

СУБЛИМИРОВАННЫЕ ФРУКТЫ КАК ИСТОЧНИКИ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН С АНТИОКСИДАНТНЫМИ СВОЙСТВАМИ

A.S. Dancheva, N.V. Makarova

FREEZE DRYING FRUITS AS SOURCES OF FOOD FIBERS WITH ANTIOXIDANT PROPERTIES

Данчева А.С. – магистрант факультета пищевых производств Самарского государственного технического университета, г. Самара.

E-mail: daalenas@gmail.com

Макарова Н.В. – д-р хим. наук, проф., зав. каф. технологии и организации общественного питания Самарского государственного технического университета, г. Самара.

E-mail: daalenas@gmail.com

Dancheva A.S. – Magistrate Student, Faculty of Food Productions, Samara State Technical University, Samara.

E-mail: daalenas@gmail.com

Makarova N.V. – Dr. Chem. Sci., Prof., Head, Chair of Technology and Organization of Public Catering, Samara State Technical University, Samara.

E-mail: daalenas@gmail.com

Цель исследования – определение лучшего источника пищевых волокон с антиоксидантными и антирадикальными свойствами. Задачи исследования: провести сравнительный анализ химического состава (пищевые волокна, общее содержание фенолов, флавоноидов, антоцианов), антирадикальной и антиоксидантной активностей сублимированных фруктов (FRAP, DPPH) как пищевых волокон. В качестве объектов сравнения выбраны клубника, малина, вишня, крыжовник, яблоко, слива Самарской области. В ходе исследования получили сублимированные фрукты в лаборатории Самарского государственного университета при помощи лиофилизатора серии VaCo, производство ZIRBUS technology. Проанализировали водно-спиртовые экстракты сублимированных фруктов на наличие антиоксидантной и антирадикальной способностей, а также определили процентное содержание пищевых волокон. Результаты проведенных экспериментов показывают, что слива содержит наибольшее количество фенольных соединений – 963 мг галловой кислоты/100 г исходного сырья и антоцианов – 507 мг цианидин-3-гликозида/100 г исходного сырья. Вишня обладает наибольшей восстанавливающей силой по методу FRAP среди сублимированных фруктов, наблюдается 17,28 ммоль Fe^{2+} /1 кг исходного сырья, и имеет наилучший показа-

тель на антирадикальную активность по методу DPPH – 6,3 EC_{50} мг/мл. У вишни также наблюдается наибольшее содержание флавоноидов – 318 мг катехина/100 г сырья. Наибольшее содержание пищевых волокон среди сублимированных фруктов оказалось у сливы – 50 %. Наихудший показатель по содержанию фенолов у крыжовника – 781 галловой кислоты/100 г исходного сырья, по содержанию флавоноидов – у малины – 189 мг катехина/100 г сырья. Наименьшее количество пищевых волокон также наблюдается у малины и составляет 43,2 %.

Ключевые слова: сублимация, фрукты, пищевые волокна, антиоксидантная активность, фенолы, флавоноиды, антоцианы.

The purpose of the study was to determine the best source of dietary fibers with antioxidant and anti-radical properties. The research problems were to carry out comparative analysis of chemical composition (dietary fibers, the total content of phenols, flavonoids, anthocyanin), anti-radical and antioxidant activities of freeze drying fruit (FRAP, DPPH) as dietary fibers. Strawberry, raspberry, cherry, gooseberry, apple, plum of Samara Region were chosen as objects of comparison. In the course of research freeze drying fruit in the laboratory of Samara State University with the help of the Vaco series production Zirbus technology was received.

