

3. Akita, T., Hina, Y. & Nishi, T. Production of betacyanins by a cell suspension culture of table beet (*Beta vulgaris* L.). *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 2000, 64, 1807–1812.
4. Attoe, E.L. & von Elbe, J.H. Photochemical degradation of betanine and selected anthocyanins. *Journal of Food Science*, 1981, 46, 1934–1937.
5. Cai, Y. & Corke, H. Amaranthus betacyanin pigments applied in model food systems. *Journal of Food Science*, 1999, 64, 869–873.
6. Gentile, C., Tesoriere, L., Allegra, M., Livrea, M.A. & D'Alessio, P. Antioxidant betalains from cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) inhibit endothelial ICAM-1 expression. *Signal Transduction and Communication in Cancer Cells*, 2004, 1028, 481–486.
7. Kanner, J., Harel, S. & Granit, R. Betalains - a new class of dietary cationized antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2001, 49, 5178–5185.
8. Pedren˜o, M.A. & Escribano, J. Correlation between antiradical activity and stability of betanine from *Beta vulgaris* L. roots under different pH, temperature and light conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2001, 81, 627–631.
9. Wettasinghe, M., Bolling, B., Plhak, L., Xiao, H. & Parkin, K. Phase II enzyme-inducing and antioxidant activities of beetroot (*Beta vulgaris* L.) extracts from phenotypes of different pigmentation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2002, 50, 6704–6707.
10. Wu, L., Hsu, H.W., Chen, Y.C., Chiu, C.C., Lin, Y.I. & Ho, J.A. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. *Food Chemistry*, 2006, 95, 319–327.

УДК 663.051.4

ГРНТИ 65.55.37

Кох Ж.А., канд. техн. наук;  
ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ,  
г. Красноярск, Красноярский край, Россия,  
E-mail: jannetta-83@mail.ru

#### **БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ЯГОД *RIBES RUBRUM* В ПОЛУЧЕНИИ КОНЦЕНТРИРОВАННОГО ЭКСТРАКТА**

*Возможности широкого применения в народном хозяйстве растительного сырья обусловлены его химическими свойствами. Дикорастущие растения являются основной сырьевой базой для функциональных продуктов питания и биологически активных добавок. Известно, что их плоды и ягоды, по сравнению с культурными, содержат больше биологически активных веществ, многие из которых являются антиоксидантами. На базе уникального химического состава дикоросов возможно создание достаточного ассортимента функциональных продуктов питания и биологически активных добавок, в том числе и специализированного направления. В этой связи перспективным с научной и практической точек зрения являются ягоды красной смородины (*Ribes rubrum*). Известно, что ягоды, листья, цветы *Ribes rubrum* применяются в народной и научной медицине. Ягоды красной смородины - ценный пищевой продукт. Из ягод готовят джем, повидло, варенье, высококачественное желе, начинки, соки, используют как сырье в виноделии. Ягоды *Ribes rubrum* были собраны в Курагинском районе Красноярского края, в августе, в сухую погоду, при полном созревании. Исследование химического состава ягод *Ribes rubrum* проводили по методикам, принятым в биохимии растений. В статье приведены результаты по химическому составу и содержанию биологически активных веществ *Ribes rubrum*. В ягодах *Ribes rubrum* установлено значительное количество витамина С (379,4 мг%), антоцианов (2,98 мг%), органических кислот (3,60 мг%), дубильных веществ (1,64 мг%), пектиновых веществ (1,25 мг%), витамина Р (1,63 мг%), флавоноидов (2,83 мг%). Одним из наиболее распространенных способов получения экстрактов, богатых биологически активными веществами, является процесс экстракции с помощью различных экстрагентов. Для получения наиболее полного по химическому составу экстракта из ягод *Ribes rubrum* подобраны оптимальные условия экстрагирования, при которых сохранены все вкусоароматические свойства сырья и наименьшие потери биологически активных веществ.*

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА, RIBES RUBRUM, ЯГОДЫ, ЭКСТРАКТ, КОНЦЕНТРИРОВАНИЕ.

