрастание budding	121 ± 3 ⁱ
		Бутонизация budding	72 ± 2 ^b
		Цветение flowering	61 ± 2 ^c
		Плодоношение fruiting	51 ± 2 ^a
<i>A. schoenoprasum</i>	Интродуцент БС (местная репродукция)	Отрастание growth	81 ± 2 ^e
		Бутонизация budding	54 ± 2 ^a
		Цветение flowering	35 ± 1 ^f
		Плодоношение fruiting	25 ± 1 ^h
<i>A. schoenoprasum</i> var. <i>major</i>	Интродуцент (БИН РАН, С.- Петербург)	Бутонизация budding	72 ± 2 ^b
		Цветение flowering	34 ± 1 ^f
		Плодоношение fruiting	34 ± 1 ^f

Значения в столбцах с одинаковыми индексами статистически не различаются, $P > 0.05$
Values in columns with similar indexes do not differ statistically at $p > 0.05$

области единицы (табл. 3). Концентратором Se в этом виде являются листья.

В отличие от двух других видов, концентраторами селена для *A. strictum* являются как лист, так и луковица (табл. 4). В образцах лука торчащего, собранного в Республике Тува, Республике Бурятия, на Горном Алтае, содержание Se значительно выше, чем в региональных видах. Из-за отсутствия образцов почв мы не имели возможности рассчитать значения КБН, но по абсолютному содержанию Se лука с Горного Алтая и из Бурятии значительно превосходят местные образцы.

Аскорбиновая кислота

Растения рода *Allium* признаны одним из источников витамина С. Согласно данным литературы, листья *A. schoenoprasum* в период цветения содержат 52,4 мг/100 г сырой массы, а дикорастущие луки – победный (*A. victorialis* L.) и медвежий (*A. ursinum* L.), относят к числу признанных лекарственных растений, зеленая масса которых служит природным источником аскорбиновой кислоты в весеннее время. Данные о содержании АК крайне разноречивы, что объясняется различиями в районах произрастания, сроках сбора сырья, а также методах определения АК (Селютина, 2007). Так, для узколистной формы лука *A. nutans* из Главного ботанического сада РАН в фазе фазе рассеивания семян обнаружено 59±2 мг/100 г, а для широколистной формы в фазе фазе плодоношения – 74±1 мг/100 г сырой массы растения (Коденцова и Вржесинская, 2002).

Нами было изучено изменение содержания АК в листьях трех видов лука-интродукта (*A. angulosum*, *A. schoenoprasum*, *A. strictum*) из коллекции БС Коми НЦ, выращенного из семян, полученных из разных ботанических садов России и зарубежья, в разные фазы развития (табл. 5). Максимальное содержание АК было обнаружено почти во всех образцах в фазе отрастания. Высокое накопление АК в фазе весеннего возобновления вегетации объясняется физиологической потребностью организма в метаболитах, необходимых для роста и развития растений (Чупахина, 1977). Наиболее богатыми по содержанию АК были листья *A. strictum* (обр. 5, табл. 5). Содержание АК в нем было значительно выше (120 мг/100 г влажного сырья), чем во всех других образцах в фазе отрастания (от 50 до 80 мг). Исключение составляли образцы *A. angulosum* (обр. 1, 3; табл. 5), для которых максимальное накопление наблюдалось в фазе бутонизации. Во всех образцах наблюдалась тенденция к уменьшению содержания АК при переходе растения из фазы отрастания в фазу плодоношения.

Эссенциальные микроэлементы-антиоксиданты

Ранее было показано, что многие виды многолетнего лука являются аккумуляторами Fe, Mn, Zn, Cu и Cr (Голубев и др., 2003; Ширшова, Бешлей, 2009). Они обладают высокой витамин-С-синтезирующей способностью по сравнению с зеленью лука репчатого *A. сепа*. Их перспективность не вызывает сомнений. Нами были обнаружены значительные различия в накоплении луком микроэлементов (табл. 6). Согласно литературным данным, концентрация Zn в растении обычно колеблется от 1 до 80 мг/кг сухой массы. Повышенным содержанием этого микроэлемента отличаются листья и генеративные органы (Битюцкий, 2011). Содержание его в листьях исследованного нами лука шнитт лежит в диапазоне 8,7-39, в луковицах – 10,7-50,0 мг/кг сухой массы. В большинстве случаев Zn концентрируется в луковицах в фазе отрастания. Минимальное содержание обнаружено в дикорастущих образцах (табл. 6). Содержание его в листьях незначительно отличается от интродуцированных в Новосибирске (Черемушкина и др., 1992), значительно выше, чем у выращенного в Московской области (Голубкина и др., 2009) и в большинстве случаев ниже, чем у лука шнитт из средней полосы России (Голубев и др., 2003). Разновидность *A. schoenoprasum* var. *major* и сортовой образец *A. schoenoprasum* cv. *Prazska Krajova* отличаются более низким содержанием микроэлемента (табл. 6).

Содержание цинка в *A. angulosum* выше, чем в *A. schoenoprasum*: 30-65 мг/кг сухой массы (листья) и 19-63 мг/кг сухой массы (луковицы). В листьях и луковицах *A. strictum* эти показатели лежат в диапазоне 16-38 мг/кг сухой массы. Во всех случаях максимальное накопление наблюдается в фазе отрастания. Природные образцы содержат меньшие количества по сравнению с культивируемыми в БС.

Концентраторы цинка в луке шнитт являлись и концентраторами меди. Культивируемый в БС Коми НЦ и дикорастущий лук шнитт содержат меньшие количества меди (от 1,3 до 7,1 мг/кг сухой массы) (табл. 6) по сравнению с новосибирским луком-интродуктом (Черемушкина и др., 1992). В культивируемых растениях *A. angulosum* накапливаются большие количества меди, чем в луке шнитт: 5,6-8,0 – в листьях и 5,4-7,8 мг/кг сухой массы – в луковицах. Природные образцы этих двух видов содержат меньшие количества меди, чем культивируемые.