Water-alcohol extracts of freeze drying fruit for antioxidant and anti-radical abilities were analyzed and the content of food fibers was also determined. The results of the experiments showed that the plum contained the greatest number of phenol compounds – 963 mg of gallic acid/100 g of initial raw materials and anthocyanin – 507 mg of cyanide-3-glycozide/100 g of initial raw materials. Cherry possessed the greatest regenerative force by the method FRAP among sublimated fruit – 17.28 mmol Fe²⁺/1 kg of initial raw materials and had the best index on antiradical activity on the method DPPH – 6.3, Ec mg/ml. In cherry also the greatest content of flavonoids – 318 mg catechin/100 g of feedstock was also observed. The largest content of dietary fibers among sublimated fruit appeared in plum – 50 %. The worst indicator on the content of phenols in gooseberry was 781 gallic acid/100 g of initial raw materials, the content of flavonoids in raspberry made 189 mg catechin/100 g of feedstock. The smallest amount of dietary fibers was also observed in raspberries and made 43.2 %.

Keywords: *sublimation, fruit, dietary fibers, antioxidant activity, phenols, flavonoids, anthocyanins.*

Введение. Всем давно известно, что пищевые волокна полезны для здоровья человека. Это факт подтверждается во многих научных статьях. Так, в статье [1] пишется о пользе полисахаридов с большой гидрофобной поверхностью, которые играют важную роль в связывании желчных кислот, канцерогенов и мутагенов.

В работе [2] опубликованы данные, доказывающие, что орехи и ягоды являются источником клетчатки, в том числе и растворимой, а также общих фенолов.

Широкомасштабные исследования, проведенные на 2295 добровольцах иранскими учеными в течение 2006–2012 гг., доказали, что введение пищевых волокон в диету снижает риск сердечно-сосудистых заболеваний в основном за счет снижения содержания глюкозы и липидов в крови [3].

Именно волокна из зерновых культур, фруктов и овощей считаются основными источниками пищевых волокон, и присутствие данных компонентов в рационе питания снижает риск заболеваний [4].

Одним из существенных направлений в исследованиях по пищевым волокнам как компонентам пищевых продуктов являются работы по введению пищевых волокон в состав пищевых продуктов. Так, словенские ученые ввели в состав кексов яблочные пищевые волокна. Сенсорные свойства кексов с пищевыми волокнами сравнивались с обычными кексами. Выяснилось, что яблочные волокна оптимально вводить в состав кексов в количестве 10 % [5].

Круглогодичным вариантом источником пищевых волокон могут стать сублимированные фрукты и овощи, также богатые пищевыми волокнами. Данные продукты можно получить при помощи сублимационной сушки. Процесс сублимации происходит при отрицательной температуре (минус 70 °C), под вакуумом, данные условия позволяют сохранить все полезные свойства продуктов.

Цель исследования: определение лучшего источника пищевых волокон среди сублимированных фруктов с антиоксидантными и антирадикальными свойствами.

Задачи исследования: провести сравнительный анализ химического состава (пищевые волокна, общее содержание фенолов, флавоноидов, антоцианов), антирадикальной и антиоксидантной активностей сублимированных фруктов (FRAP, DPPH). В качестве объектов сравнения выбраны клубника (сорт Вымпел), малина (сорт Ранний сюрприз), вишня (сорт Шаринская), крыжовник (сорт Малахит), яблоко (сорт Спартак), слива (сорт Галатея), произрастающие в Самарской области.

Объекты, методы и материалы исследования

Приготовление настоев сушеных фруктов. Навеску фруктов массой 4 г заливали 40 см³ водно-спиртовой смесью концентрацией 50 %. Полученную смесь выдерживали в термостате при температуре 37 °C в течение 48 ч. Далее смесь фильтровали и использовали фильтрат.

Общее содержание фенольных соединений. Общее содержание фенольных веществ в водно-спиртовых фруктовых растворах определяли с использованием модифицированного метода Фолин-Чеколтеу [6].

Общее содержание флавоноидов. Экстракт или стандартный раствор катехина в объеме 0,50 мл добавляли в мерную пробирку объемом

10 мл. Затем добавляли 2,50 мл дистиллированной воды, в начальный момент времени добавляли 0,15 мл 5 %-го нитрита натрия, а через 5 мин – 0,30 мл 10 %-го хлорида алюминия. Смесь выдерживали еще 5 мин. Коэффициент поглощения измеряли при 510 нм. Содержание флавоноидов выражали в мг эквивалентов катехина в 100 г исходного сырья (Фл, мг К/100 г ИС) по калибровочному графику [7].

