УДК 634.71+54(571.64)
DOI: 10.24412/1999-6837-2021-4-46-52

Оценка сортов малины по биохимическим показателям ягод в условиях Амурской области

Антонина Павловна Пакусина[1], Валентина Викторовна Лештаева[2], Анна Борисовна Козлова[3], Наталья Алексеевна Тимченко[4]
[1, 2, 3, 4] Дальневосточный государственный аграрный университет, Амурская область, Благовещенск, Россия
[1] pakusina.a@yandex.ru, [2] s_valia@mail.ru [3, 4] ssizr@dalgau.ru

Аннотация. В статье приведены результаты анализа химического состава ягод малины инорайонных сортов, произрастающих в условиях Амурской области. Показаны сортовые различия малины по накоплению в плодах аскорбиновой кислоты, сахаров, титруемой кислотности и других компонентов. Содержание аскорбиновой кислоты находится в пределах от 35,50 мг на 100 г (сорт Челябинская желтая) до 65,18 мг на 100 г (сорт Кумберленд). Наибольшее количество аскорбиновой кислоты содержится в ягодах малины сорта Оранжевое чудо (66,16 мг на 100 г). Содержание сахаров варьирует от 8 % (сорта Пересвет и Конёк-горбунок) до 10,5 % (сорт Вера). Наибольшее содержание сахаров (11 %) содержится в ягодах малины сорта Кумберленд. Была определена корреляционная зависимость между массой ягод одиннадцати сортов малины и содержанием сахара. Накопление аскорбиновой кислоты, сахаров и других важных показателей в плодах малины зависит от сортовых особенностей. Массовая доля титруемых кислот в пересчёте на яблочную кислоту составляет от 1,22 % (сорт Конёк-Горбунок) до 2,49 % (сорт Гордость России). Зольность ягод малины составляет от 0,37 % (сорт Оранжевое чудо) до 0,84 % (сорт Кумберленд). По содержанию сухого вещества лидируют плоды сорта Гордость России (18,44 %). Флавоноиды в малине были обнаружены по качественным реакциям: цианидиновая проба или проба Шинода, реакция с хлоридом железа (III) и с раствором аммиака. Плоды малины сортов Гордость России, Оранжевое Чудо, Похвалинка и Кумберленд отличаются высоким содержанием питательных и биологически активных веществ.

Ключевые слова: малина, аскорбиновая кислота, кислотность, зольность

Для цитирования: Пакусина А. П., Лештаева В. В., Козлова А. Б., Тимченко Н. А. Оценка сортов малины по биохимическим показателям ягод в условиях Амурской области // Дальневосточный аграрный вестник. 2021. Вып. 4 (60). С. 46–52. doi: 10.24412/1999-6837-2021-4-46-52.

Assessment of raspberry varieties by berry biochemical indicators in the conditions of the Amur region

Antonina P. Pakusina[1], Valentina V. Leshtaeva[2], Anna B. Kozlova[3], Natalia A. Timchenko[4]
[1, 2, 3, 4] Far Eastern State Agrarian University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia
[1] pakusina.a@yandex.ru, [2] s_valia@mail.ru [3, 4] ssizr@dalgau.ru

Abstract. The article presents the results of the chemical composition of raspberry berries in the conditions of the Amur region. The varietal differences of raspberry in the accumulation of ascorbic acid, sugars, titratable acidity and other com-ponents are shown. The content of ascorbic acid ranges from 35.50 mg/100 g (the variety Chelyabinskaya zhyoltaya) to 65.18 mg/100 g (the variety Cum-berland). The largest amount of ascorbic acid is found in the raspberry variety Oranzhevoe chudo (66.16 mg/100g). The sugar content varies from 8 % (the varieties Peresvet and Konyok-Gorbunok) to 10.5 % (the variety Vera). The highest sugar content reaches 11 % in Cumberland raspberry. The correlation was determined between the berry weight of 11 raspberry

