

9. Антипова О.В. Рекомендации по выращиванию редиса кассетным способом методом подтопления на установках гидропонных стеллажных (УГС) // Теплицы России – 2007. – № 2. – С. 19–24.
10. Федорова И.А., Долгих П.П. Моделирование энергоэффективных режимов работы климатического оборудования в сооружениях защищенного грунта // Вестн. КрасГАУ. – 2015. – № 8. – С. 127–134.
- Document34952.html?fn_tab2doc=1479 (data obras-hhenija 21.02.2016).
5. Spektr izluchenija MASTER SON-T PIA Green Power 400W. URL: http://www.comsvet.ru/2/pr_teplich_son.shtml (data obrashhenija 21.02.2016).
6. Tihomirov A.A., Lisovskij G.M., Sid'ko F.Ja. Spektral'nyj sostav sveta i produktivnost' rastenij. – Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1991. – 168 s.
7. Baev V.I. Praktikum po jelektricheskomu osveshheniju i oblucheniju: ucheb. posobie dlja vuzov. – M.: KolosS, 2008. – 191 s.
8. Meyer J. Pflanzenbelichtung // AEL: Arbeitsgemeinschaft für Elektrizitätsanwendung in der Landwirtschaft e.V., Heft 3/1994, Bonn. 84 S.
9. Antipova O.V. Rekomendacii po vyrashhivaniju redisa kassetnym spo-sobom metodom podtoplenija na ustanovkah gidroponnyh stella-zhnyh (UGS) // Teplicy Rossii – 2007. – № 2. – С. 19–24.
10. Fedorova I.A., Dolgih P.P. Modelirovanie jenergojeffektivnyh rezhimov raboty klimaticheskogo oborudovanija v sooruzhenijah zashhishhen-nogo grunta // Vestn. KrasGAU. – 2015. – № 8. – С. 127–134.

Literatura

1. Issledovanie i vnedrenie sistemy povyshennoj chastoty s moshhnymi tiri-stornymi preobrazovateljami dlja dopolnitelnogo obluchenija v teplicah: otchet o NIR / S. Juknjavichus, I. Kantminas, Je. Chjarnkus [i dr.]. – Kaunas, 1980. – 18 s.
2. Vegetacionnaja ustanovka: pat. № 2303346. Ros. Federacija: MKI7 A01G9/24 / Dolgih P.P., Samojlov M.V., Zavej-Boroda V.R. Opubl. 27.07.2007, Bjul. № 21.
3. Malyshev V.V. Povyshenie jeffektivnosti oblu-chatel'nyh ustanovok dlja teplic: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk. – M., 2007. – 28 s.
4. Teplichnye svetil'niki serij ZhSP36, ZhSP37. Pasport izdelija. – URL: <http://www.ielectro.ru/>

УДК 615.322:547.913

И.Д. Зыкова, Л.С. Тирранен,
Л.В. Наймушина, А.Д. Саторник

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА И АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ ЭФИРНОГО МАСЛА *BRASSICA RAPA L.*

I.D. Zyкова, L.S. Tirranen,
L.V. Naymushina, A.D. Satornik

THE STUDY OF COMPONENT COMPOSITION AND ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF ESSENTIAL OILS *BRASSICA RAPA L.*

Зыкова И.Д. – канд. техн. наук, доц. каф. химии Политехнического института Сибирского федерального университета. E-mail: IZykova@sfu-kras.ru

Тирранен Л.С. – д-р биол. наук, вед. науч. сотр. Международного научного центра исследования экстремальных состояний организма Красноярского научного центра СО РАН, г. Красноярск. E-mail: IZykova@sfu-kras.ru

Zykova I.D. – Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Chemistry, Polytechnical Institute, Siberian Federal University. E-mail: IZykova@sfu-kras.ru

Tirranen L.S. – Dr. Biol. Sci., Leading Staff Scientist, International Scientific Center of Research of Extreme Conditions of an Organism, Krasnoyarsk Scientific Center SB RAS, Krasnoyarsk. E-mail: IZykova@sfu-kras.ru

Наймушина Л.В. – канд. хим. наук, доц. каф. технологии и организации общественного питания Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: naimlivi@mail.ru

Саторник А.Д. – студ. 3-го курса Торгово-экономического института Сибирского федерального университета, г. Красноярск. E-mail: naimlivi@mail.ru