Определение антоцианов. Анализ общего содержания антоцианов, присутствующих в исследуемом экстракте, делали путем измерения коэффициента поглощения при двух различных рН (1,0 и 4,5) при 515 и 700 нм [8].

Антиоксидантная активность по методу DPPH. Способ базируется на реакции антиоксидантов исходного сырья со стабильным хромоген-радикал 2,2-дифенил-1-пикрилгидрозилом (DPPH) [9].

Метод FRAP. Восстанавливающую силу анализируемого экстракта определяли по методу FRAP [10].

Определение содержания пищевых волокон в сублимированных фруктах. Метод основан на

ферментативном гидролизе крахмальных и некрахмальных соединений с помощью амилазы, протеазы и амилоглюкозидазы до моно-, ди-, олигосахаридов и пептидов [11].

Результаты исследования и их обсуждение. Исследование по определению антиоксидантной и антирадикальной активности, а также по определению содержания фенолов, флавоноидов и пищевых волокон проводилось в лаборатории кафедры «Технология и организация общественного питания» Самарского государственного технического университета.

На первом этапе нашей целью было получение сублимированных фруктов и пищевых волокон на их основе. Следующим этапом было получение водно-спиртовых растворов сублимированных фруктов и анализ полученных настоев.

На рисунке 1 представлены результаты определения содержания фенолов в сублимированных фруктах: малине, клубнике, вишне, крыжовнике, сливе, яблоке.

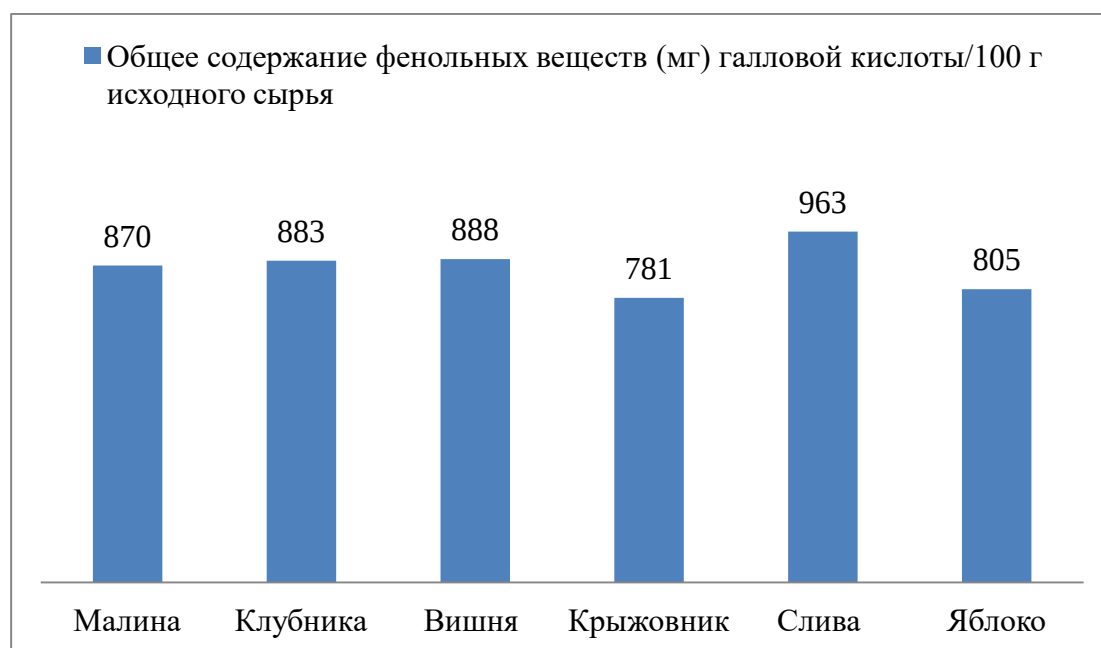


Рис. 1. Содержание фенольных веществ в сублимированных фруктах

На рисунке 1 видно, что наибольшее количество фенольных веществ содержится в сливе (963 мг галловой кислоты/100 г исходного сырья), а наименьшее – в крыжовнике (781 мг галловой кислоты/100 г исходного сырья).