varieties and the sugar content. The accumulation of ascorbic acid, sugars and other important indicators in raspberry fruits depends on varietal characteristics. The mass fraction of titratable acids in terms of malic acid ranges from 1.22 % (the variety Konyok-Gorbunok) to 2.49 % (the variety Gordost' Rossii). The ash content of raspberries ranges from 0.37 % (the variety Oranzhevoe chudo) to 0.84 % (the variety Cumberland). In terms of dry matter content, fruits of the variety Gordost' Rossii are in the lead (18.44 %). Flavonoids in raspberry were detected by qualitative reactions: cyanidine test or Shinoda test, reaction with iron (III) chloride and with ammonia solution. Raspberry fruits of the varieties Gordost' Rossii, Oranzhevoe chudo, Pohvalinka and Cumberland are distinguished by a high content of nutrients and biologically active substances.

Keywords: raspberry, ascorbic acid, acidity, ash content

For citation: Pakusina A. P., Leshtaeva V. V., Kozlova A. B., Timchenko N. A. Assessment of raspberry varieties by berry biochemical indicators in the conditions of the Amur region. *Dal'nevostochnyj agrarnyj vestnik = Far Eastern Agrarian Herald*. 2021; 4 (60): 46–52. (In Russ.). doi: 10.24412/1999-6837-2021-4-46-52.

Для формирования здорового питания необходимым условием является обеспечение населения высококачественными ягодами и фруктами. Ягоды малины являются источником флавоноидов, аскорбиновой кислоты и таких микроэлементов, как калий, магний и медь.

Оценка химического состава плодов и ягод является приоритетной при разработке пищевых продуктов специального, диетического и лечебного питания [1]. Благодаря присутствию в малине полифенолов, флавоноидов, антоцианов, эта ягода обладает антиоксидантным действием [7]. Из-за наличия в большом количестве органических кислот (галловая, гидроксибензойная, хлорогеновая и др.) малина проявляет широкий спектр биологических эффектов. Малина способствует усилению антибактериальной и противовирусной активности, оказывает противовоспалительное и сосудорасширяющее действие [9]. Полезные свойства малины определяют актуальность изучения селекционно-технологических критериев оценки ягод малины [10], поэтому появились оригинальные работы по исследованию биохимического состава ягод малины [7, 12].

Целью данной работы *явилось изучение химического состава летних и ремонтантных сортов ягод малины, которые не районированы в Амурской области и проходят первичное сортоиспытание.* В задачи исследования входило изучение таких показателей, как содержание аскорбиновой кислоты, сахаров, общей кислотности, зольности, влажности ягод, а также сравнение данных показателей с массой ягод и дегустационной оценкой.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследования служили листья малины, собранные 8 июня 2021 г., и ягоды малины, собранные 27 июля и 20 сентября 2021 г.

Нами были использованы:1) летние сорта малины: красноплодные – Вера, Мишутка, Пересвет, Гордость России; желтоплодная – Челябинская желтая (рис. 1), черноплодная – Кумберленд; 2) ремонтантные сорта малины: красноплодные – Похвалинка, Малиновая гряда (рис. 2), Пингвин, Конёк-Горбунок; желтоплодная – Оранжевое чудо. Все сорта малины являются инорайонными.

Из одиннадцати изучаемых сортов шесть внесены в государственный реестр селекционных достижений [2]: Вера (оригинатор ФГБНУ «Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий»); Похвалинка, Малиновая гряда (оригинатор Шиблев Владимир Александрович, Нижегородская область); Пингвин, Оранжевое чудо, Пересвет (оригинатор ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства»).

Автором сорта Мишутка является В. М. Зерюков, селекционер научно-исследовательского института садоводства Сибири имени М. А. Лисавенко, сорта Гордость России – В. В. Кичина, селекционер Всероссийского селекционно-технологического института. Малина сорта Челябинская желтая – результат работы группы селекционеров Южно-Уральского НИИ. Авторами сорта малины Конек-Горбунок являются В. А. Шиблев и И. В. Шиблев, Нижегородский питомник «Школьный сад».