Марганец – важный биогенный элемент, один из десяти металлов жизни. Он содержится почти во всех живых организмах и принадлежит к довольно распространенным элементам, составляя 0,1 весовых % земной коры. Марганец, как железо и цинк, относится к группе необходимых для растений микроэлементов, являясь активатором ферментов, вовлеченных в фотосинтез, дыхание, синтез белков и углеводов (Mukhopadhyay, Sharma, 1991). Марганец – кофактор Mn-супероксиддисмутазы (Mn-SOD) и Mn-каталазы (Laszlo, 2008). Фермент Mn-SOD локализован в основном в митохондриях (Buettner, 2006). Оба фермента входят в состав антиоксидантной системы растений. По литературным данным (Битюцкий, 2011), валовое содержание марганца в различных типах почв колеблется от 100 до 4000 мг/кг (в среднем 850 мг/кг), содержание подвижных форм (Mn^{2+} , Mn^{3+}) – от 15 до 170 мг/кг (в среднем 110 мг/кг).

Согласно результатам наших исследований, разброс в содержании Mn даже в одном виде лука весьма существенный. В листьях лука шнитт оно лежит в пределах от 14 до 50, в луковицах от 7,8 до 43 мг/кг. Обнаружено аномально высокое содержание этого микроэлемента в образцах лука шнитт, собранного у села Гам в пойме реки Вычегда, и в луковицах из Усть-Цилемского района, где эти значения достигают 220 и 310 мг/кг соответственно (табл. 6). В листьях дикорастущего *A. angulosum* (пос. Вильтыдор, с. Гам) количество Mn также достигает аномально высоких величин (170 и 200 мг/кг).

Как следует из приведенных материалов, содержание марганца, меди и цинка в почвах и фитомассе растений Республики Коми ниже мировых кларков. Почвы Республики Коми обеднены Se, однако, как показали наши исследования, дикорастущие и культивируемые виды рода *Allium*, являющиеся аккумуляторами этого микроэлемента. В дальнейшем представляет интерес организация комплексных исследований, направленных на оценку селенового и микронутриентного статуса населения, изучение распределения этих эссенциальных микронутриентов в различных типах почв республики и их содержание в продуктах питания, культивируемых и дикорастущих растениях, произрастающих на данной территории. Включение в рацион питания людей, проживающих на Севере, многолетних луков и других овощных культур, богатых элементами-антиоксидантами, будет способствовать улучшению состояния здоровья населения.

Таблица 6. Содержание эссенциальных микроэлементов-компонентов антиоксидантной активности, в некоторых видах рода *Allium*, мг/кг сухой массы (лист/луковица)
 Table 6. The content of essential microelements-components of antioxidant activity in some species of the genus *Allium*, mg/kg dry weight (leaf/bulb)