На рисунке 2 приведены значения по содержанию флавоноидов в сублимированных фруктах.

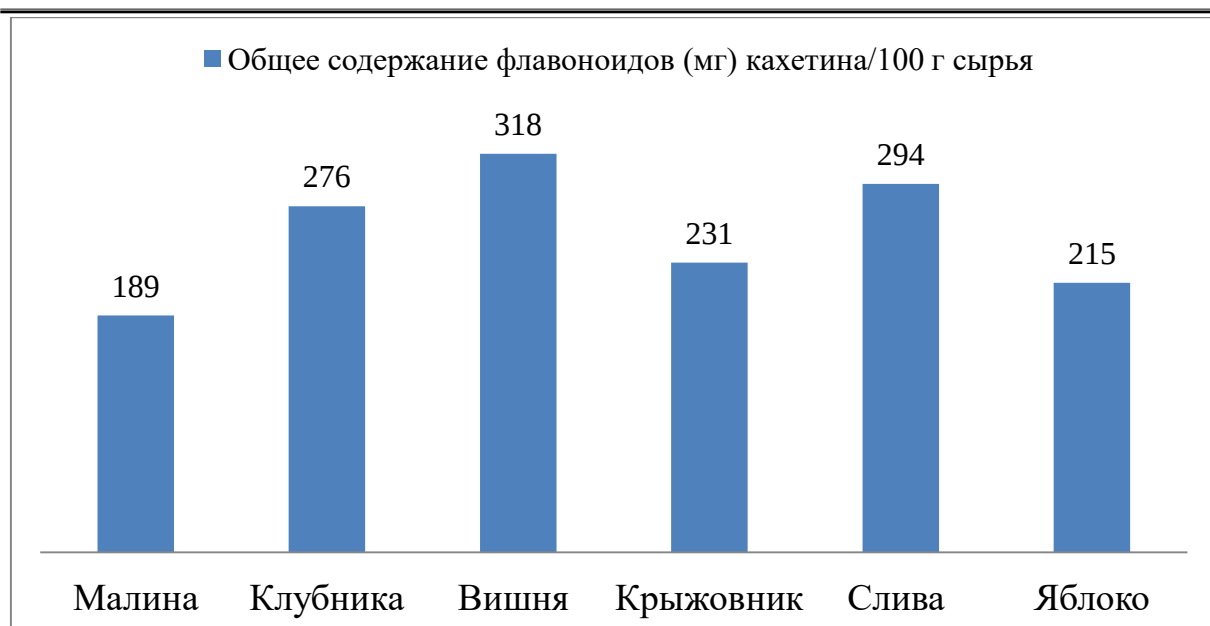


Рис. 2. Общее содержание флавоноидов в сублимированных фруктах

Флавоноидов больше содержится в вишне – 318 мг катехина/100 г сырья, в сливе – 294; в клубнике – 276; в крыжовнике – 231; в яблоке – 215 мг катехина/100 г сырья, наименьшее количество содержится в малине.

На рисунке 3 представлены результаты исследований на содержание антоцианов в сублимированных фруктах.

