

ЭКОЛОГИЯ

УДК 581.41:582.734

С.Я. Сыева, А.О. Аильчиева
S.Ya. Syeva, A.O. Ailchiyeva

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ЭНДЕМИКА АЛТАЯ *SIBIRAEA ALTAENSIS* В КУЛЬТУРЕ

GROWTH AND DEVELOPMENT FEATURES OF THE ALTAI MOUNTAINS' ENDEMIC *SIBIRAEA ALTAENSIS* IN CULTURE

Ключевые слова: *Sibiraea altaensis* (Laxm.) Schneider, эндемик Горного Алтая, интродукция, ценопопуляция, морфология, рост, развитие.

Keywords: *Sibiraea altaensis* (Laxm.) Schneider, endemic of the Altai Mountains, introduction, cenopopulation, morphology, growth, development.

Рассматриваются материалы исследований по показателям роста и развития эндемика Алтая *Sibiraea altaensis* (Laxm.) Schneider при интродукции в условиях лесного пояса Центрального Алтая (интродукционный питомник АФ ЦСБС СО РАН «Горно-Алтайский ботанический сад»). Основными объектами исследований являются растения, выращенные из семян, собранных в 3 ценопопуляциях *S. altaensis* в Горном Алтае. Исследования выполнены в 2010-2013 гг. с применением общепринятой методики изучения растений при интродукции. Семена *S. altaensis* собраны в естественных местообитаниях в 2007-2008 гг. в пределах Усть-Канского и Усть-Коксинского административных районов Республики Алтай. Установлено, что растения в культуре не подвергались болезням, морозоустойчивы. Рост и развитие интродуцированных растений в первые годы проходят быстрыми темпами. За вегетационный год высота растений в среднем прибавляется от 9 до 26 см, количество листьев – от 20 до 72 шт./раст. На третьем году жизни *S. altaensis* еще не достигли генеративного состояния, но имеют уже декоративные свойства – красивые ланцетные сидячие цельнокрайние листья светло-зеленого цвета. Осенью листья окрашиваются в буровато-оранжево-красный цвет. На четвертый год жизни высота отдельных особей достигла до 35 см, а число листьев – до 76 шт./раст. В культуре растения *S. altaensis*, выращенные из семян, собранных в естественных местообитаниях, обладали хорошими интродукционными способностями.

The research of the growth and development indices of the Altai Mountains' endemic *Sibiraea altaensis* (Laxm.) Schneider at its introduction in the forest belt of the Central Altai is discussed (Introduction Nursery of "Gorno-Altayskiy Botanical Garden" – the Altai Branch of Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences). The research subjects were the plants grown from the seeds collected in 3 cenopopulations of *S. altaensis* in the Altai Mountains. The studies were conducted over a period of 2010-2013 according to the commonly used introduced plant research technique. The seeds of *S. altaensis* were collected in natural habitats in 2007-2008 within the Ust-Kanskiy and Ust-Koksinskiy administrative districts of the Republic of Altai. It is found that the plants in culture are not exposed to diseases, and they are frost-resistant. The introduced plants reveal a fast rate of growth and development during their early years. The average plant height increases by 9-26 cm over a growing year and the number of leaves increases by 20-72 leaves per 1 plant. On the third year *S. altaensis* does not reach its generative state yet, however the plant reveals ornamental features as beautiful lanceolate sessile plain leaves of light-green color. In autumn the leaves turn brownish orange-red. On the fourth year the height of individual plants reach 35 cm, and the number of leaves up to 76 leaves per 1 plant. In culture the plants of *S. altaensis* grown from seeds collected in natural habitats reveal satisfactory introduction abilities.

Сыева Серафима Яковлевна, к.б.н., доцент, зам. директора по научной работе, Горно-Алтайский НИИ сельского хозяйства Россельхозакадемии, Республика Алтай. Тел.: (38844) 2-25-84. E-mail: serafima-altai@mail.ru.

Аильчиева Алтынай Ормоновна, н.с., Алтайский филиал «Горно-Алтайский ботанический сад» Центрального сибирского ботанического сада СО РАН, Республика Алтай. E-mail: ailchieva@ngs.ru.

Syeva Serafima Yakovlevna, Cand. Bio. Sci., Deputy Director for Research, Gorno-Altayskiy Research Institute of Agriculture of Rus. Acad. of Agr. Sci., Republic of Altai. Ph.: (38844) 2-25-84. E-mail: serafima-altai@mail.ru.