Naymushina L.V. – Cand. Chem. Sci., Assoc. Prof., Chair of Technologies and Organizations of Public Catering of Trade and Economic Institute, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: naimlivi@mail.ru

Satornik A.D. – 3-year Student, Trade and Economic Institute, Siberian Federal University, Krasnoyarsk. E-mail: naimlivi@mail.ru

*Репя (Brassica Rapa L.) ценится за питательные качества и целебные свойства, обладая противовоспалительным, антисептическим и мочегонным действием. Выявлено, что корнеплод содержит небольшое количество (~ 1 %) эфирного масла. Целью исследования явилось изучение химического состава и антимикробных свойств эфирного масла репы сорта Петровская-1. Полученное нами эфирное масло репы представляло собой жидкость темно-синего цвета тяжелее воды. В электронных спектрах поглощения масла в видимой области зарегистрированы полосы поглощения, характерные для хамазулена (732, 660 и 605 нм). С применением метода хромато-масс-спектрометрии показано, что состав эфирного масла представлен 17 компонентами, составляющими 99,2 % от суммы всех компонентов масла. Основными компонентами масла с суммарным содержанием 91,8 % являются три изомера азарона: α -азарон ((E)-азарон), β -азарон ((Z)-азарон) и γ -азарон (секишон), – с преобладанием β -азарона (57,4 %). Результаты исследования микробиологической активности выявили, что масло репы сдерживает рост тест-штаммов *Pseudomonas aeruginosa* и *Klebsiella pneumoniae*. По отношению к штаммам *Acinetobacter baumannii* и *Staphylococcus aureus* эфирное масло *BrassicarapaL.* проявляет нулевое действие. Обнаружено, что эфирное масло *Brassica rapa* стимулирует размножение штаммов *Escherichia coli*.*

Ключевые слова: репя (*Brassica Rapa L.*), эфирное масло, хромато-масс-спектрометрия, компонентный состав, азароны, микробиологическая активность.

*Turnip (Brassica Rapa L.) is valued for its nutritional qualities and healing properties, possessing anti-inflammatory, antiseptic and diuretic effect. It was revealed that the rooter contained a small amount (~ 1%) essential oil. The aim of the study was to investigate the chemical composition and antimicrobial properties of essential oil turnip of kind Petrovskaya-1. We obtained turnip essential oil, a dark blue liquid heavier than water. The electronic absorption spectra in the visible oil account of the absorption band belonging to hamazulene was (732, 660 and 605 nm). Chromatography-mass spectrometry method demonstrated that the composition of essential oil was represented by 17 compounds with 99.2 wt. % of the total weight of the injected sample. The main components of oil with a total content of 91.8 wt. % were three isomers of asarone: α -asarone ((E)-azaron), β -asarone ((Z)-azaron) and γ -asarone (sekishon), with a predominance of β -asarone (57.4 %). The results of microbiological activity studies revealed that the oil turnip inhibits the growth of the test strains of *Pseudomonas aeruginosa* and *Klebsiella pneumoniae*. Concerning the strains of *Acinetobacter baumannii* and *Staphylococcus aureus* essential oil of *Brassica Rapa L.* exhibits zero effect. It has been found out that the oil of *Brassica rapa L.* stimulates reproduction strains of *Escherichia coli*.*

Keywords: turnip (*Brassica Rapa L.*), essential oil, chromatography-mass- spectrometry, component composition, asarone, microbiological activity.

Введение. В Сибири интересным и перспективным направлением в плодовоовощном бизнесе может быть выращивание незаслуженно забытого корнеплода – репы (*Brassica Rapa L.*). Достаточно вспомнить, что на Руси до екатеринин-

ских времен репа была одним из основных пищевых продуктов на столах наших предков. Корнеплод относился к доступным овощам и, благодаря хорошей лежкости, являлся основой зимнего рациона на протяжении многих веков [1]. Также есть сведения об использовании репы в качестве целебного средства при лечении различных воспалительных процессов [2].

Современные исследования химического состава показали, что растение богато пищевыми волокнами, моно- и дисахаридами, ценным углеводом – глюкорафанином – предшественником антиканцерогена сульфорафана, витаминно-минеральным комплексом (витамины А, В, С, РР, минеральные соли, эссенциальные химические элементы: Na, K, Ca, Mg, Fe, P) [2, 3].

Помимо ценных питательных качеств репа была востребована и в народной медицине как лекарственное средство с выраженными противовоспалительными, антисептическими и мочегонными свойствами.