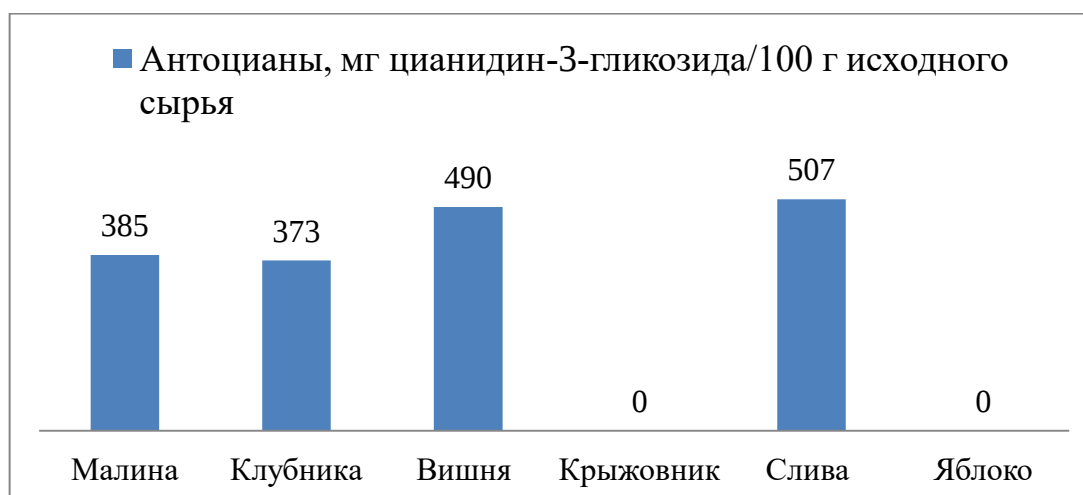


Рис. 3. Содержание антоцианов в сублимированных фруктах

Согласно результатам, представленным на рисунке 3, видно, что наибольшее количество антоцианов содержится в сливе и вишне – 507 мг цианидин-3-гликозида/100 г исходного сырья и 490 мг цианидин-3-гликозида/100 г исходного сырья соответственно. Данный факт обуславливает интенсивность окраски данных продуктов. В малине содержание антоцианов состав-

ляет 385 мг цианидин-3-гликозида/100 г исходного сырья, в клубнике – 373 мг цианидин-3-гликозида/100 г исходного сырья. В крыжовнике и яблоке антоцианы отсутствуют.

На рисунке 4 представлены результаты исследований на антирадикальную активность сублимированных фруктов по методу DPPH.

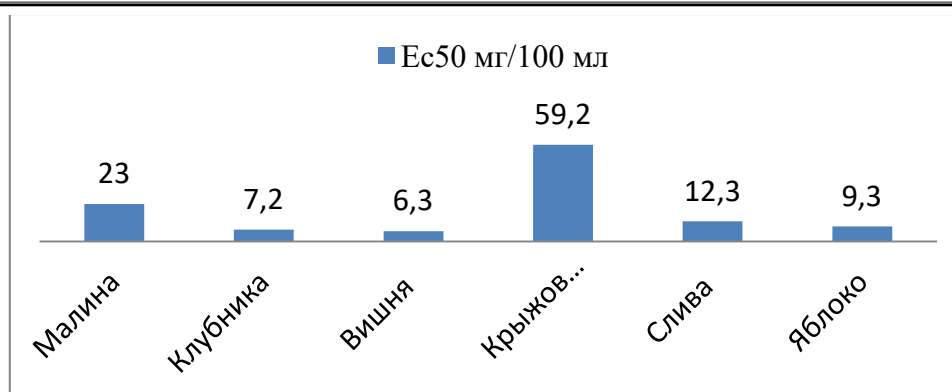


Рис. 4. Антирадикальная активность сублимированных фруктов

По результатам, представленным на рисунке 4, видно, что наилучший результат среди сублимированных фруктов у вишни – 6,3 Ес50 мг/мл; у клубники – 7,2; у яблока – 9,3; у сливы – 12,3; у

малины – 23 Ес50 мг/мл; худший результат у крыжовника – 59,2 Ес50 мг/мл.

На рисунке 5 представлены результаты исследований на антиоксидантные свойства сублимированных фруктов по методу FRAP.