UDC 663.051.4

Koch Zh.A., Cand. Tech. Sci.;  
Krasnoyarsk State Agrarian University,  
Krasnoyarsk, Krasnoyarskii krai, Russia  
E-mail: jannetta-83@mail.ru

#### BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES OF RIBES RUBRUM BERRIES USED FOR CONCENTRATED EXTRACT

*Possibilities of broad application of vegetable raw materials in the national economy are stipulated by their chemical properties. Wild-growing plants are the main source of raw materials for the functional food and biologically active additives. It is known that their fruit and berries, in comparison with cultivated, contain more biologically active substances and many of them are the antioxidants. On the basis of unique chemical composition of wild plants it is possible to make sufficient assortment of functional foodstuffs and biologically active additives including specialized line. In this regard berries of red currant (*Ribes rubrum*) are very promising from the scientific and practical points of view. It is known that berries, leaves, flowers of *Ribes rubrum* are used in folk and traditional medicine. Berries of red currant are valuable foodstuff. Its berries are used in cooking jam, fruit butter, confiture, high-quality jelly, stuffing, juice; used as raw materials in winemaking. *Ribes rubrum* berries were gathered in Kuraginsky District of Krasnoyarsk Territory in August in dry weather being fully matured. The research into chemical composition of *Ribes rubrum* berries was carried out in accordance with the techniques adopted by the biochemistry of plants. The article presents the findings of investigation on the chemical composition and contents of biologically active substances in *Ribes rubrum* berries. It was found out that *Ribes rubrum* berries contain significant amount of vitamin C (379,4 mg%), antatsian (2,98 mg%), organic acids (3,60 mg of%), tanning agents (1,64 mg%), pectic substances (1,25 mg%), vitamin P (1,63 mg%), flavonoids (2,83 mg%). One of the most widespread ways of making extracts rich in biologically active substances is the process of extraction by means of various extragents. In order to prepare the extract of *Ribes rubrum* berries having the most valuable chemical composition we selected optimal extracting conditions under which all taste and aromatic properties of raw materials were preserved and the minimal losses of biologically active substances are secured.*

KEYWORDS: BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES, RIBES RUBRUM, BERRIES, EXTRACT, CONCENTRATING.

Возможности широкого применения в народном хозяйстве растительного сырья обусловлены его химическими свойствами. В настоящее время ставится задача увеличения спектра растений, используемых для извлечения биологически активных веществ в производстве натуральных биологически активных добавок [1].

Красноярский край характеризуется как регион с экологически неблагоприятной обстановкой, поэтому повышение пищевой и биологической ценности продукции общественного питания в настоящее

время является одной из актуальных задач [1,2].

В этой связи перспективным сырьем с научной и практической точек зрения является красная смородина (*Ribes rubrum*). Она представляет собой небольшой листопадный кустарник, принадлежащий семейству крыжовниковые (*Grossulariaceae*) [2].

Биохимические показатели качества ягод красной смородины в значительной степени зависят от сортовых особенностей и зоны произрастания культуры, актуаль-

ными являются исследования, характеризующие качество ягод в условиях востока России [3].

Благодаря уникальному набору биологически активных веществ, ягоды *Ribes rubrum* издавна использовали в народной медицине. Возрастающая потребность в растительных биологически активных препаратах на основе ягод *Ribes rubrum* требует подробного изучения её химического состава и содержания биологически активных веществ.

**Материалы и методика исследований.** Объектом исследования служили плоды *Ribes rubrum*, собранные в Курагинском районе Красноярского края, в августе,

в сухую погоду, при полном созревании. Для исследования химического состава ягод *Ribes rubrum* использовали методики, принятые в биохимии растений [4, 5, 6].

Для решения поставленной задачи работа осуществлялась в несколько этапов.