Ailchiyeva Altynay Ormonovna, Staff Scientist, Altai Branch "Gorno-Altayskiy Botanical Garden", Central Siberian Botanical Garden, Siberian Branch, Rus. Acad. of Sci., Republic of Altai. E-mail: ailchieva@ngs.ru.

Изучение редких, эндемичных видов в интродукции для сохранения генофонда нашей уникальной флоры является одной из главных задач ботанических садов. Многие редкие растения, занесенные в Красную книгу (эндемики, реликтовые растения), попадая в условия культуры, проявляют свой интродукционный потенциал, легко размножаются, некоторые дают обильный самосев, что свидетельствует об их адаптации в новых условиях среды. Изучению биологии редких и исчезающих видов Алтая, большинство которых занесены в Красную книгу Республики Алтай, посвящены работы многих исследователей [1-4].

Алтайский филиал ЦСБС СО РАН «Горно-Алтайский ботанический сад» (АФ ЦСБС СО РАН) находится в живописной местности, где произрастают уникальные виды растений. Сосновые леса, окружающие территорию ботанического сада занесены в Зеленую книгу Западной Сибири как эталон лесной растительности [5]. Зима здесь продолжительная и суровая. Средняя температура зимних месяцев -20°C . Высота снежного покрова 20-25 см. Лето относительно тёплое. Средняя месячная температура воздуха в июле $+16,2^{\circ}\text{C}$. Среднегодовая температура 0°C . Общая годовая сумма осадков составляет 500 мм [6].

В Алтайском филиале ЦСБС СО РАН «Горно-Алтайский ботанический сад» культивируется эндемик Алтая, редкий вид *Sibiraea altaensis* (Laxm.) Schneid., включенный в Красные книги Республики Алтай, Алтайского края, Казахстана, как реликт Алтайско-Саянской ботанико-географической провинции [1].

Род *Sibiraea* Maxim. принадлежит к подсемейству *Spiraeoideae* Agardh. (Таволговидные) семейства *Rosaceae* Juss. Подсемейство *Spiraeoideae* считается самым примитивным в семействе *Rosaceae*, и с ним связывают происхождение остальных подсемейств. Все они представлены кустарниками, цветки с апокарпным гинецеем из многих плодолистиков и верхней завязью, плод – сборная листовка [2]. Род *Sibiraea* Maxim. выделен из *Spiraea* L. Максимовичем в 1879 г. Для рода указываются 4 вида: *S. tianshanica* (Krassn.) A. Pojark. эндемик Тянь-Шаня; *S. croatica* Degen встречается в Хорватии и Герцеговине (восточные Альпы); *S. tomentosa* Diels – в центральном Китае и *S. altaensis* (Laxm.) Schneid. [2, 7, 8]. *S. altaensis* впервые описан как *Spiraea laevigata* Maxim. в 1771 г. из Алтая [2].

Род имеет довольно обширный, но разорванный ареал в Евразии: Северная Югославия, Западная Сибирь, Средняя Азия и Центральный Китай. П.В. Болл (P.W. Ball) относит европейского представителя рода *S. croatica* Degen к разновидности *S. altaensis*, хотя ме-

стообитания его разделены от азиатских более чем на 5000 км [2, 8]. А.В. Положий и И.М. Красноборов придерживаются для этого вида названия *S. altaensis* (Laxm.) Schneid [7, 9].

Род *Sibiraea* объединяет листопадные двудомные кустарники с гладкими ветвями, покрытыми серой или темно-бурой корой, с очередным листорасположением. Листья ланцетные, цельнокрайные, без прилистников. Соцветия с мелкими однополыми цветками белого цвета на длинных кистях, которые собраны в виде метелки. Мужские цветки с горизонтально откинутыми лепестками и превышающими их тычинки, недоразвитые пестики помещаются на самом дне чашечки. Женские цветки с недоразвитыми тычинками. Плоды в виде голых сборных листовок, в каждой листовке 3-6 семян [2, 7, 9]. Отличается *S. altaensis* от *S. tianshanica* более длинными листьями до 12 см, имеет голые оси соцветий и гипантий, относительно высокий кустарник, до 180 см [2].