Рисунок 1 – Сорт малины Челябинская жёлтая

Рисунок 2 – Сорт малины Малиновая гряда

Малина произрастает в экологически чистом районе (9 км Игнатьевского шоссе). Количество суммарных солнечных температур и влажности достаточно для получения хороших урожаев. Так как зима в Амурской области суровая, то летние сорта на зимний период закрывают плёнкой и землёй, а ремонтантные сорта малины на зиму скашиваются. Ремонтантные сорта малины отличаются устойчивостью к болезням.

Массовую долю витамина С в ягодах малины определяли йодатометрическим методом по Б. П. Плешкову, который основан на экстрагировании витамина С раствором кислоты (смесью соляной и щавелевой) с последующим титрованием визуально раствором йодата калия (KIO_3+KI) в присутствии крахмала до установления сине-фиолетовой окраски. Зольность ягод малины устанавливали гравиметрическим методом по ГОСТ 25555.4–91 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения золы и щелочности общей и водорастворимой золы». Кислотность ягод находили титрованием экстракта раствором 0,1 н. в присутствии индикатора фенолфталеина по ГОСТ ISO 750–2013 «Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности».

Результаты исследований и их обсуждение. Содержание аскорбиновой кислоты в ягодах летних сортов малины варьировало от 39,21 мг на 100 г (сорт Вера) до 65,18 мг на 100 г (сорт Кумберленд); в ягодах ремонтантных сортов малины – от 40,03 мг на 100 г (сорт Конёк-Горбунок) до 66,16 мг на 100 г (сорт Оранжевое чудо). Содержание аскорбиновой кислоты в малине, произрастающей в разных регионах России, значительно различается.

Низкое содержание витамина С отмечают авторы работы [5] в Беларуси и Новосибирской области, а высокое – в горных районах Адыгеи и регионе с континентальным климатом (Оренбургской области). В Брянской области высокое содержание витамина С авторы [5] объясняют успешной селекционной работой. Например, сорт Пересвет, произрастающий в Краснодаре и Мичуринске, содержал аскорбиновой кислоты 24,4 мг и 34,3 мг на 100 г соответственно [5], в Амурской области – 45,64 мг на 100 г (табл. 1). Накопление витамина С в ягодах малины зависит от погодных условий. Его содержание снижается при засухе [3]. В осеннем урожае ремонтантных сортов Оранжевое чудо, Похвалинка витамина С было больше по сравнению с летним урожаем (табл. 1).

Таблица 1 – Химический состав свежих ягод малины

Сорт малины	Зольность, %	Влажность/ сухое вещество, %	Титруемая кислотность, % (в пересчете на яблочную кислоту)	Аскорбиновая кислота, мг на 100 г	Сумма сахаров, %
Летние сорта					
Вера	0,47	15,77/84,23	1,37	39,21	10,5
Мишутка	0,68	16,12/ 83,88	1,72	47,00	8,2
Пересвет	0,55	16,25/83,75	1,54	45,64	8,0
Гордость России	0,63	18,44/ 81,56	2,49	42,23	9,2
Челябинская жёлтая	0,67	15,50/84,50	1,50	35,50	8,8
Кумберленд	0,84	17,70/82,3	2,37	65,18	11,0
Ремонтантные сорта					
Пингвин	0,56	12,80/87,20	2,37	51,81	9,8
Конёк-горбунок	0,72	14,56/84,44	1,22	40,03	8,0
Оранжевое чудо	0,37	10,73/89,27	1,37	66,16	7,5
Похвалинка	0,38	17,24/82,76	1,45	59,34	7,0
Малиновая гряда	0,58	15,63/84,37	1,92	46,89	8,7

Сорта малины с высоким содержанием витамина С имели высокую дегустационную оценку. Например, Кумберленд имел 4,21 балла, Оранжевое чудо – 5 баллов. Однако, вкус ягоды определяет содержание сахаров и органических кислот. Массовая доля титруемых кислот в пересчёте на яблочную кислоту составила от 1,22 % (сорт Конёк-Горбунок) до 2,49 % (сорт Гордость России). Ягоды малины содержат салициловую, щавелевую кислоты. В малине обнаружены галловая, гидроксибензойная, хлорогеновая и другие органические кислоты [7]. Летние сорта малины с высоким значением титруемой кислотности Кумберленд и Гордость России имеют высокую дегустационную оценку – 4,21 и 4,56 балла соответственно.