Вид лука A type of plant	Место и время сбора (происхождение) Place and time of collecting (origin)	Фенофаза Phenophase	Zn	Cu	Mn
A. schoenoprasum	Интродуцент БС, 2006	Бутонизация budding	$\frac{38 \pm 8}{32 \pm 6}$	$\frac{6.4 \pm 1.3}{5.0 \pm 1.0}$	$\frac{26 \pm 8}{8.6 \pm 2.6}$
	Приполярный Урал, высота 586 м над уровнем моря, 2006	Бутонизация budding	$\frac{15 \pm 3}{27 \pm 5}$	$\frac{3.0 \pm 0.6}{3.6 \pm 0.7}$	$\frac{14 \pm 4}{7.8 \pm 2.3}$
	Приполярный Урал, высота 615 м над уровнем моря, 2006	Цветение flowering	$\frac{17 \pm 3}{38 \pm 8}$	$\frac{4.4 \pm 0.9}{5.6 \pm 1.1}$	$\frac{18 \pm 5}{17 \pm 5}$
	село Гам, пойма реки Вычегда, 2006	Цветение flowering	$\frac{13.6 \pm 2.7}{10.7 \pm 2.1}$	$\frac{2.3 \pm 0.5}{1.7 \pm 0.3}$	$\frac{220 \pm 70}{220 \pm 70}$
	Интродуцент БС, 2007	Бутонизация budding	$\frac{24 \pm 5}{43 \pm 9}$	$\frac{3.4 \pm 0.7}{2.8 \pm 0.6}$	$\frac{43 \pm 9}{43 \pm 9}$
	Интродуцент БС, 2007	Бутонизация budding	$\frac{34 \pm 7}{43 \pm 9}$	$\frac{7.0 \pm 1.4}{7.1 \pm 1.4}$	$\frac{25 \pm 7}{13 \pm 4}$
	Троицко-Печорский р-н, Печоро-Илычский заповедник, 2008	Цветение flowering	$\frac{16 \pm 3}{19 \pm 4}$	$\frac{3.0 \pm 0.6}{2.6 \pm 0.5}$	$\frac{19 \pm 4}{19 \pm 4}$
	Интродуцент БС, 2009	Отрастание growth	$\frac{39 \pm 8}{50 \pm 10}$	$\frac{4.9 \pm 1.0}{5.8 \pm 1.1}$	$\frac{19 \pm 6}{16 \pm 5}$
		Бутонизация budding	$\frac{16 \pm 3}{21 \pm 4}$	$\frac{3.2 \pm 0.6}{2.9 \pm 0.6}$	$\frac{14 \pm 4}{10 \pm 3}$
		Цветение flowering	$\frac{17 \pm 4}{26 \pm 5}$	$\frac{2.0 \pm 0.4}{1.9 \pm 0.4}$	$\frac{18 \pm 5}{8.3 \pm 2.5}$
		Плодоношение fruiting	$\frac{17 \pm 4}{39 \pm 8}$	$\frac{2.5 \pm 0.5}{2.7 \pm 0.5}$	$\frac{20 \pm 6}{12 \pm 4}$
	Усть-Цилемский р-н, левый берег р. Цильма, 2009	Цветение flowering	$\frac{19 \pm 4}{29 \pm 6}$	$\frac{2.4 \pm 0.5}{2.9 \pm 0.6}$	$\frac{34 \pm 10}{310 \pm 90}$
	Усть-Цилемский р-н, заказник, 2009	Цветение flowering	$\frac{15 \pm 3}{20 \pm 4}$	$\frac{1.8 \pm 0.4}{2.0 \pm 0.4}$	$\frac{47 \pm 14}{29 \pm 9}$
	Вуктыльский р-н, среднее течение реки Шугор, 2009	Цветение flowering	$\frac{8.7 \pm 1.7}{29 \pm 6}$	$\frac{1.3 \pm 0.3}{3.4 \pm 0.7}$	$\frac{22 \pm 7}{18 \pm 5}$
	п. Цементозаводской, правый берег реки Воркута, 2009	Цветение flowering	$\frac{17 \pm 3}{31 \pm 6}$	$\frac{2.9 \pm 0.6}{2.5 \pm 0.5}$	$\frac{16 \pm 5}{16 \pm 5}$
	Воркута, поселок Советский, река Уса, 2009	Цветение flowering	$\frac{12.0 \pm 2.4}{28 \pm 6}$	$\frac{2.8 \pm 0.6}{3.5 \pm 0.7}$	$\frac{33 \pm 10}{25 \pm 8}$
A. schoenoprasum var. major	Интродуцент БС, 2006	Бутонизация budding	$\frac{33 \pm 7}{27 \pm 5}$	$\frac{6.0 \pm 1.2}{4.3 \pm 0.8}$	$\frac{15 \pm 4}{29 \pm 9}$
	Интродуцент БС, 2008	Бутонизация budding	$\frac{27 \pm 5}{33 \pm 7}$	$\frac{4.1 \pm 0.8}{5.0 \pm 1.0}$	$\frac{21 \pm 6}{15 \pm 4}$
	Интродуцент *КЛББ, 2008	Бутонизация budding	$\frac{15 \pm 3}{20 \pm 4}$	$\frac{4.0 \pm 0.8}{4.4 \pm 0.9}$	$\frac{23 \pm 7}{11 \pm 3}$
	Интродуцент КЛББ, 2008	Плодоношение fruiting	$\frac{12.7 \pm 2.5}{19 \pm 4}$	$\frac{2.5 \pm 0.5}{4.2 \pm 0.8}$	$\frac{29 \pm 9}{14 \pm 4}$
	Интродуцент КЛББ, 2009	Отрастание growth	$\frac{21 \pm 4}{20 \pm 4}$	$\frac{4.4 \pm 0.9}{4.1 \pm 0.8}$	$\frac{20 \pm 6}{9.3 \pm 2.8}$
		Бутонизация budding	$\frac{14.5 \pm 2.9}{10.9 \pm 2.2}$	$\frac{3.0 \pm 0.6}{2.2 \pm 0.4}$	$\frac{16 \pm 5}{7.8 \pm 2.3}$
		Цветение flowering	$\frac{13.0 \pm 2.6}{14.2 \pm 2.8}$	$\frac{2.5 \pm 0.5}{1.4 \pm 0.3}$	$\frac{31 \pm 9}{10 \pm 3}$
		Плодоношение fruiting	$\frac{19 \pm 4}{17 \pm 4}$	$\frac{3.2 \pm 0.6}{2.0 \pm 0.4}$	$\frac{50 \pm 15}{10 \pm 3}$

*КЛББ – Коллекция лаборатории биохимии и биотехнологии из семян, полученных в БС. Института биологии

Таблица 6. Содержание эссенциальных микроэлементов-компонентов антиоксидантной активности, в некоторых видах рода *Allium*, мг/кг сухой массы (лист/луковица)
 Table 6. The content of essential microelements-components of antioxidant activity in some species of the genus *Allium*, mg/kg dry weight (leaf/bulb)