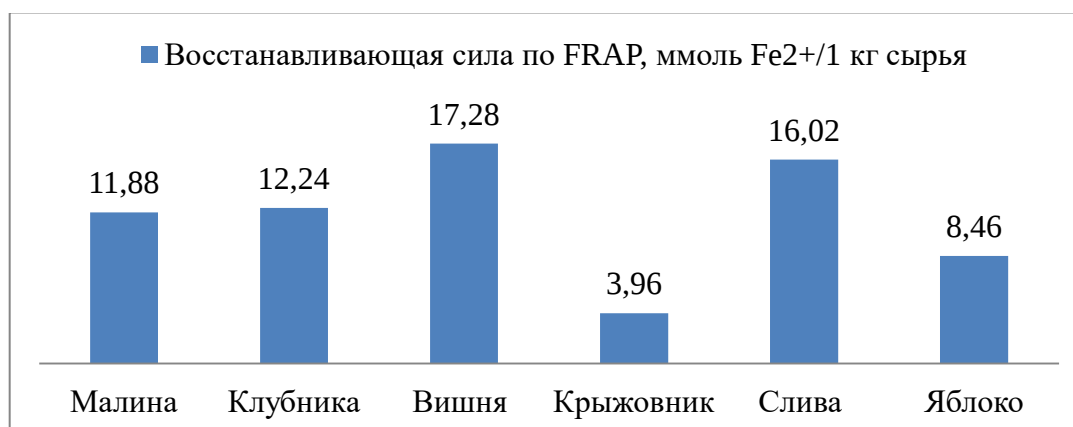


Рис. 5. Значение FRAP в сублимированных фруктах

Наибольшая восстанавливающая сила по методу FRAP среди сублимированных фруктов наблюдается у вишни – 17,28 ммоль Fe²⁺/1 кг исходного сырья, наименьшая у крыжовника – 3,96 ммоль Fe²⁺/1 кг исходного сырья. Средние значения у яблока – 8,46 ммоль Fe²⁺/1 кг ис-

ходного сырья; малины – 11,88 и клубники – 12,24 ммоль Fe²⁺/1 кг исходного сырья.

Определение содержания пищевых волокон в сублимированных фруктах определяли ферментативным способом. Результаты представлены в таблице.

Содержание пищевых волокон в сублимированных фруктах

Фрукт	Содержание пищевых волокон, %
Слива	50,0
Малина	43,2
Клубника	45,1
Яблоко	47,0
Крыжовник	46,6
Вишня	44,7

Сублимированные фрукты содержат большое количество пищевых волокон (в среднем 45 %). Наибольшее количество содержится в сливе – 50 % и яблоке – 47 %. Меньшее количество наблюдается в крыжовнике – 46,6 % и клубнике – 45,1 %.

Сублимированные фрукты могут выступать в качестве биологически активной добавки с высоким содержанием клетчатки для нормализации пищеварения.

Выводы. Результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что сублимированные фрукты являются источником пищевых волокон с антиоксидантными и антирадикальными свойствами.

Следует отметить, что слива и вишня являются наилучшими функциональными продуктами с большим содержанием пищевых волокон и наличием антирадикальных и антиоксидантных свойств.

Литература

1. Blackwood A.D., Salter J., Dettmar P.W. et al. Dietary fiber, physicochemical properties and their relationship to health // J. Roy. Soc. Promot. Health. – 2000. – № 4. – P. 242–247.
2. Dodevska M., Sobajic S., Djordjevic B. Fiber and polyphenols of selected fruits, nuts and green leafy vegetables used in Serbian diet // J. Serb. Chem. Soc. – 2015. – № 1. – P. 21–33.
3. Mirmiran P., Bahadoran Z., Moghadam S.K. et al. A prospective study of different types of dietary fiber and risk of cardiovascular disease: Tehran lipid and glucose study // Nutrients. – 2016. – № 8. – P. 1–12.
4. Wood N. Total dietary fiber, and selected vegetable, fruit, legume and cereal fiber intake and risk of heart attack in periodontitis subjects // Func. Foods in health and disease. – 2011. – № 10. – P. 424–443.
5. Kohajdova Z., Karovicova J., Jurasova M. et al. Effect of the addition of commercial apple fiber powder on the baking and sensory properties of cookies // Acta Chem. Slovaca. – 2011. – Vol. 4. – P. 88–97.
6. Ashraf M.A., Maah M.J., Yusoff I. [et al]. A Study of antioxidant potential of tropical fruit // Int. J.