Содержание сахаров в летних сортах малины составляет от 8,2 % (сорт Мишутка) до 11,0 % (Кумберленд). Осенний урожай ремонтантных сортов (Оранжевое чудо и Похвалинка) значительно уступал по накоплению сахаров. В работе [4] указывается, что желтоплодные сорта малины, в том числе сорт Оранжевое чудо, содержат не только больше сахаров по сравнению с красноплодными сортами, но и имеют повышенное содержание фруктозы. Очевидно, что накопление сахаров в ягоде сильно зависит от погодных условий. Авторы работы [8] при изучении дикого вида малины сделали вывод, что наибольшее содержание редуцирующих сахаров, витамина С, титруемых кислот и других важных показателей имеют мелкие плоды, а не крупные.

При изучении одиннадцати сортов малины нами найдена корреляционная зависимость между массой ягоды и содержанием сахаров (Δr = минус 0,7). Наиболее небольшие по весу ягоды (сорта Вера (2,96 г), Гордость России (4,23 г), Кумберленд (2,60 г), Пингвин (3,64 г)) содержа-

Таблица 2 – Качественные реакции флавоноидов плодов малины (окраска)

Сорт малины	Проба Шинода	С NH_4OH	С $FeCl_3$
Вера	красная	фиолетовая	коричневая
Мишутка	тёмно-красная	болотно-зелёная	коричневая
Пересвет	тёмно-красная	болотно-зелёная	коричнево-зелёная
Гордость России	тёмно-красная	фиолетовая	тёмно-коричневая
Челябинская жёлтая	красная	жёлтая	зелёная
Кумберленд	красная	фиолетовая	тёмно-коричневая
Пингвин	красная	фиолетовая	зелёная
Конёк-горбунок	красная	болотно-зелёная	зелёная

ли больше сахаров, чем остальные сорта с большим средним весом ягод. Накопление сахаров в ягодах малины зависит от сортовых особенностей.

Зольность характеризует количество минеральных веществ в ягодах малины. Малина богата железом, цинком, медью, марганцем. Наибольшая зольность у сортов Кумберленд и Конёк-Горбунок (0,84 % и 0,72 % соответственно). Влажность и содержание сухих веществ ягод малины варьировали от 10,73 % до 89,27 % (сорт Оранжевое чудо) и от 18,44 % до 81,56 % (сорт Гордость России).

Малина обладает мощным антиокислительным потенциалом, благодаря присутствию в ней полифенольных соединений, флавонолов, антоцианов. Антиоксидантная активность коррелирует с количеством полифенолов, флавоноидов, аскорбиновой кислоты и общего количества антоцианов [8].

Для получения предварительной информации о структурных особенностях флавоноидных соединений используют химические методы анализа [6]. Флавоноиды в малине были обнаружены по качественным реакциям: цианидиновая проба или проба Шинода (Chinoda), реакция с хлоридом железа (III) и реакция с раствором аммиака. Присутствующие в плодах малины флавонолы, флаваноны и флавоны при восстановлении магнием в присутствии концентрированной соляной кислоты (проба Шинода) дали красное окрашивание, обусловленное образованием антоцианидинов (табл. 2). Флавоноиды ягод малины с однопроцентным спиртовым раствором хлорида железа (III) дали коричневую окраску (3-ОН-группа) и зелёную окраску (5-ОН-группа).

Экстракт малины (сорт Челябинская жёлтая) с раствором аммиака дал жёлтое окрашивание из-за присутствия различных групп флавоноидов. Фиолетовую окраску с аммиаком дали экстракты малины (сорт Вера, Гордость России, Кумберленд, Пингвин) из-за присутствия антоцианов. Экстракты малины (сорт Мишутка, Пересвет, Конёк-Горбунок) имеют сложный набор флавоноидов и антоцианов и дают с аммиаком болотно-зелёную окраску (табл. 2).

Заключение. В ходе химического анализа плодов малины определено, что сорта малины с высокой дегустационной оценкой содержали большое количество сахара (до 11 %) и аскорбиновой кислоты (до 66,16 мг на 100 г).