Вид лука A type of plant	Место и время сбора (происхождение) Place and time of collecting (origin)	Фенофаза Phenophase	Zn	Cu	Mn
<i>A. schoenoprasum</i> cv. Prazska Krajova	Интродуцент БС, 2006	Бутонизация budding	$\frac{13.9 \pm 2.8}{15 \pm 3}$	$\frac{2.6 \pm 0.5}{1.6 \pm 0.3}$	$\frac{16 \pm 5}{26 \pm 8}$
	Интродуцент КЛББ, 2008	Цветение flowering	$\frac{18 \pm 4}{16 \pm 3}$	$\frac{3.2 \pm 0.6}{2.4 \pm 0.5}$	$\frac{30 \pm 9}{11 \pm 3}$
	Интродуцент КЛББ, 2008	Плодоношение fruiting	$\frac{15 \pm 3}{14.2 \pm 2.8}$	$\frac{4.6 \pm 0.9}{2.3 \pm 0.4}$	$\frac{37 \pm 11}{20 \pm 6}$
	Интродуцент КЛББ, 2009	Отрастание growth	$\frac{12.8 \pm 2.6}{35 \pm 7}$	$\frac{3.2 \pm 0.6}{2.7 \pm 0.5}$	$\frac{30 \pm 9}{13 \pm 4}$
		Бутонизация budding	$\frac{11.3 \pm 2.3}{12.4 \pm 2.5}$	$\frac{2.6 \pm 0.5}{1.5 \pm 0.3}$	$\frac{25 \pm 8}{10 \pm 3}$
		Цветение flowering	$\frac{12.3 \pm 2.5}{13.9 \pm 2.8}$	$\frac{2.2 \pm 0.4}{1.37 \pm 0.27}$	$\frac{25 \pm 7}{11 \pm 3}$
		Плодоношение fruiting	$\frac{11.3 \pm 2.3}{22 \pm 4}$	$\frac{2.4 \pm 0.5}{2.1 \pm 0.4}$	$\frac{30 \pm 9}{13 \pm 4}$
<i>A. angulosum</i>	Интродуцент БС (местная репродукция), 2008	Бутонизация budding	$\frac{61 \pm 12}{45 \pm 9}$	$\frac{6.4 \pm 1.3}{5.5 \pm 1.1}$	$\frac{36 \pm 11}{12 \pm 4}$
	п. Вильтыдор, окр. г. Сыктывкара берег озера Патовское, 2008	Бутонизация budding	$\frac{22 \pm 4}{17 \pm 3}$	$\frac{4.2 \pm 0.8}{3.3 \pm 0.7}$	$\frac{170 \pm 50}{68 \pm 21}$
		Плодоношение fruiting	$\frac{21 \pm 4}{23 \pm 5}$	$\frac{1.9 \pm 0.4}{3.7 \pm 0.7}$	$\frac{130 \pm 40}{54 \pm 16}$
	Интродуцент БС (Италия), 2008	Бутонизация budding	$\frac{43 \pm 9}{52 \pm 10}$	$\frac{5.6 \pm 1.1}{6.8 \pm 1.4}$	$\frac{32 \pm 9}{22 \pm 7}$
	Интродуцент БС (Хорог, Таджикистан)	Бутонизация budding	$\frac{61 \pm 12}{45 \pm 9}$	$\frac{6.4 \pm 1.3}{5.5 \pm 1.1}$	$\frac{36 \pm 11}{12 \pm 4}$
		Плодоношение fruiting	$\frac{61 \pm 12}{60 \pm 12}$	$\frac{6.0 \pm 1.2}{7.8 \pm 1.6}$	$\frac{28 \pm 8}{21 \pm 6}$
	Интродуцент БС (ВИЛАР)	Бутонизация budding	$\frac{63 \pm 13}{59 \pm 12}$	$\frac{6.8 \pm 1.4}{5.4 \pm 1.1}$	$\frac{46 \pm 14}{18 \pm 5}$
	Интродуцент БС (ВИЛАР)	Бутонизация budding	$\frac{65 \pm 13}{63 \pm 13}$	$\frac{8.0 \pm 1.6}{7.1 \pm 1.4}$	$\frac{76 \pm 23}{32 \pm 10}$
	Корткеросский район, 2010	бутонизация, budding	$\frac{30 \pm 6}{25 \pm 5}$	$\frac{4.5 \pm 0.9}{4.4 \pm 0.9}$	$\frac{100 \pm 30}{49 \pm 15}$
	с. Гам, Усть-Вымский район, долина реки Вычегда, 2010	Бутонизация budding	$\frac{38 \pm 8}{21 \pm 4}$	$\frac{4.5 \pm 0.9}{2.9 \pm 0.6}$	$\frac{200 \pm 60}{46 \pm 14}$
		Плодоношение fruiting	$\frac{21 \pm 4}{19 \pm 4}$	$\frac{2.2 \pm 0.4}{3.0 \pm 0.6}$	$\frac{150 \pm 50}{63 \pm 19}$
<i>A. strictum</i>	Интродуцент БС (Владивосток), 2008	Бутонизация budding	$\frac{38 \pm 11}{80 \pm 24}$	$\frac{5.6 \pm 1.1}{5.3 \pm 1.1}$	$\frac{34 \pm 10}{15 \pm 5}$
		Плодоношение fruiting	$\frac{30 \pm 9}{38 \pm 11}$	$\frac{4.4 \pm 0.9}{8.2 \pm 1.6}$	$\frac{20 \pm 6}{12 \pm 4}$
	Интродуцент БС (Владивосток), 2009	Бутонизация budding	$\frac{17 \pm 3}{21 \pm 4}$	$\frac{1.9 \pm 0.4}{3.6 \pm 0.7}$	$\frac{6.0^*}{16 \pm 5}$
		Цветение flowering	$\frac{16 \pm 3}{17 \pm 3}$	$\frac{2.1 \pm 0.4}{2.6 \pm 0.5}$	$\frac{14 \pm 4}{16 \pm 5}$
		Плодоношение fruiting	$\frac{18 \pm 4}{19 \pm 4}$	$\frac{2.5 \pm 0.5}{2.0 \pm 0.4}$	$\frac{8.7^*}{17 \pm 5}$
	Северный Урал, правый скалистый берег р. Цыгор, 2009	Цветение flowering	$\frac{30 \pm 6}{23 \pm 5}$	$\frac{7.1 \pm 1.4}{3.8 \pm 0.8}$	$\frac{17 \pm 5}{55 \pm 17}$

*КЛББ – Коллекция лаборатории биохимии и биотехнологии из семян, полученных в БС. Института биологии