Biosci., Biochem. and Bioinform. – 2011. – Vol. 1. – № 1. – P. 53–54.

7. Calado J.C.P., Albertao P.A., Oliveira E.A. et al. Flavonoid contents and antioxidant activity in fruit, vegetables and other types of food // Agri. Sci. – 2015. – Vol. 6. – P. 426–435.
8. ГОСТ Р 53773-2010. Продукция соковая. Методы определения антоцианинов. – М.: Стандартинформ, 2010. – 20 с.
9. Nurliyana R., Zahir S., Suleiman I.M. et al. Antioxidant study of pulps and peels of dragon fruits: a comparative study // Int. Food Res. J. – 2010. – № 17. – P. 367–375.
10. Sochor J., Zitka O., Skutkova H. et al. Content of phenolic compounds and antioxidant capacity in fruits of apricot genotypes // Molecules. – 2010. – № 15. – P. 212–233.
11. ГОСТ Р 54014-2010. Продукты пищевые функциональные. Определение растворимых и нерастворимых волокон ферментативно-гравиметрическим методом. – М.: Стандартинформ, 2011. – 12 с.

Литература

1. Blackwood A.D., Salter J., Dettmar P.W. et al. Dietary fiber, physicochemical properties and their relationship to health // J. Roy. Soc. Promot. Health. – 2000. – № 4. – P. 242–247.
2. Dodevska M., Sobajic S., Djordjevic B. Fiber and polyphenols of selected fruits, nuts and green leafy vegetables used in Serbian diet // J. Serb. Chem. Soc. – 2015. – № 1. – P. 21–33.
3. Mirmiran P., Bahadoran Z., Moghadam S.K. et al. A prospective study of different types of dietary fiber and risk of cardiovascular disease: Tehran lipid and glucose study // Nutrients. – 2016. – № 8. – P. 1–12.
4. Wood N. Total dietary fiber, and selected vegetable, fruit, legume and cereal fiber intake and risk of heart attack in periodontitis subjects // Func. Foods in health and disease. – 2011. – № 10. – P. 424–443.
5. Kohajdova Z., Karovicova J., Jurasova M. et al. Effect of the addition of commercial apple fiber powder on the baking and sensory properties of cookies // Acta Chem. Slovaca. – 2011. – Vol. 4. – P. 88–97.

6. *Ashraf M.A., Maah M.J., Yusoff I. et al. A. Study of antioxidant potential of tropical fruit // Int. J. Biosci., Biochem. and Bioinform. – 2011. – Vol. 1. – № 1. – P. 53–54.*
7. *Calado J.C.P., Albertao P.A., Oliveira E.A. et al. Flavonoid contents and antioxidant activity in fruit, vegetables and other types of food // Agri. Sci. – 2015. – Vol. 6. – P. 426–435.*
8. GOST R 53773-2010. *Produkcija sokovaja. Metody opredelenija antocianinov.* – M.: Standartinform, 2010. – 20 s.
9. *Nurliyana R., Zahir S., Suleiman I.M. et al. Antioxidant study of pulps and peels of dragon fruits: a comparative study // Int. Food Res. J. – 2010. – № 17. – P. 367–375.*
10. *Sochor J., Zitka O., Skutkova H. et al. Content of phenolic compounds and antioxidant capacity in fruits of apricot genotypes // Molecules. – 2010. – № 15. – P. 212–233.*
11. GOST R 54014-2010. *Produkty pishhevye funkcional'nye. Opedelenie rastvorimyh i nerastvorimyh volokon fermentativno-gravimetricheskim metodom.* – M.: Standartinform, 2011. – 12 s.