На первом этапе был проведён анализ химического состава ягод *Ribes rubrum*. Исследовано содержание экстрактивных веществ, витаминов, дубильных веществ, антоцианов, флавоноидов, и прочих биологически активных веществ по общепринятым методикам. Полученные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав ягод *Ribes rubrum*

Химический состав	Литературные источники, мг%	Полученные результаты эксперимента, мг%
Витамин С	400	379,4
Витамин Р	1,21-1,65	1,63
Витамин В <sub>1</sub>	0,01	0,03
Витамин В <sub>2</sub>	0,02	0,06
Витамин РР	0,20	0,36
Пектиновые вещества	0,68—1,02	1,25
Органические кислоты	1,47—3,61	3,60
Флавоноиды	1,5-4	2,838
Антоцианы	2,3-5,5	2,98
Дубильные вещества	0,39-0,43	1,64
Редуцирующие вещества	15-16	15,72

Как видно из результатов таблицы 1, содержание дубильных веществ значительно превышает данные, представленные в литературе. Содержание витамина Р, напротив, несколько меньше, чем в литературных источниках. Частичная потеря этого витамина может обуславливаться неправильными условиями хранения, воздействием тепла, света, а также возникновением окислительных реакций, в ходе которых данный витамин разрушается. Но так как содержание еще одного компонента - витамина С - в ягодах *Ribes rubrum* практически совпадает с литературными данными, то можно говорить о том, что условия сбора и хранения ягод были полностью соблюдены. Следовательно, количественное значение витамина Р является корректным. Остальные количества компонентов, обнаруженных в ягодах *Ribes rubrum*, сопоставимы с представленными значениями в литературе.

Такое различие в содержании биологически активных веществ, представленных в литературе и полученных экспериментально, обуславливается не только сортовыми особенностями, но и почвенно-климатическими условиями произрастания кустарника.

Установленный химический состав и содержание отдельных биологически активных веществ в ягодах *Ribes rubrum* послужили основанием для дальнейшего использования ягод *Ribes rubrum* в получении экстракта.

Для получения наиболее полного по химическому составу экстракта ягод *Ribes rubrum* необходимо было подобрать оптимальные условия экстрагирования, при которых будут сохранены все вкусоароматические свойства сырья и не будет потерь биологически активных веществ.

Экстракция — это массообменный процесс, при котором биологически активные вещества переходят в раствор экстрагента (растворителя). Кроме экстрагента и его соотношения с водой, важным критерием является степень измельчения сырья. Чем мельче частицы сырья, тем наиболее полно будет проведена экстракция. Также на качество проведения экстракции влияет температурный режим. Согласно проведенным ранее исследованиям, наиболее оптимальными условиями экстрагирования являются: температура водяной бани 50 °С, концентрация водно-спиртовой смеси 60% и соотношение сырье – экстрагент 1:5 [1,6].

Немаловажным фактором является и продолжительность процесса экстрагирования. При непродолжительной экстракции не все биологически активные вещества могут успеть перейти в раствор, поэтому полученный экстракт нельзя будет считать качественным и проводить его химический анализ. При слишком продолжительной экстракции часть веществ может разрушиться либо перейти в другую форму, что тоже ставит под сомнение корректность химического состава [6].

Поэтому следующей задачей данной работы является подбор оптимального времени экстрагирования биологически активных веществ.

Для проведения анализа было выбрано 3 временных промежутка: 30 минут, 1 час и 1,5 часа. Экстракция проводилась при одинаковых условиях: температура водяной бани 50 °С, концентрация водно-спиртовой смеси 60% и соотношение сырье – экстрагент 1:5, а именно 50 г сырья и 250 мл экстрагента.

По окончании проведения экстракции был изучен химический состав полученных экстрактов. Как и в сырье, в экстракте определяли содержание витамина С, витамина Р, дубильных веществ, флавоноидов, антоцианов и редуцирующих веществ. Это необходимо для того, чтобы сравнить насколько полно компоненты могут перейти из сырья в экстракт.

Результаты исследования химического состава экстракта *Ribes rubrum* представлены на рисунках 1, 2, 3.