Из литературы известно о наличии в некоторых представителях семейства Крестоцветных эфирного масла [4, 5]. Так как репа также относится к этому семейству, но сведений о наличии и компонентом составе эфирного масла в репе и его биологической активности нет, то представляло интерес провести такое исследование.

Выполненный нами предварительный анализ показал присутствие в *Brassica Rapa* L. небольшого количества эфирного масла.

Цель исследования: изучение химического состава и антимикробных свойств эфирного масла репы (*Brassica Rapa* L.) сорта Петровская-1.

Задачи исследования: получение эфирного масла репы, изучение его электронных спектров поглощения в видимой области и определение компонентного состава; исследование антимикробных свойств эфирного масла с использованием тест-культур некоторых микроорганизмов.

Материалы и методы исследования. В качестве объекта исследования использовалась высушенная, измельченная до 0,5–1 см подземная часть репы сорта Петровская-1, собранная в сентябре 2015 г.

Выделение эфирного масла осуществляли методом гидропародистилляции из воздушно-сухого сырья в течение 12–14 часов с использованием стеклянной колбы и насадки Клевенджерера в соответствии с ГОСТ 24027.2-8 [6]. Химический состав эфирного масла исследовали методом хромато-масс-спектрометрии, как описано Л.К. Гуринович, Т.В. Пучковой [7].

Хромато-масс-спектрометрический анализ проводили на хроматографе Agilent Technologies 7890 А с квадрупольным масс-спектрометром MSD 5975 С в качестве детектора. Содержание компонентов оценивали по площадям пиков на хроматограмме, а их идентификацию производили на основе сравнения времени удерживания и полных масс-спектров компонентов эталонных масел и чистых соединений. Для идентификации также использовались данные библиотеки масс-спектров Wiley275 (275 тысяч масс-спектров), атласа масс-спектров и линейных индексов удерживания [8, 9].

Антимикробную активность оценивали по разнице в размерах диаметра колоний тест-бактерий в опыте и контроле [10]. Контролем служили тест-бактерии, соединенные с 0,5 мл дистиллированной воды.

В качестве тест-штаммов были использованы стандартные типовые культуры микроорганизмов: *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Staphylococcus aureus*, *Acinetobacter baumannii*, предоставленные Красноярской краевой клинической микробиологической лабораторией.

Определенное количество эфирного масла помещали на дно чашки Петри, которую закрывали крышкой со свеженанесенными на поверхность среды пятью тест-организмами. Из двух суточных тест-культур по стандарту мутности готовили суспензию, которой пастеровскими пипетками заполняли лунки станины репликатора. Затем с помощью репликатора делали реплики пяти тест-культур одновременно на поверхность незасеянной среды, разлитой равномерно на дно чашек Петри. Одну половину чашек Петри с исследуемым эфирным маслом закрывали дру-

гой половиной со свеженанесенными методом реплик тест-бактериями и инкубировали в термостате при 37 °С. Реакции тест-микробов на эфирное масло оценивали на 3-4 день по разнице в размерах диаметра колоний тест-бактерий в опыте и контроле. Статистическую обработку проводили по Г.Ф. Лакину [11]. Воздействие эфирного масла на тест-культуру оценивали как положительное (стимулирующее) или отрицательное (ингибирующее), когда размер колоний тест-культур в опыте был соответственно достоверно увеличен или снижен по сравнению с контролем. Если размер колоний в опыте достоверно не отличался от контроля, действие эфирного масла оценивали как нулевое.

Результаты исследования и их обсуждение.

В отличие от большинства популярных корне-

плодов уникальной особенностью корнеплода *Brassica rapa* является наличие в нем эфирного масла (~ 1 %).

Эфирное масло репы, полученное методом гидропародистилляции, представляет собой жидкость темно-синего цвета тяжелее воды. Синяя окраска масла обусловлена, как известно, присутствием хамазулена, который не содержится как таковой в растении, но образуется в результате высокотемпературной обработки растительного материала в результате ряда процессов дегидратации-декарбоксилирования проазуленовых соединений. Действительно, в электронных спектрах поглощения имеются характерные для хамазулена полосы поглощения при 732, 660 и 605 нм (рис.) [12].