Литература

1. Атлас почв Республики Коми / Под ред. Г.В. Добровольского, А.И. Таскаева, И.В. Забоевой. Сыктывкар. – 2010. – 356 с.
2. Барабой В.А. Биологическое действие растительных фенольных соединений. Киев: Наукова думка. – 1976. – 260 с.
3. Барабой В.А. Антиоксиданты и здоровье // Валеология: диагностика, средства и практика обеспечения здоровья: Тр. Санкт-Петербург: НИИ медицинских проблем формирования здоровья. – б1993. – Вып. 1. – С.107-115.
4. Безматерный К.В., Шишова Т.И., Бешлей И.В., Матистов Н.В., Смирнова Г.В., Октябрьский О.Н., Володин В.В. Оценка антиоксидантной активности экстрактов некоторых видов растений родов *Allium* L. и *Rubus* L., произрастающих в Республике Коми // Хим.-фарм. журн. – 2014. – Т.48. – №2. – С.36-40.
5. Битуский Н.П. Микроэлементы высших растений. СПб.: Изд-во С.-Петерб. Ун-та. – 2011. – 368 с.
6. Бойко Е.Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на севере. Екатеринбург. – 2005. – 190 с.
7. Бураклова Е.Б. Молекулярные механизмы действия антиоксидантов при лечении сердечно-сосудистых заболеваний // Кардиология. – 1980. – Т.20. – №8. – С.48-52.
8. Волкова Г.А. Биоморфологические особенности видов рода *Allium* L. при интродукции на европейский Северо-Восток. Сыктывкар. – 2007. – 200 с.
9. Высочина Г.И., Днепропровский Ю.М. Содержание и динамика накопления флавоноидных гликозидов в листьях корневищных луков / В кн. "Рациональное использование растительных ресурсов Казахстана". Алма-Ата: Наука Казахстана ССР. – 1986. – С.283-284.
10. Гичев Ю.Ю., Гичев Ю.П. Новое руководство по микронутриологии. Москва. – 2009. – С.89.
11. Голубев В.Ф., Голубкина Н.А., Горбунов Ю.Н. Минеральный состав диких луков и их пищевая ценность // Прикладная биохимия и микробиология. – 2003. – Т.39. – №5. – С.602-606.
12. Голубкина Н.А., Папазын Т.Т. Селен в питании. Растения, животные, человек. М.: Печатный город. – 2006. – 254 с.
13. Голубкина Н.А., Сирота С.М., Пивоваров П.Ф., Яшин А.Я., Яшин Я.И. Биологически активные соединения овощей. М.: ВНИИССОК. – 2010. – 200 с.
14. Голубкина Н.А., Агафонов А.Ф., Дудченко Н.С. Микроэлементный состав многолетних луков // Гавриш. – 2009. – №5. – С.18-21.
15. Государственная фармакопея СССР. М.: Медицина. – 1990. – 704 с.
16. Дейнеко Г.И. Липиды, жирные кислоты и углеводы видов *Allium* L. // Раст. Ресурсы. – 1985. – Т.21. – Вып.2. – С.221-229.
17. Зайнуллин В.Г., Боднар И.С., Кондратенко Б.М. Особенности накопления химических элементов в волосах детского населения Республики Коми. // Известия Коми научного центра. Уро РАН. – 2014. – Вып. 2(18). – С.24-31.
18. Кодоенцова В.М., Вржешинская О.А. Использование пищевых продуктов, обогащенных железом и витаминами, для коррекции железодефицитных состояний // Вопросы питания. – 2002. – №4. – С.39-43.
19. Красная книга Республики Коми. Сыктывкар. – 2009. – 791 с.
20. Мазо В.К., Гмошинский И.В., Ширин Л.И. Новые пищевые источники эссенциальных микроэлементов-антиоксидантов. М.: Миклош. – 2009. – 207 с.
21. Методические указания. Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм металлов (меди, свинца, цинка, никеля, кадмия) в пробах почвы атомно-абсорбционным анализом. М., 1990. (Государственный комитет СССР по гидрометеорологии, РД 52.18.191-89).
22. Паршукова О.И., Потолитына Н.Н., Бойко Е.Р. Селен и тиреоидный статус у человека в условиях европейского Севера. В кн. Адаптация человека к экологическим и социальным условиям Севера. Сыктывкар-Екатеринбург. – 2012. – Гл.4. – С.243.
23. Плавинский С.Л., Плавинская С.И. Роль антиоксидантов в лечении и профилактике заболеваний человека // Медицина. – 2013. – №1. – С.41-54.
24. Селютин И.Ю. Биологически активные вещества видов рода *Allium* L. (Alliaceae) // Сибирский ботанический вестник. Электронный журнал. – 2007. – Т.2. – Вып.2. – С.79-86.
25. Флавоноиды: биохимия, биохимия, медицина / Таракховский Ю.С., Ким Ю.А., Абдралилов Б.С., Музафаров Е.Н. / Под ред. Е.И. Маевского. Пущино: Сунхрообок. – 2013. – 310 с.
26. Черемухина В.А., Днепропровский Ю.М., Гранкина В.П., Судобина В.П. Корневищные луки северной Азии. Новосибирск: ВО Наука. – 1992. – 159 с.
27. Чупакина Г.Н. Система аскорбиновой кислоты растений. Калининград: Изд-во КГУ. – 1977. – 120 с.
28. Шишова Т.И., Волкова Г.А. Содержание стероидных гликозидов и нейтральных липидов у некоторых видов рода *Allium* (Alliaceae) // Растительные ресурсы. – 2006. – Т.42. – Вып.3. – С.59-66.
29. Шишова Т.И., Бешлей И.В. Содержание макро- и микроэлементов в *A. schoenoprasum* L. (Alliaceae) // Растительные ресурсы. – 2009. – Т.45. – Вып.2. – С.97-105.
30. Шишова Т.И., Бешлей И.В., Матистов Н.В. Макро- и микроэлементный состав дикорастущих и интродуцированных растений *Allium schoenoprasum* (Alliaceae) в Республике Коми // Растительные ресурсы. – 2011а. – Т.47. – Вып.3. – С.111-122.
31. Шишова Т.И., Бешлей И.В., Матистов Н.В., Голубкина Н.А. Содержание селена в культурных и дикорастущих луках из флоры Республики Коми. // Растительные ресурсы. – 2011б. – Т.47. – Вып.1. – С.112-118.