Определена корреляционная зависимость между массой ягод одиннадцати сортов малины и содержанием сахара. Флавоноиды в малине были обнаружены по качественным реакциям: цианидиновая проба или проба Шинода (Chinoda), реакция с хлоридом железа (III) и реакция с раствором аммиака.

Результаты представленного исследования по химическому составу ягод малины являются основой для дальнейшего изучения и выделения наиболее ценных сортов с высоким содержанием питательных и биологически активных веществ.

Список источников

1. Акимов М. Ю. Новые селекционно-технологические критерии оценки плодовой и ягодной продукции для индустрии здорового и диетического питания // Вопросы питания. 2020. Т. 89. № 4 . С. 244–254.

2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Том 1. Сорта растений : официальное издание. М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2021. 719 с.

3. Евдокименко, С. Н., Никулин, А. Ф., Бохан, И. А. Оценка сортов ремонтантной малины по биохимическим показателям ягод // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2008. № 3. С. 49–53.

4. Жбанова Е. В. Биохимическая характеристика плодов генколлекции сортов малины в условиях ЦЧР (Мичуринск) // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2017. Т. 144. Ч. I. С. 182–186.

5. Жбанова Е. В., Ознобкина Е. И. Сравнительная биохимическая оценка сортового фонда малины в разных регионах // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2013. № 6. С. 127–132.

6. Фитохимический анализ растительного сырья, содержащего флавоноиды / Г. М. Федосеева [и др.]. Иркутск : Иркутский государственный медицинский университет, 2009. 67 с.

7. Biochemical assessment of berry crops as a source of production of functional food products / I. V. Kirina [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. Vol. 548 (8). 082068.

8. Chemical composition and antioxidant activity of Chinese wild raspberry (*Rubus hirsutus* Thunb.) / Y. Fu [et al.] // LWT-Food Science and Technology. 2015. Vol. 60 (2). P. 1262–1268.

9. Evaluation of the bioaccessibility of minerals from blackberries, raspberries, blueberries / C. C. Pereira [et al.] // Journal of Food Composition and Analysis. 2018. Vol. 68. P. 73–78.

10. Okatan V. Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated berry species: A comparative study // Folia Horticulturae. 2020. Vol. 32 (1). P. 79–85.

11. Quality, bioactive compounds and antioxidant capacity of rasperberries cultivated in northern Mexico / M. N. Frias-Moreno [et al.] // International Journal of Food Properties. 2021. Vol. 24 (1). P. 603–614.

12. Vitamin value assessment of fruits and berries in the Central Black Earth Region (CBER) by the level of biologically active substances in the wild analogues / N. V. Morgacheva [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. № 548 (7). 072024.

References

1. Akimov M. Yu. Novye selektsionno-tekhnologicheskie kriterii otsenki plodovoj i yagodnoj produktsii dlya industrii zdorovogo i dieticheskogo pitaniya [New breeding and technological evaluation criteria for fruit and berry products for the healthy and dietary food industry]. *Voprosy pitaniia. – Nutrition issues,* 2020; 89 (4): 244–254 (in Russ.).

2. *Gosudarstvennyj reestr selektsionnykh dostizhenij dopushhennykh k ispol'zovaniyu. Tom 1. Sorta rastenij [State Register of breeding achievements approved for use. Volume 1. Plant varieties]*, Moskva, FGBNU "Rosinformagrotech", 2021, 719 p. (in Russ.).

3. Evdokimenko S. N., Nikulin A. F., Bohan I. A. Ocenka sortov remontantnoj maliny po biohimicheskim pokazatelyam yagod [Evaluation of varieties of repair raspberries by biochemical parameters of berries]. *Vestnik Bryanskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy,* 2008; 3: 49–53 (in Russ.).

4. Zhbanova E. V. Biohimicheskaya harakteristika plodov genkollekcii sortov maliny v usloviyah CCHR (Michurinsk) [Biochemical characteristics of the fruits of the general collection of raspberry varieties in the conditions of the CDR (Michurinsk)]. *Sbornik nauchnyh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada. – Collection of scientific papers of the State Nikitsky Botanical Garden,* 2017; 144: 182–186 (in Russ.).