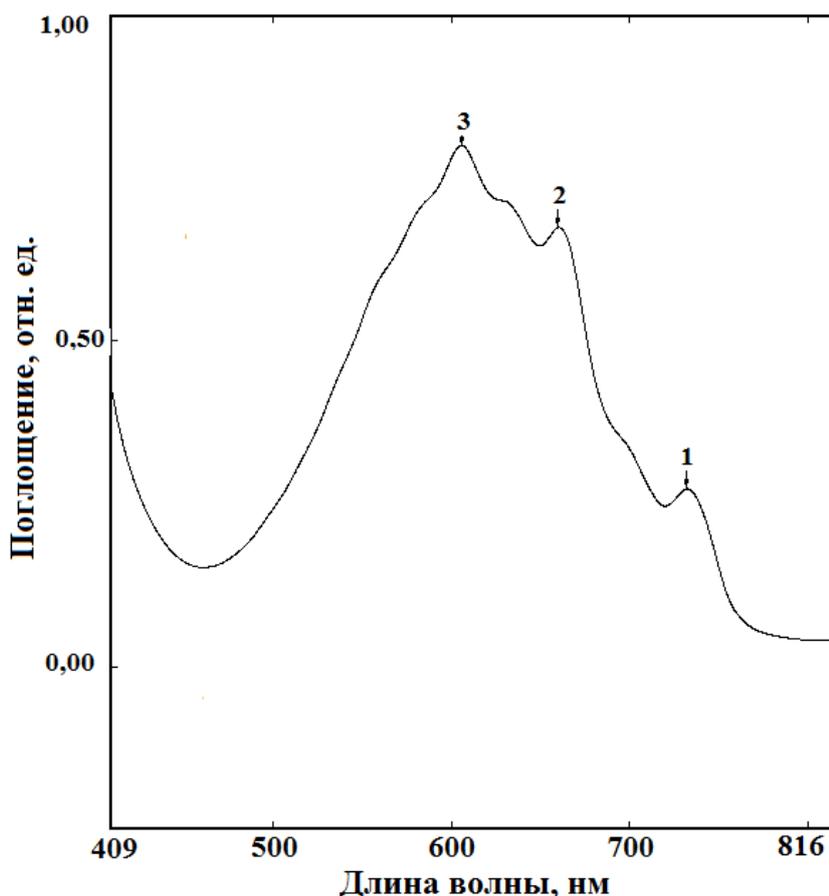


Рис. 1. Электронный спектр поглощения в видимой области эфирного масла репы в гексане: 1 – 732 нм; 2 – 660 нм; 3 – 605 нм

В результате проведенного анализа методом хромато-масс-спектрометрии в эфирном масле репы выявлено и идентифицировано 17 компонентов, составляющих 99,2 % от суммы всех компонентов масла (табл. 1).

В составе эфирного масла обнаружены соединения группы фенилпропенов – метиловые эфиры эвгенола в виде двух изомеров: цис-метил изоэвгенол и транс-метил изоэвгенол, элемицин и все три изомера азарона: α-азарон ((E)-азарон), β-азарон ((Z)-азарон) и γ-азарон (секишон). Суммарное содержание трех изомеров азарона составляет 91,8 % от суммы всех компонентов масла, с преобладанием (Z)-азарона (57,4 %).

Азароны в преобладающем количестве были найдены только в эфирных маслах аира болотного и копытня [13, 14]. Изучение фармакологических свойств азаронов, выделенных из эфирных масел названных растений, показало, что соединения обладают успокаивающим, снотворным, болеутоляющим действием. Также обнаружена способность азаронов расслаблять спазмы гладких мышц и понижать артериальное давление [13, 14].

Компонентный анализ масла позволил выявить преобладание массовой доли кислородсодержащих соединений.

Содержание основных компонентов эфирного масла *Brassica rapa*

Линейный индекс удерживания	Компонент	Содержание, % от суммы всех компонентов
1246	3-фенил-пропионитрил	0,3
1392	β-элемен	0,2
1422	Кариофиллен	0,2
1459	Цис-метил изоэвгенол	1,2
1495	Шиобунон эпимер	0,6
1498	Транс-метил изоэвгенол	0,6
1515	Шиобунон	0,8
1527	δ-кадинен	0,4
1533	Эпи-изо-шиобунон	1,3
1546	α-калакорен	0,7
1559	Элемицин	0,5
1576	γ-азарон	2,4
1610	β-оплопенон	0,7
1625	(Z)-азарон	57,4
1684	(E)-азарон	32,0
1732	Хамазулен	0,2
1743	Изокаламендиол	0,4
Итого		99,2

Известно, что эфирные масла многих лекарственных растений-эфироносков проявляют антимикробную активность [15]. Нами также было проведено определение микробиологической активности эфирного масла репы. Результаты исследования показали, что данное эфирное масло задерживает рост *Pseudomonas aeruginosa* и *Klebsiella pneumoniae*.