32. Шишова Т.И., Голубкина Н.А., Бешлей И.В., Матистов Н.В. Селенодефицит и возможности его сокращения. Аккумулятивные свойства некоторых представителей рода *Allium* L. по отношению к селену // Известия Коми научного центра РАН. – 2011с. – №3(7). – С.48-54.
33. Шишова Т.И., Бешлей И.В., Дерягина В.П., Рыжова Н.И. Компонентный состав стероидных гликозидов, выделенных из соплодий *Allium schoenoprasum* L., и оценка их влияния на рост перевиваемых опухолей у мышей // Хим.-фарм. журнал. – 2014. – Т.48. – №5. – С.28-31.
34. Alifan G.V. A micro method for the determination of selenium in tissues and biological fluids by single-test-tube fluorimetry // Anal. Chim. Acta. – 1984. – Vol. 165. – P.187-194.
35. Buettner G. R., A new paradigm: manganese superoxide dismutase influences the production of H2O2 in cell and thereby their biological state // Free Radical Biology and medicine. – 2006. – Vol.41. – С.1338-1350.
36. Gajula D., Verghese M. et al. Determination of total phenolics, flavonoids and antioxidant and chemopreventive potential of basil // Int. J. Cancer Res. – 2009. – Vol.5. – P.130-143.
37. Galeone C., Pelucchi C., Dal Maso L. et al. *Allium* vegetables intake and endometrial cancer risk // Public Health Nutr. – 2009. – Vol.12. – N.9. – P.1576-1579.
38. Hanelt P., Fritsch R. Notes on some infragenetic taxa in *Allium* L. // Kew Bulletin. – 1994. Vol.49. – N3. – P. 559-564.
39. Hertog M.G.L., Hollman P.C.H., Katan M.B. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. // J. Agric. Food Chem. – 1992a. – Vol.41. – P.2379-2383.
40. Hertog M.G.L., Hollman P.C.H., Venema D.P. Optimization of quantitative HPLC determination of potentially anticarcinogenic flavonoids in fruits and vegetables. // J. Agric. Food Chem. – 1992b. – Vol.40. – P.1591-1598.
41. Hertog M.G.L., Fesens E.J.M., Hollman P.C.H., Katan M.B., Kromhout D. Dietary antioxidant flavonoids and the risk of coronary heart disease: The Zutphen elderly study. // Lancet. – 1993a. – Vol.342. – P.1007-1011.
42. Hertog M.G.L., Hollman P.C.H., van de Putte B. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of tea infusions, wines and fruit juices. // J. Agric Food Chem. – 1993b. – Vol.41. – P.1242-1246.
43. Laszlo M. Manganese requirement of sunflower, tobacco and triticale at early stage of growth // European Journal of Agronomy. – 2008. – Vol.28. – P.586-596.
44. Lazarevic K., Nagorni A., Rancic N. et al. Dietary factors and gastric cancer risk: hospital-based case control study // J. Buon. – 2010. – Vol.15. – N.1. – P.89-93.
45. Moskalev A.A., Shaposhnikov M.V., Plyusnina E.N., Zhavoronkov A., Budovsky A., Yanai H., Fraifeld V.E. The role of DNA damage and repair in aging through the prism of Koch-like criteria // Ageing Research Reviews. – 2013. – Vol.12. – N2. – С.661-684.
46. Mukhopadhyay M. J., Sharma A., Manganese in cell metabolism of higher plants // Botanic. Rev. 1991. – Vol.57. – P.117-149.
47. Ness A.R., Chee D., Elliott P. Vitamin C and blood pressure - an overview // J. Hum Hypertens. – 1997. – Vol.11. – N6. – P.343-350.
48. Ness A., Egger M., Davey Smith G. Role of ntioxidant vitamins in prevention of cardiovascular diseases. BMJ 1999. – Vol.319. – P.577.
49. Nector G., Foyer C.H. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control // Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. – 1998. – Vol.49. – P.249-279.
50. Ross J.A., Kasum C.M. Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety // Annu Rev Nutr. – 2002. – Vol.22. – P.19-34.
51. Skrzypezakowa L. Flawonoidy w rodzinie Liliaceae // Dissertationes Pharmaceuticae et Pharmacologicae. – 1967. – V.19. – N5. – P.537-541.
52. Stearn W.G. Haw many species of *Allium* are known? // The Kew bot. Magazine. – 1992. – Vol.9. – P.180-182.
53. Jbteiner D., Canadanovic-Brunet J. and Pavlovic A. *Allium schoenoprasum* L., as a natural antioxidant. Phytother. res. 2004. – Vol.18. – P.522-524.
54. Jbteiner D., Popovic B.M., Calic-Dragosavac D., Malenčić D., and Zdravcovic-Korac S. Comparative study on *Allium schoenoprasum* L. cultivated plant and *Allium schoenoprasum* tissue culture organs antioxidant status. Phytother. Res. – 2011. – Vol.25. – P.1618-1622.
55. Tache S., Ladam A., Corpet D.E. Chemoprevention of aberrant crypt foci in the colon of rats by dietary onion // Eur. J. Cancer. – 2007. – Vol.43. – N.2. – P.454-458.
56. Timiti G., Mitaine-Offier A.-C., Miyamoto T., Tanaka C., Mirjolet J.-F., Duchamp O., Lacaille-Dubois M.-A. Structure and cytotoxicity of steroidal glycosides from *Allium schoenoprasum* // Phytochem. – 2013. – Vol.88. – P.61-66.
57. Viry E., A. Anwar, Kirsch G. et al. Antiproliferative effect of natural tetrasulfides in human breast cancer cells is mediated through the inhibition of the cell division cycle 25 phosphatases // Int. J. Oncol. – 2011. – Vol.38. – N.4. – P.1103-1111.