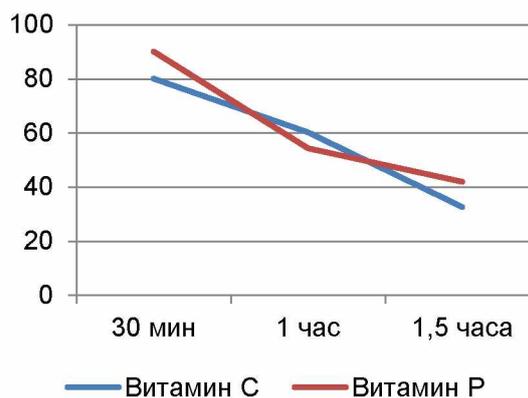


Рис. 1. Содержание витамина С и витамина Р экстракте *Ribes rubrum*

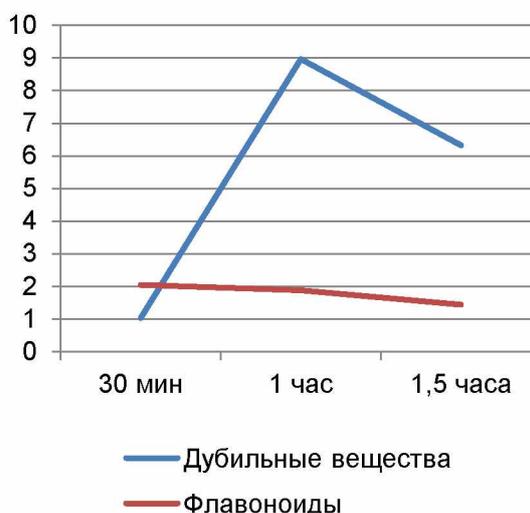


Рис. 2. Содержание дубильных веществ и флавоноидов в экстракте *Ribes rubrum*

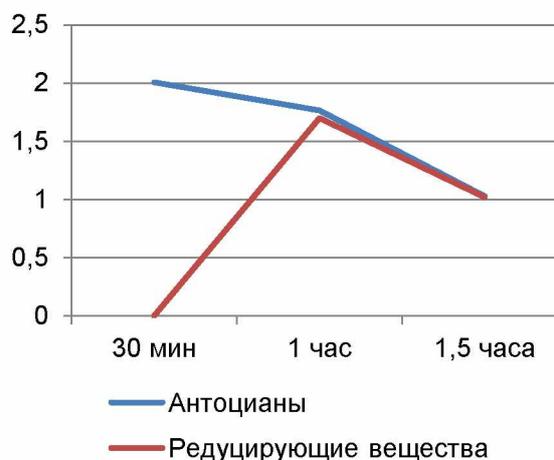


Рис. 3. Содержание антоцианов и редуцирующих веществ в экстракте *Ribes rubrum*

Исходя из полученных результатов, можно утверждать, что наиболее оптимальная продолжительность проведения экстракции, это от 30 мин до 1 часа. Так как за это время все из исследуемых биологически активных веществ были сохранены в экстракте из ягод *Ribes rubrum*.

Принцип концентрирования растворов с использованием ротационного вакуумного испарителя заключается в отгонке растворителей, разделении жидкостей с различной температурой кипения. Данная установка используется для эффективного испарения при пониженном давлении. Поверхность испарения увеличивается за счет вращения испарительной колбы в нагревающейся бане. Испарившийся пар конденсируется в вертикально расположенном холодильнике и собирается в колбе.

Главным преимуществом такой установки является возможность изменения всех параметров перегонки - давления, ча-

стоты вращения колбы, температуры водяной бани и продолжительности. Для проведения концентрирования экстрактов были выбраны 3 различных давления – 0,04 МПа, 0,06 МПа и 0,09 МПа. Частота вращения колбы (68 - 70 об/мин), начальная температура водяной бани (18 °С) и объем экстракта (300 мл) остались неизменными.

В ходе данного исследования была поставлена задача: определить оптимальные условия концентрирования, а именно давление и температуру водяной бани, при которой начиналось испарение растворителя.