Sibiraea altaensis (сибирка алтайская) – двудомный листопадный энтомофильный кустарник со своеобразными широколанцетными, гладкими, серо-зелеными (серо-пепельными) листьями с закругленными концами 30-40 мм длиной и 7-20 мм шириной. Высота растения 0,5-2,5 м с толстыми ветвями, покрытыми темно-бурой корой. Соцветие в виде метелок, развивающихся на концах длинных боковых побегов этого года и составленных из простых 5-10 кистей 3-10 см длиной, выходящих из пазух листьев, размеры которых уменьшаются по направлению вверх. Листовки голые, 5-5,5 мм длиной и 2-2,5 мм шириной. Цветет со второй половины июня до начала июля мелкими белыми цветками в метельчатых соцветиях. Цветки однополые, приятно пахнущие, выделяют нектар, доступный многим короткохоботковым насекомым (пчелы, мухи, жуки) [2, 7, 9]. Сибирка алтайская, обладая высокими декоративными свойствами, рекомендуется для использования в зеленых изгородях, бордюрах и кулисных насаждениях по склонам, подверженным водной эрозии. Это зимостойкое, теневыносливое растение, но на свету достигает большей декоративности. Сибирка алтайская на Алтае занимает территорию около 74 тыс. км², обитает в долинах небольших рек на высоте от 600 до 1400 м над уровнем моря, местами образует кустарниковые заросли [2, 7]. А.В. Куминова отмечает, что листовничный лес с подлеском из *S. laevigata* является эндемичной алтайской ассоциацией, который распространен преимущественно в западной части Центрального Алтая и частично проник на Западный Алтай [10]. Эти сообщества занесены в Зеленую книгу Сибири [4] как представляющие собой «...ориги-

нальный и эндемичный тип горных лиственничных лесов; служащие местообитанием эндемичного и реликтового кустарника сибирки алтайской и резервом для восстановления уничтоженных и трансформированных экосистем...».

Цель исследований – выявить биолого-морфологические особенности *Sibiraea altaiensis*, выращенных из семян разных ценопопуляций в условиях интродукционного питомника АФ ЦСБС СО РАН «Горно-Алтайский ботанический сад».

Материал и методика

Материалом исследований являются растения *Sibiraea altaiensis* (Laxm.) Schneider, выращенные в культуре из семян, собранных из 3 ценопопуляций (ЦП) в 2007-2008 гг. ЦП 1 – Усть-Канский район; подножье Ябоганского перевала, долина р. Ело, злаково-разнотравный закустаренный луг, в сообществе преобладают *Sibirea altaensis*, *Pentaphilloides fruticosa*, *Spiraea trilobata*, *Geranium pseudosibiricum*, *Persicaria minor*, *Hedysarum neglectum*, *Ligularia sibirica*, *Veronica incana*, *Pedicularis altaica*, *Euphorbia pilosa*; ЦП 2 – Усть-Коксинский район, окрестности с. Сугаш, западный склон Кырлыкского перевала, парковый лиственничный лес с преобладанием *Sibirea altaensis*, *Pentaphilloides fruticosa*, *Linaria altaica*, *Vupleurum multinervi*, *Geranium pseudosibiricum*, *Galium boreale*, *Gentiana macrophylla*, *Hedysarum neglectum*, *Trollius asiaticus*, *Onobrychis sibirica*; ЦП 3 – Усть-Коксинский район, окрестности с. Абай, долина р. Кокса, крупнотравный парковый лиственничный лес, где преобладающими видами являются *Sibirea altaensis*, *Pentaphilloides fruticosa*, *Dracosephalum nutans*, *Plantago major*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens*.

При проведении исследований применяли общепринятую методику изучения растений при интродукции [11]. Посев произведен 25.06.2010 г. на интродукционном питомнике АФ ЦСБС СО РАН «Горно-Алтайский ботанический сад» (с. Камлак, Шебалинский район). Посевы замульчировали мелким перегноем и укрыли пленкой до появления проростков.

Результаты и их обсуждение

Всхожесть семян, собранных в естественных условиях произрастания, достаточно высокая (в среднем 73%). Всходы появились на 30-й день. Растения ушли под зиму с зелеными листьями и слабо одревесневшими стеблями. Сибирка алтайская светолюбива, чувствительна к недостатку влаги в почве. Вредителями не повреждается. Осенью листья окрасились в буровато-оранжевый цвет.