1. Atlas of Soils of the Komi Republic / Ed. G.V. Dobrovolskogo, A.I. Taskaeva, I.V. Zaboyeva. Syktyvkar. 2010. 356 p.
2. Baraboy V.A. The biological effect of plant phenolic compounds. Kiev: Naukova Dumka. 1976. 260 p.
3. Baraboy V.A. Antioxidants and health // Valeology: diagnostics, means and practice of ensuring health: Trudy St. Petersburg: Scientific Research Institute of Medical Problems of Health Formation. 1993. Vol. 1. P.107-115.
4. Bezmaternyy K.V., Shirshova T.I., Beshley I.V., Matistov N.V., Smirnova G.V., Otkryabsky O.N., Volodin V.V. Evaluation of the antioxidant activity of extracts of some plant species of the genera *Allium* L. and *Rubus* L., growing in the Komi Republic // Chem.-pharm. Journals. 2014. T.48. №2. P.36-40.
5. Bityuskiy N.P. Trace elements of higher plants. SPb.: Publishing house of S.-Petersburg. 2011. 368 p.
6. Boyko E.R. Physiologic and biochemical basis of human activity in the north. Yekaterinburg. 2005. 190 p.
7. Burlakova E.B. Molecular mechanisms of action of antioxidants in the treatment of cardiovascular diseases // Cardiology. 1980. T.20. №8. P.48-52.
8. Volkova G.A. Biomorphological features of species of the genus *Allium* L. when introduced to the European Northeast. Syktyvkar. 2007. 200 p.
9. Vysochina G.I., Dneprovsky Yu.M. Content and dynamics of accumulation of flavonol glycosides in the leaves of rhizomatous onions / Rational use of plant resources of Kazakhstan. Alma-Ata: Science of the Kazakh SSR. 1986. P.283-284.
10. Gichev Yu.Yu., Gichev Yu.P. New guide to micronutritionology. Moscow. 2009. P.89.
11. Golubev V.F., Golubkina N.A., Gorbunov Yu.N. The mineral composition of wild onions and their nutritional value // Applied biochemistry and microbiology. 2003. T.39. №5. P.602-606.
12. Golubkina N.A., Papayazyn T.T. Selenium in the diet. Plants, animals, man. M.: Pechatnyy gorod. 2006. 254 p.
13. Golubkina N.A., Sirota S.M., Pivovarov P.F., Yashin A.Ya., Yashin Ya.I. Biologically active compounds of vegetables. M.: VNIISOK. 2010. 200 p.
14. Golubkina N.A., Agafonov A.F., Dudchenko N.S. The trace element composition of perennial onions // Gavrish. 2009. №5. P.18-21.
15. State Pharmacopoeia of the USSR. M.: Medicine. 1990. 704 p.
16. Deineko G.I. Lipids, fatty acids and carbohydrates of *Allium* L. species // Rastitelnye Resources. 1985. T.21. Issue 2. P.221-229.
17. Zainullin V.G., Bodnar I.S., Kondratenko B.M. Features of the accumulation of chemical elements in the hair of the child population of the Komi Republic. // Proceedings of the Komi Science Center. RAS. 2014. Vol.2 (18). P.24-31.
18. Kodentsyova V.M., Vrzhesinskaya O.A. Use of food products enriched with iron and vitamins for the correction of iron deficiency states // Nutrition Issues. 2002. №4. P.39-43.
19. Red Book of the Republic of Komi. Syktyvkar. 2009. 791 p.
20. Mazo V.K., Gmshinsky I.V., Shirina L.I. New food sources of essential trace elements-antioxidants. M.: Miklos. 2009. 207 p.
21. Methodical instructions. Methods for measuring the mass fraction of acid-soluble forms of metals (copper, lead, zinc, nickel, cadmium) in soil samples by atomic absorption analysis. M., 1990. (USSR State Committee on Hydrometeorology, RD 52.18.191-89).
22. Parshukova O.I., Potolitsyna N.N., Boyko, E.R. Selenium and thyroid status in humans in the European North. In the book. Adaptation of a person to the ecological and social conditions of the North. Syktyvkar-Ekaterinburg. 2012. Ch.4. P.243.
23. Plavinsky S.L., Plavinskaya S.I. The role of antioxidants in the treatment and prevention of human diseases // Medicine. 2013. №1. P.41-54.
24. Selyutina I.Yu. Biologically active substances of species of the genus *Allium* L. (Alliaceae) // Siberian Botanical Journal. Electronic journal. 2007. Vol.2. Issue 2. P.79-86.
25. Flavonoids: biochemistry, biophysics, medicine / Tarakhovskiy Yu.S., Kim Yu.A., Abdrasilov BS, Muzafarov Ye.N., Ed. E.I. Mayevskiy. Puschchino: Synchronobok. 2013. 310 p.
26. Cheremushkina V.A., Dneprovsky Yu.M., Grankina V.P., Sudobina V.P. Rhizome bows of northern Asia. Novosibirsk: Science. 1992. 159 p.
27. Chupakhina G.N. The system of ascorbic acid plants. Kaliningrad: 1977. 120 p.
28. Shirshova T.I., Volkova G.A. The content of steroidal glycosides and neutral lipids in some species of the genus *Allium* (Alliaceae) // Plant resources. 2006. T.42. Issue 3. P.59-66.
29. Shirshova T.I., Beshley I.V. The content of macro- and micronutrients in *A. schoenoprasum* L. (Alliaceae) // Plant resources. 2009. T.45. Issue 2. P.97-105.
30. Shirshova T.I., Beshley I.V., Matistov N.V. Macro- and microelement composition of wild-growing and introduced *Allium schoenoprasum* (Alliaceae) plants in the Komi Republic. // Plant resources. 2011a. T.47. Issue 3. P.111-122.
31. Shirshova T.I., Beshley I.V., Matistov N.V., Golubkina N.A. Selenium content in cultivated and wild onions from the flora of the Komi Republic. // Plant resources. 2011b. T.47. Issue 1. P.112-118.