5. Zhbanova E. V., Oznobkina E. I. Sravnitel'naya biohimicheskaya ocenka sortovogo fonda maliny v raznyh regionah [Comparative biochemical assessment of raspberry varietal stock in different regions]. *Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – News of the Timiryazev Agricultural Academy,* 2013; 6: 127–132 (in Russ.).

6. Fedoseeva G. M., Mirovich V. M., Goryachkina E. G., Perelomova M. V. Fitohimicheskij analiz rastitel'nogo syr'ya, soderzhashchego flavonoidy [Phytochemical analysis of plant raw materials containing flavonoids], Irkutsk, Irkutskij gosudarstvennyj medicinskij universitet, 2009, 67 p. (in Russ.).

7. Kirina I. V., Belostokhov F. G., Titova L. V., Suraykina I. A. Pulpitow V. F. Biochemical assesment of berry crops as a source of production of functional food products. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020; 548 (8): 082068.

8. Fu Y., Zhou X., Chen S., Sun Y., Shen Y., Ye X. Chemical composition and antioxidant activity of Chinese wild raspberry (Rubus hirsutus Thunb.). LWT-Food Science and Technology, 2015; 60(2): 1262–1268.

9. Pereira C. C., Da-Silva E. N., De-Souza A. O., Vieira M. A., Ribeiro A. S., Cadore S. Evaluation of the bioaccessibility of minerals from blackberries, raspberries, blueberries and strawberries. Journal of Food Composition and Analysis, 2018; 68: 73–78.

10. Okatan V. Antioxidant properties and phenolic profile of the most widely appreciated cultivated berry species: A comparative study. Folia Horticulturae, 2020; 32 (1): 79–85.

11. Frias-Monero M. N., Parra-Quezada R. A., Ruiz-Carrizales J., Gonzalez-Aguilar G. A., Sepulveda D., Jacobo-Cuellar J. L. [et al.]. Quality,bioactive compounds and antioxidant capacity of rasperberries cultivated in northern Mexico. International Journal of Food Properties, 2021; 24 (1): 603–614.

12. Morgacheva N. V., Zakharov V. L., Petrisheva T. Yu., Sotnikova E. B. Vitamin value assessment of fruits and berries in the Central Black Earth Region (CBER) by the level of biologically active substances in the wild analogues. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020; 548 (7): 072024.

© Пакусина А. П., Лештаева В. В., Козлова А. Б., Тимченко Н. А., 2021

Статья поступила в редакцию 08.10.2021; одобрена после рецензирования 29.10.2021; принята к публикации 29.11.2021.

The article was submitted 08.10.2021; approved after reviewing 29.10.2021; accepted for publication 29.11.2021.

Информация об авторах

Пакусина Антонина Павловна, *доктор химических наук, профессор кафедры химии, Дальневосточный государственный аграрный университет, pakusina.a@yandex.ru;*

Лештаева Валентина Викторовна, *магистрант, Дальневосточный государственный аграрный университет, s_valia@mail.ru;*

Козлова Анна Борисовна, *кандидат биологических наук, заведующая кафедрой садоводства, селекции и защиты растений, Дальневосточный государственный аграрный университет, ssizr@dalgau.ru;*

Тимченко Наталья Алексеевна, *кандидат биологических наук, доцент кафедры лесного хозяйства и лесоэксплуатации, Дальневосточный государственный аграрный университет, ssizr@dalgau.ru*

Information about authors

Antonina P. Pakusina, *Doctor of Chemical Sciences, Professor of the Department of Chemistry, Far Eastern State Agrarian University, pakusina.a@yandex.ru;*

Valentina V. Leshtaeva, *Master's Student, Far Eastern State Agrarian University, s_valia@mail.ru;*

Anna B. Kozlova, *Candidate of Biological Sciences, Head of the Department of Horticulture, Plant Breeding and Protection, Far Eastern State Agrarian University, ssizr@dalgau.ru;*

Natalia A. Timchenko, *Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Departmaent of forestry and forest exploitation, Far Eastern State Agrarian University, ssizr@dalgau.ru*