В таблице отражены морфометрические показатели растений 1-4-х годов жизни *S. altaensis* при интродукции из семян собранных с разных ценопопуляций: ЦП 1 – Ябоганская, ЦП 2 – Кырлыкская, ЦП 3 – Абайская.

В первый годы жизни при интродукции сибирка алтайская образует короткий стебель (1,36-1,66 см), число листьев составляет от 8 до 13, ширина листа – 1 см, длина – до 1,38 см. Морфометрические показатели растений, выращенных из семян разных ценопопуляций, сильно не отличаются.

При интродукционных исследованиях сибирки алтайской установлено, что во второй год жизни высота растений, выращенных из семян Ябоганской ценопопуляции, была наивысшей (9,23 см), у растений, выращенных из семян Кырлыкской и Абайской ценопопуляций, этот показатель был в пределах 8,13-8,48 см.

Таблица

Морфометрические показатели *Sibiraea altaensis* (Laxm.) Schneid. при интродукции (посев 25.06.2010 г.)

Происхождение семян	Высота, см	Число листьев, шт.	Длина листа, см	Ширина листа, см
Дата учета 20.09.2010 г.				
ЦП 1	1,66±0,15	11,6±0,96	1,38±0,13	1,01±0,07
ЦП 2	1,42±0,13	12,7±0,97	1,26±0,13	1,09±0,11
ЦП 3	1,36±0,17	8,8±0,42	1,20±0,16	1,05±0,14
Дата учета 10.09.2011 г.				
ЦП 1	9,23±1,62	21,3±2,9	6,12±0,59	1,52±0,05
ЦП 2	8,48±1,37	16,1±1,96	5,86±0,58	1,79±0,11
ЦП 3	8,13±1,28	18,9±2,28	6,05±0,7	1,84±0,11
Дата учета 07.09.2012 г.				
ЦП 1	23,7±1,8	61,3±1,3	9,5±1,0	1,7±0,8
ЦП 2	26,5±1,5	72,1±1,1	7,9±0,8	2,2±0,8
ЦП 3	17,3±2,0	63,9±2,1	10,8±0,5	2,0±0,9
Дата учета 05.09.2013 г.				
ЦП 1	34,7±1,5	67,3±1,1	9,6±1,3	1,8±1,3
ЦП 2	27,5±1,9	74,1±1,1	8,3±0,9	2,5±0,3
ЦП 3	19,3±2,5	67,9±1,8	12,2±0,3	2,6±0,4

На третий год жизни высота растений, выращенных из семян Кырлыкской ценопопуляции была наивысшей (26,5 см), у растений, выращенных из семян Ябоганской и Абайской ценопопуляций, этот показатель варьировал от 17,3 до 23,7 см.

Установлено, что растения в культуре не подвергались болезням, морозоустойчивы. Рост и развитие интродуцированных растений в первые годы проходят быстрыми темпами. За год высота растений заметно прибавляется от 1,1 до 9,2 см и от 9,2 до 26,5 см, количество листьев – от 8 до 21 шт. и от 20 до 72 шт. При определении темпов роста листа установлено, что длина листа увеличилась от 1 до 6,9 см и от 6,9 до 10,8 см; ширины листа – от 0,79 до 1,8 см и от 1,8 до 2,2 см. Длина корня увеличивается от 3,2 до 15,2 см и от 15,2 до 28 см.

На третьем году жизни *S. altaensis* еще не достигли генеративного состояния, но имеют уже декоративные свойства – красивые ланцетные сидячие цельнокрайние листья, к основанию постепенно суженные, на верхушке закругленные, на самом кончике с маленьким заострением, светло-зеленого цвета. Осенью листья окрашиваются в буровато-оранжево-красный цвет. На четвертый год при интродукции растения еще не зацвели, высота отдельных особей была 34,7 см, а число листьев – 67,3 шт/раст.