32. Shirshova T.I., Golubkina N.A., Beshley I.V., Matistov N.V. Selenodeficiency and the possibility of its reduction. Accumulating properties of some representatives of the genus *Allium* L. in relation to selenium. // Proceedings of the Komi Scientific Center of RAS. 2016. №3 (7). P.48-54.
33. Shirshova T.I., Beshley I.V., Deryagina V.P., Ryzhova N.I. Component composition of steroidal glycosides isolated from *Allium schoenoprasum* L. seed heads, and evaluation of their effect on the growth of transplantable tumors in mice // Chem.-pharm. journal. 2014. T.48. №5. P.28-31.
34. Alifan G.V. A micro method for the determination of selenium in tissues and biological fluids by single-test-tube fluorimetry // Anal. Chim. Acta. – 1984. – Vol. 165. – P.187-194.
35. Buettner G. R., A new paradigm: manganese superoxide dismutase influences the production of H2O2 in cell and thereby their biological state // Free Radical Biology and medicine. – 2006. – Vol.41. – С.1338-1350.
36. Gajula D., Verghese M. et al. Determination of total phenolics, flavonoids and antioxidant and chemopreventive potential of basil // Int.J. Cancer Res. – 2009. – Vol.5. – P.130-143.
37. Galeone C., Pelucchi C., Dal Maso L. et al. *Allium* vegetables intake and endometrial cancer risk // Public Health Nutr. – 2009. – Vol.12. – N.9. – P.1576-1579.
38. Hanelt P., Fritsch R. Notes on some infragenetic taxa in *Allium* L. // Kew Bulletin. – 1994. Vol.49. – N3. – P. 559-564.
39. Hertog M.G.L., Hollman P.C.H., Katan M.B. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in the Netherlands. // J. Agric. Food Chem. – 1992a. – Vol.41. – P.2379-2383.
40. Hertog M.G.L., Hollman P.C.H., Venema D.P. Optimization of quantitative HPLC determination of potentially anticarcinogenic flavonoids in fruits and vegetables. // J. Agric. Food Chem. – 1992b. – Vol.40. – P.1591-1598.
41. Hertog M.G.L., Fesens E.J.M., Hollman P.C.H., Katan M.B., Kromhout D. Dietary antioxidant flavonoids and the risk of coronary heart disease: The Zutphen elderly study. // Lancet. – 1993a. – Vol.342. – P.1007-1011.
42. Hertog M.G.L., Hollman P.C.H., van de Putte B. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of tea infusions, wines and fruit juices. // J. Agric Food Chem. – 1993b. – Vol.41. – P.1242-1246.
43. Laszlo M. Manganese requirement of sunflower, tobacco and triticale at early stage of growth // European Journal of Agronomy. – 2008. – Vol.28. – P.586-596.
44. Lazarevic K., Nagorni A., Rancic N. et al. Dietary factors and gastric cancer risk: hospital-based case control study // J. Buon. – 2010. – Vol.15. – N.1. – P.89-93.
45. Moskalev A.A., Shaposhnikov M.V., Plyusnina E.N., Zhavoronkov A., Budovsky A., Yanai H., Fraifeld V.E. The role of DNA damage and repair in aging through the prism of Koch-like criteria // Ageing Research Reviews. – 2013. – Vol.12. – N2. – С.661-684.
46. Mukhopadhyay M. J., Sharma A., Manganese in cell metabolism of higher plants // Botanic. Rev. 1991. – Vol.57. – P.117-149.
47. Ness A.R., Chee D., Elliott P. Vitamin C and blood pressure - an overview // J. Hum Hypertens. – 1997. – Vol.11. – N6. – P.343-350.
48. Ness A., Egger M., Davey Smith G. Role of ntioxidant vitamins in prevention of cardiovascular diseases. BMJ 1999. – Vol.319. – P.577.
49. Nector G., Foyer C.H. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control // Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol. – 1998. – Vol.49. – P.249-279.
50. Ross J.A., Kasum C.M. Dietary flavonoids: bioavailability, metabolic effects, and safety // Annu Rev Nutr. – 2002. – Vol.22. – P.19-34.
51. Skrzypezakowa L. Flawonoidy w rodzinie Liliaceae // Dissertationes Pharmaceuticae et Pharmacologicae. – 1967. – V.19. – N5. – P.537-541.
52. Stearn W.G. Haw many species of *Allium* are known? // The Kew bot. Magazine. – 1992. – Vol.9. – P.180-182.
53. Jbteiner D., Canadanovic-Brunet J. and Pavlovic A. *Allium schoenoprasum* L., as a natural antioxidant. Phytother. res. 2004. – Vol.18. – P.522-524.
54. Jbteiner D., Popovic B.M., Calic-Dragosavac D., Malenčić D., and Zdravcovic-Korac S. Comparative study on *Allium schoenoprasum* L. cultivated plant and *Allium schoenoprasum* tissue culture organs antioxidant status. Phytother. Res. – 2011. – Vol.25. – P.1618-1622.
55. Tache S., Ladam A., Corpet D.E. Chemoprevention of aberrant crypt foci in the colon of rats by dietary onion // Eur. J. Cancer. – 2007. – Vol.43. – N.2. – P.454-458.
56. Timiti G., Mitaine-Offier A.-C., Miyamoto T., Tanaka C., Mirjolet J.-F., Duchamp O., Lacaille-Dubois M.-A. Structure and cytotoxicity of steroidal glycosides from *Allium schoenoprasum* // Phytochem. – 2013. – Vol.88. – P.61-66.
57. Viry E., A. Anwar, Kirsch G. et al. Antiproliferative effect of natural tetrasulfides in human breast cancer cells is mediated through the inhibition of the cell division cycle 25 phosphatases // Int. J. Oncol. – 2011. – Vol.38. – N.4. – P.1103-1111.