По отношению к использованным в эксперименте штаммам *Acinetobacter baumannii*

и *Staphylococcus aureus* эфирное масло репы проявляет нулевое (нейтральное) действие. Также исследование показало, что эфирное масло *Brassica rapa* стимулирует размножение штаммов *Escherichia coli*.

Заключение. Проведенные результаты исследования показали, что корнеплод *Brassica rapa* L. содержит эфирное масло. Установлено, что компонентный состав эфирного масла преимущественно представлен азаронами (до

91,8 вес %). Определена биологическая активность эфирного масла репы по отношению к некоторым тест-культурам микроорганизмов. Показано, что эфирное масло корнеплода сдерживает рост штаммов бактерий *Pseudomonas aeruginosa* и *Klebsiella pneumoniae*, по отношению к штаммам *Acinetobacter baumannii* и *Staphylococcus aureus* проявляет нулевое действие и стимулирует размножение штаммов *Escherichia coli*.

Литература

1. Валентинов Б.Г., Наумова Э.М. Еда, дающая здоровье. – М.: Мир книги, 2007. – 256 с.
2. Всё о лекарственных растениях на ваших грядках / под ред. С.Ю. Раделова. – СПб., 2010. – 224 с.
3. Terry L.A. Health-promoting properties of fruit and vegetables. – London: UK, 2011. – 417 p. – URL: <http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20113328619> (датаобращения 23.01.2016).
4. Afsharypuora S., Suleimanya M. Volatile Oil Constituents of Brassica oleracea var. gongylodes Seeds // Journal of Essential Oil Research gongylodes. – 2002.– Vol. 14 (1). – P. 18–19.
5. Mejía-Garibay B., Palou E., López-Malo. Composition, diffusion, and antifungal activity of black mustard (*Brassica nigra*) essential oil when applied by direct addition or vapor phase contact // J. Food Prot. – 2015. – Vol. 78(4). – P. 843–848.
6. Государственная фармакопея СССР. Вып. 2. Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырье. – изд. 11, доп. – М.: Медицина, 1990. – 440 с.
7. Гуринович Л.К., Пучкова Т.В. Эфирные масла: химия, технология, анализ и применение. – М.: Школа косметических химиков, 2005. – 192 с.
8. McLafferty F.W. The Wiley. NBS Registry of Mass Spectral Data; Wiley. London, 1989. – 563 p.
9. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 2008. – 969 с.
10. Турранен Л.С. Роль летучих метаболитов в межмикробном взаимодействии. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1989. – 104 с.

11. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
12. Коновалов Д.А. Природные азулены // Растительные ресурсы. – 1995. – Т. 31, вып. 1. – С. 101–132.
13. Antidepressant-like effects of essential oil and asarone, a major essential oil component from the rhizome of *Acorus tatarinowii* / P. Han, T. Han, W. Peng [et al.] // Pharm. Biol. – 2013. – Vol. 51(5). – P. 589–594.
14. Щуревич Н.Н., Маркарян А.А. Копытень европейский. Химический состав, фармакологические свойства и применение в медицине // Вестн. РУДН. Сер. «Медицина». – 2009. – № 4. – С. 175–179.
15. Biological effects of essential oils – A review / F. Bakkali, S. Averbeck, D. Averbeck [et al.] // Food and Chemical Toxicology. – 2008. – Vol. 46. – P. 446–475.

Literatura

1. Valentinov B.G., Naumova Je.M. Eda, dajushhaja zdorov'e. – М.: Mir knigi, 2007. – 256 s.
2. Vsjo o lekarstvennyh rastenijah na vashih grjadkah / pod red. S.Ju. Radelova. – SPb., 2010. – 224 s.
3. Terry L.A. Health-promoting properties of fruit and vegetables. – London: UK, 2011. – 417 p. – URL: <http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20113328619> (data obrashhenija 23.01.2016).
4. Afsharypuora S., Suleimanya M. Volatile Oil Constituents of Brassica oleracea var. gongylodes Seeds // Journal of Essential Oil Research gongylodes. – 2002.– Vol. 14 (1). – R. 18–19.
5. Mejía-Garibay B., Palou E., López-Malo. Composition, diffusion, and antifungal activity of black mustard (*Brassica nigra*) essential oil when applied by direct addition or vapor phase contact // J Food Prot. – 2015. – Vol. 78(4). – P. 843–848.
6. Gosudarstvennaja farmakopeja SSSR. Vyp. 2. Obshhie metody analiza. Lekarstvennoe rastitel'noe syr'e. – Izd. 11, dop. – М.: Medicina, 1990. – 440 s.