Заключение

Сибирка алтайская в культуре, выращенная из семян растений разных ценопопуляций, не подвергается болезням, морозоустойчива. Рост и развитие интродуцированных растений в первые годы проходят быстрыми темпами. За вегетационный год высота растений в среднем прибавляется от 9 до 26 см, количество листьев – от 20 до 72 шт/раст. На третьем году жизни *S. altaensis* еще не достигли генеративного состояния, но имеют уже декоративные свойства – красивые ланцетные сидячие цельнокрайние листья светло-зеленого цвета. Осенью листья окрашиваются в буровато-оранжево-красный цвет. На четвертый год жизни высота отдельных особей достигла до 35 см, а число листьев – до 76 шт/раст. В культуре растения *S. altaensis*, выращенные из семян, собранных в естественных местобитаниях (прошедшие первичную интродукцию), проявили высокий интродукционный потенциал.

Библиографический список

1. Манеев А.Г. и др. Красная Книга Республики Алтай (растения) / под ред. И.М. Красноборова. – Горно-Алтайск: Горно-Алтайская типография, 2007. – С. 134-135.

2. Коропачинский И.Ю., Встовская Т.Н. Древесные растения Азиатской России. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2002. – С. 293-398.

3. Соболевская К.А. Тюрин Е.В., Пленник Р.Я. и др. Биоэкологические основы интродукции представителей некоторых родовых комплексов флоры Южной Сибири / отв. ред. И.Ю. Коропачинский // Интродукция растений в Сибири. – Новосибирск: Наука, 1977. – С. 28-65.

4. Карнаухова Н.А., Сыева С.Я. Опыт создания искусственных популяций *Hedysarum theinum* Krasnob. (Fabaceae) // Растительный мир Азиатской России (вестник ЦСБС СО РАН). – Новосибирск: Академ. изд-во «Гео». – 2012. – № 2. (10). – С. 142-149.

5. Зеленая книга Сибири. Редкие и нуждающиеся в охране растительные сообщества. – Новосибирск: Наука, 1996. – С. 131-132.

6. Модина Т.Д. Климаты Республики Алтай. – Новосибирск, 1997. – 177 с.

7. Выдрин С.Н., Курбатский В.И., Положий А.В. Флора Сибири. Rosaceae / под ред. А.В. Положий, Л.И. Малышева. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1988. – С. 20.

8. Flora Europaea. Volume 2. Rosaceae to Umbelliferae. Cambridge University Press, 1968. – 498 p.

9. Определитель растений Республики Алтай / И.М. Красноборов и др.; отв. ред. И.М. Красноборов, И.А. Артемов; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние; М-во образования и науки РФ, Горно-Алт. гос. ун-т. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2012. – С. 238-262.

10. Куминова А.В. Растительный покров Алтая. – Новосибирск, 1960. – С. 234-235.

11. Методика исследований при интродукции лекарственных растений // Лекарственное растениеводство: обзорная информация. – М., 1984. – 31 с.

References

1. Krasnaya Kniga Respubliki Altai (rasteniya) / A.G. Maneev i dr.; pod red. I.M. Krasnoborova. – Gorno-Altai: Gorno-Altai'skaya tipografiya, 2007. – S. 134-135.

2. Koropachinskii I.Yu., Vstovskaya T.N. Drevesnye rasteniya Aziatskoi Rossii. – Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, filial «Geo», 2002. – S. 293-398.

3. Sobolevskaya K.A., Tyurina E.V., Plennik R.Ya. i dr. Bioekologicheskie osnovy introduktsii predstavitelei nekotorykh rodovykh kompleksov flory Yuzhnoi Sibiri; отв. ред. I.Yu. Koropachinskii // Introduktsiya rastenii v Sibiri. – Novosibirsk: Nauka, 1977. – S. 28-65.

4. Karnaukhova N.A., Syeva S.Ya. Opyt sozdaniya iskusstvennykh populyatsii Hedysarum theinum Krasnob. (Fabaceae) // Rastitel'nyi mir Aziatskoi Rossii (Vestnik TsSBS SO RAN). – 2012. – № 2 (10). – Novosibirsk: Akadem. izd-vo «Geo», 2012. – S. 142-149.

5. Zelenaya kniga Sibiri. Redkie i nuzhdayushchiesya v okhrane rastitel'nye soobshchestva. – Novosibirsk: Nauka, 1996. – S. 131-132.

6. Modina T.D. Klimaty Respubliki Altai. – Novosibirsk, 1997. – 177 s.

7. Flora Sibiri. Rosaceae / S.N. Vydrina, V.I. Kurbatskii, A.V. Polozhii; pod red. A.V. Polozhii, L.I. Malysheva. – Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1988. – S. 20.