Для *Ribes rubrum* были проведены следующие исследования. Условия проведения и результаты полного концентрирования водно-спиртового экстракта *Ribes rubrum* сведены в таблицу 2.

Результаты химического анализа контрольных точек концентрата *Ribes rubrum* представлены на рисунках 4-8.

Таблица 2

Условия проведения и результаты полного концентрирования водно-спиртового экстракта *Ribes rubrum*

Параметры	Давление, МПа		
	0,04	0,06	0,09
Объем экстракта начальный, мл	300		
Температура водяной бани начальная, °С	18		
Частота вращения колбы, об/мин	68-70		
Начальная температура испарения, °С	28,4	41	40
Время полного концентрирования, мин	150	120	90
Максимальная температура концентрирования, °С	67,5	61	42,4
Относительная плотность концентрата	1,174	1,59	1,186
Конечный объем концентрата, мл	40	33	42

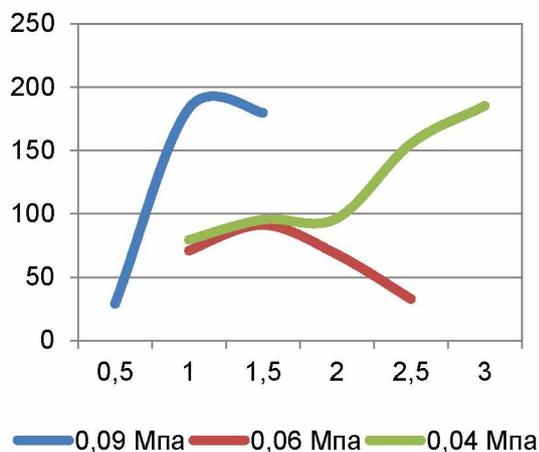


Рис. 4. Витамин С

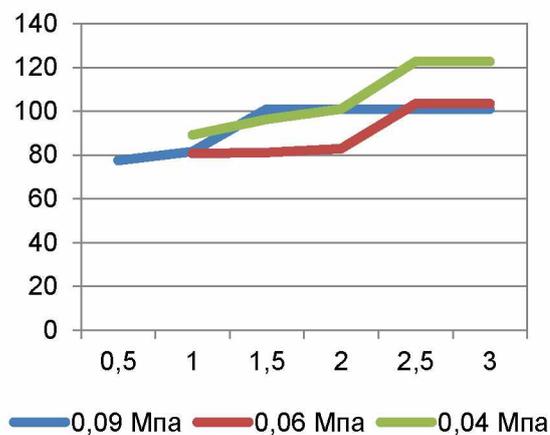


Рис. 5. Витамин Р

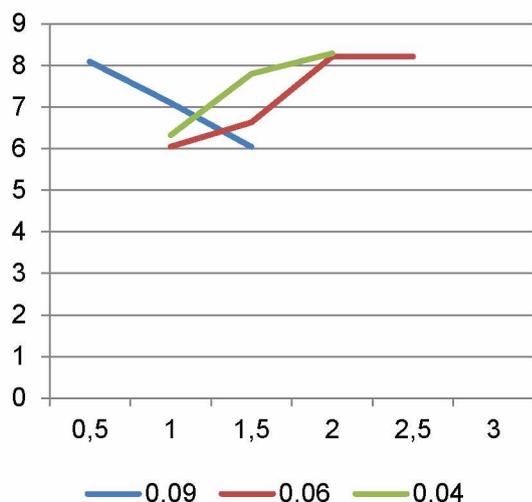


Рис.6.-Дубильные вещества

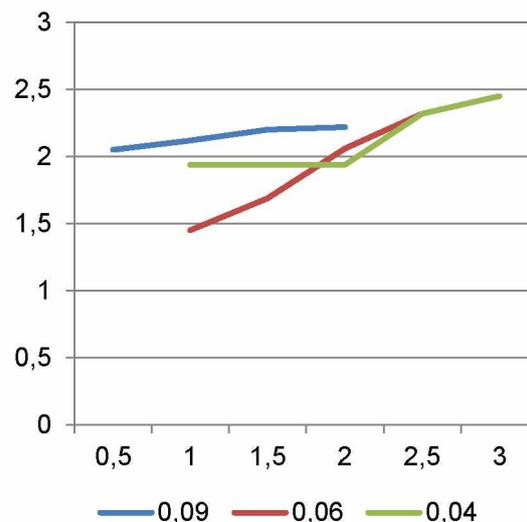


Рис. 8. Антоцианы

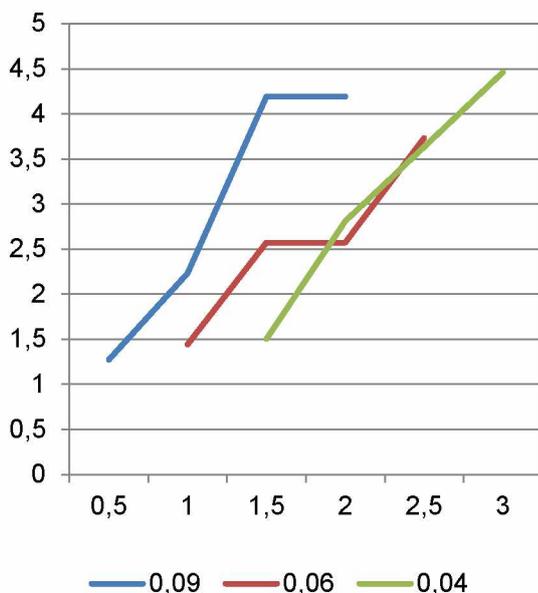


Рис. 7. Флавоноиды

Анализ полученных результатов, приведенных на рисунках 4 – 8, по химическому составу концентратов позволяет сделать вывод о том, что наиболее подходящими условиями является полное концентрирование при давлении 0,04 МПа. При этом происходят минимальные потери биологически активных веществ. Выход концентрата относительно начального объема экстракта составляет порядка 30%.