7. Gurinovich L.K., Puchkova T.V. Jefirnye masla: himija, tehnologija, analiz i primenenie. – M.: Shkola kosmeticheskikh himikov, 2005. – 192 s.
8. Mc Lafferty F.W. The Wiley. NBS Registry of Mass Spectral Data; Wiley. – London, 1989. – 563 p.
9. Tkachev A.V. Issledovanie letuchih veshhestv rastenij. – Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 2008. – 969 s.
10. Tirranen L.S. Rol' letuchih metabolitov v mezhmikrobnom vzaimodejstvii. – Novosibirsk: Nauka, Sib. otd-nie, 1989. – 104 s.
11. Lakin G.F. Biometrija. – M.: Vyssh. shk., 1990. – 352 s.
12. Konovalov D.A. Prirodnye azuleny // Rastitel'nye resursy. – 1995. – T. 31, vyp. 1. – S. 101–132.
13. Antidepressant-like effects of essential oil and asarone, a major essential oil component from the rhizome of *Acorus tatarinowii* / P. Han, T. Han, W. Peng [et al.] // Pharm. Biol. – 2013. – Vol. 51(5). – P. 589–594.
14. Shhurevich N.N., Markarjan A.A. Kopyten' evropejskij. Himicheskij sostav, farmakologicheskie svojstva i primenenie v medicine // Vestn. RUDN. Ser. «Medicina». – 2009. – № 4. – S. 175–179.
15. Biological effects of essential oils – A review / F. Bakkali, S. Averbeck, D. Averbeck [et al.] // Food and Chemical Toxicology. – 2008. – Vol. 46. – P. 446–475.



УДК 663.853.52:664

*О.В. Гончарук, С.М. Доценко, Л.А. Ковалева,
А.И. Гончарук, С.В. Вараксин, А.Г. Иванин*

НАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ЗАДАННОГО СОСТАВА И СВОЙСТВ НА ОСНОВЕ СОЕВО-МОРКОВНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

*O.V. Goncharuk, S.M. Dotsenko, L.A. Kovalyova,
A.I. Goncharuk, S.V. Varaksin, A.G. Ivanin*

SCIENTIFIC ASPECTS OF CREATION OF FOOD OF THE SET STRUCTURE AND PROPERTIES ON THE BASIS OF SOY AND CARROT COMPOSITIONS

Гончарук О.В. – канд. техн. наук, доц. каф. финансов АПК Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск. E-mail: kgoncha-oksana@yandex.ru

Доценко С.М. – д-р техн. наук, проф. каф. автоматизации производственных процессов и электротехники Амурского государственного университета, г. Благовещенск. E-mail: amgu_appe@mail.ru

Ковалева Л.А. – канд. техн. наук, доц. каф. дизайна Амурского государственного университета, г. Благовещенск. E-mail: kovalevsasha@yandex.ru

Гончарук А.И. – канд. техн. наук, доц. каф. эксплуатации и ремонта транспортно-технологических машин и комплексов Дальневосточного государственного аграрного университета, г. Благовещенск. E-mail: docent-dalgau@yandex.ru

Goncharuk O.V. – Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Finance of Agrarian and Industrial Complex, Far East State Agrarian University, Blagoveshchensk. E-mail: kgoncha-oksana@yandex.ru

Dotsenko S.M. – Dr. Tech. Sci., Prof., Chair of Automation of Productions and Electrical Equipment, the Amur State University, Blagoveshchensk. E-mail: amgu_appe@mail.ru

Kovalyova L.A. – Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof. Chair of Design, the Amur State University, Blagoveshchensk. E-mail: kovalevsasha@yandex.ru

Goncharuk A.I. – Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Chair of Operation and Repair of Transport-technological Machines and Complexes, Far East State Agrarian University, Blagoveshchensk. E-mail: docent-dalgau@yandex.ru