8. Flora Europaea. Volume 2. Rosaceae to Umbelliferae. Cambridge University Press, 1968. – 498 p.

9. Opredelitel' rastenii Respubliki Altai / I.M. Krasnoborov i dr.; otv. red. I.M. Krasnoborov, I.A. Artemov; Ros. Akad. Nauk, Sib. otd-nie, Ts. sib. bot. Sad; M-vo obrazovaniya i nauki RF, Gorno-Alt. Gos. Un-t. – Novosibirsk: IZD-VO SO RAN, 2012. – S. 238-262.

10. Kuminova A.V. Rastitel'nyi pokrov Altaya. – Novosibirsk, 1960. – S. 234-235.

11. Metodika issledovaniy pri introduktsii lekarstvennykh rastenii // Lekarstvennoe rastenievodstvo: Obzornaya informatsiya. – M., 1984. – 31 s.



УДК 556.11

Д.Ю. Гаращук, С.Г. Харина, Т.П. Колесникова, Ж.А. Димиденок
D.Yu. Garashchuk, S.G. Kharina, T.P. Kolesnikova, Zh.A. Demidenok

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДЫ РЕКИ ИВАНОВКА ПО СОДЕРЖАНИЮ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ АЗОТА

ECOLOGICAL STATE OF WATER OF THE IVANOVKA RIVER IN TERMS OF THE CONTENT OF DIFFERENT FORMS OF NITROGEN

Ключевые слова: биогенные элементы, аммонийная, нитритная, нитратная формы азота, класс качества воды, загрязнение воды.

Keywords: biogenic matter, ammonium nitrogen, nitrite nitrogen, nitrate nitrogen, water quality class, water pollution.

Амурская область располагает значительными водными ресурсами и в первую очередь – поверхностными. Малые реки – важнейший компонент окружающей среды. От их состояния во многом зависит качество воды в средних и крупных реках. Река Ивановка – малая река бассейна реки Амур. Исследования экологического состояния воды реки Ивановка проводили в 2011-2013 гг. на базе лабораторий ФГБОУ ВПО ДальГАУ. В результате было выявлено, что содержание аммонийного азота, нитритного азота было на уровне гигиенического норматива, превышение рыбохозяйственного норматива достигало 7 раз по аммонийному азоту и 4,9 раза по нитритному азоту. По содержанию нитратов вода соответствовала классу «загрязненная» и «грязная».

The Amur Region is rich in significant water resources and primarily surface water resources. Minor rivers are the most important component of the environment. Water quality in medium and large rivers is largely dependent on minor rivers' ecological state. The Ivanovka River is a minor river of the Amur River basin. The studies of the ecological state of the water of the Ivanovka River were conducted over a period of 2011-2013 the laboratories of the Far East State Agricultural University. The following was found: the content of ammonium nitrogen and nitrite nitrogen was at the level of hygienic standards; the commercial fishing standard was exceeded 7 times by ammonium nitrogen and 4.9 times by nitrite nitrogen content. In terms of nitrate content the water was rated as "polluted" and "dirty" water.

Гаращук Дарья Юрьевна, специалист по учебно-методической работе, Дальневосточный государственный аграрный университет. E-mail: Garash88@mail.ru.

Харина Светлана Григорьевна, д.б.н., проф., Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна. E-mail: Kharinas@mail.ru.

Колесникова Татьяна Павловна, к.б.н., нач. учебно-методического управления, Дальневосточный государственный аграрный университет. E-mail: chumakovatanya@rambler.ru.

Димиденок Жанна Анатольевна, к.б.н., доцент, зав. каф. «Химия», Дальневосточный государственный аграрный университет. E-mail: janna2811@mail.ru.

Garashchuk Darya Yuryevna, Curriculum and Instruction Specialist, Far East State Agricultural University. E-mail: Garash88@mail.ru.

Kharina Svetlana Grigoryevna, Dr. Bio. Sci., Prof., St. Petersburg State University of Technology and Design. E-mail: Kharinas@mail.ru.

Kolesnikova Tatyana Pavlovna, Cand. Bio. Sci., Head, Curriculum and Instruction Dept., Far East State Agricultural University. E-mail: chumakovatanya@rambler.ru.

Demidenok Zhanna Anatolyevna, Cand. Bio. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Chemistry, Far East State Agricultural University. E-mail: janna2811@mail.ru.