В результате исследования химического состава ягод *Ribes rubrum* установлено высокое содержание витамина С (379,4 мг%), антоцианов (2,98 мг%), органических кислот (3,60 мг%), дубильных веществ (1,64 мг%), пектиновых веществ (1,25 мг%), витамина Р (1,63 мг%), флавоноидов (2,83 мг%). Проведен анализ полученных результатов по химическому составу концентратов. Наиболее подходящими условиями является полное концентрирование при давлении 0,04 МПа.

#### Список литературы

1. Кох Ж.А. *Berberis Sibirika* Pall как перспективное сырье для производства ликеров / Ж. А. Кох, Д. А. Кох // Вестник КрасГАУ. - 2017. - №1, С. 120 - 124.
2. Петрова, В.П. Биохимия дикорастущих плодово- ягодных растений / В.П. Петрова. –Киев: Высша школа, 1986. - 287 с.
3. Яковенко, В.В. Оценка сортов красной смородины по качеству ягод / В.В. Яковенко, В.И. Лапшин, Т.Г. Причко // Научный журнал КубГАУ, 2014. - № 100(06).
4. Поздняковский, Н.А. Экспертиза дикорастущих плодов и ягод и травянистых растений / Н.А. Поздняковский. - 3-е изд., испр. и доп. — Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2005. - 213 с.

5. Позняковский, В.М. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза продовольственных товаров / В.М. Позняковский. – Новосибирск: Изд-во Новосибирского университета, 1999. – 447 с.
6. Ушанова, В.М. Основы научных исследований. В 3 ч. Ч.1. Основы работы в химической лаборатории: учеб. пособие / В.М. Ушанова, О.И. Лебедева, А.Н. Девятловская. – Красноярск: СибГТУ, 2004. – 240 с.
7. Ушанова, В.М. Основы научных исследований. В 3 ч. Ч.2. Контроль качества и экстрагирование растительного сырья: учеб. пособие / В.М. Ушанова, О.И. Лебедева, А.Н. Девятловская. – Красноярск: СибГТУ, 2004. – 168 с.
8. Ушанова, В.М. Основы научных исследований. В 3 ч. Ч.3. Исследование химического состава растительного сырья: учеб. пособие [Текст] / В.М. Ушанова, О.И. Лебедева, А.Н. Девятловская. – Красноярск: СибГТУ, 2004. – 360 с.

#### Reference

1. Kokh, Zh. A., Kokh, D.A. Berberis sibirika pall kak perspektivnoe syr'e dlya proizvodstva likerov (Berberis Sibirika Pall as perspective raw materials for production of liqueurs), *Vestnik KrasGAU*, 2017, No 1, PP. 120 - 124.
2. Petrova, V.P. Biokhimiya dikorastushchikh plodovo- yagodnykh rastenii (Biochemistry of Wild Fruit and Berry Plants), Kiev, Vyssha shkola, 1986, 287 p.
3. Yakovenko, V.V., Lapshin, V. I., Prichko, T.G. Otsenka sortov krasnoi smorodiny po kachestvu yagod (Assessment of Red Currant Varieties in Regard to Berries' Quality), *Nauchnyi zhurnal KubGAU*, 2014, No 100(06).
4. Pozdnyakovskii, N.A. Ekspertiza dikorastushchikh plodov i yagod i travyanistykh rastenii (Examination of Wild Plants' Fruit and Berries and Herbs), 3-e izd., ispr. i dop., Novosibirsk, Sibirskoe Universitetskoe Izdatel'stvo, 2005, 213 p.
5. Poznyakovskii, V.M. Gigienicheskie osnovy pitaniya, bezopasnost' i ekspertiza prodovol'stvennykh tovarov (Hygienic Bases of Nourishment, Safety and Examination of Foodstuffs), Novosibirsk, Izd-vo Novosibirskogo universiteta, 1999, 447 p.
6. Ushanova, V.M., Lebedeva, O.I., Devyatlovskaya, A. N. Osnovy nauchnykh issledovaniy. v 3 ch. ch.1. Osnovy Raboty v khimicheskoi laboratorii: ucheb. posobie (Bases of Research., 3 parts, part 1. The Basics of Working in the Chemical Laboratory: Textbook), Krasnoyarsk, SibGTU, 2004, 240 p.
7. Ushanova, V.M., Lebedeva, O.I., Devyatlovskaya, A. N. Osnovy nauchnykh issledovaniy. v 3 ch. ch.2. Kontrol' kachestva i ekstragirovanie rastitel'nogo syr'ya: ucheb. posobie (Bases of Research., 3 parts, part 2. Quality Control and Extraction of Plant Materials: Textbook), Krasnoyarsk, SibGTU, 2004, 168 p.
8. Ushanova, V.M., Lebedeva, O.I., Devyatlovskaya, A. N. Osnovy nauchnykh issledovaniy. v 3 ch. ch.3. Issledovanie khimicheskogo sostava rastitel'nogo syr'ya: ucheb. posobie (Bases of Research., 3 parts, part 3. The study of the Chemical Composition of Plant Materials: TextBook), Krasnoyarsk, SibGTU, 2004, 360 p.

УДК 637.146: 663.052:546.722

ГРНТИ 65.63.33

**Хамагаева И.С., д-р техн. наук, профессор;**

**Щёктова А.В., канд.техн.наук;**

**Хамаганова И.В., д-р техн. наук**

**Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления,**

**г Улан-Удэ, Республика Бурятия, Россия**

**E-mail: tmpp@eestu.ru**

**КИСЛОМОЛОЧНЫЙ ПРОДУКТ, ОБОГАЩЕННЫЙ ЖЕЛЕЗОМ**

*Авторами статьи разработана технология кисломолочного продукта, обогащенного железом. Изучена возможность использования сухого железосодержащего концентрата сывороточных белков (КСБ-Fe) при производстве бифидосодержащего кисломолочного продукта «Бифивит». Установлено, что концентрат сывороточных бел-*