УДК 664.696.141.3

ИССЛЕДОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЛИВЫ СОРТА «ВЕНГЕРКА ДОМАШНЯЯ», КУЛЬТИВИРУЕМОЙ В ЮЖНЫХ РЕГИОНАХ КАЗАХСТАНА

Шингисов А.У., Кантуреева Г.О., Еркебаева С.У.

Южно-Казахстанский Государственный Университет им. М. Ауэзова, Шымкент, e-mail: azret_utebai @mail.ru

Исследован минеральный состав, общее содержание фенольных веществ, плотность, содержание сухих веществ и pH в свежем сырье и в экстрактах плодов с различными соотношениями сырья и экстрагента. Установлено, что в сливе сорта Венгерка домашняя содержатся следующие макро и микроэлементы: K – 40,54 мг , P – 4,2 мг, Mg – 3,09 мг, Ca – 2,1 мг, Na – 1,94 мг и Fe – 0,19 мг, Zn- 0,094 мг, Mn – 0,051 мг, Cu – 0,059 мг на 100 г сливы; а также высокое содержание общих фенольных веществ: 65,1 мг/г, в виде грамм эквивалентов галловой кислоты (GAE). На основании проведенных исследований физико-химических характеристик сделан вывод о том, что при экстракции сорта сливы «Венгерка домашняя», выращиваемой в Южном Казахстане наибольший выход сухих веществ составляет при 20% процентном содержании сливы и 6 часовом времени выдержке ее в экстрагенте.

Ключевые слова: плоды сливы (Prúnus doméstica), биологически активные компоненты, низкочастотная вакуум-ультрозвуковая экстракция, минеральный состав, фенольные вещества, физико-химические характеристики

INVESTIGATION OF MINERAL COMPOSITION AND PHYSICAL AND CHEMICAL PARAMETERS OF PLUM VARIETY «VENGERKA DOMASHNAYA» CULTIVATED IN SOUTHERN REGIONS OF KAZAKHSTAN

Shingissov A.U., Kantureyeva G.O., Erkebayeva S.U.

M. Auezov South Kazakhstan State University, Shymkent, e-mail: azret_utebai @mail.ru

It was investigated the mineral composition, the total content of phenolic compounds, density, solids content and pH of the fresh raw materials and extracts of fruits with various ratios of raw materials and the extractant. It was established that in the plum of variety «Vengerka domashnaya» there are the following macro and micro elements: K – 40,54 mg, P – 4,2 mg, Mg – 3,09 mg, Ca – 2,1 mg, Na – and 1,94 mg Fe – 0,19 mg, Zn – 0,094 mg, Mn – 0,051 mg, Cu-0,059 mg on 100 g plum; and a high content of total phenolic substances: 65,1 mg g, as g gallic acid equivalents (GAE). Based on the studies of physical and chemical characteristics it was concluded that the extraction varieties of plum «Vengerka domashnaya» grown in southern Kazakhstan highest yield of dry matter is at 20% the percentage of plums and its 6 hour endurance time in the extractant.

Keywords: plum fruit (Prúnus doméstica), biologically active components, low-frequency vacuum supersonic extraction, mineral composition, phenolic substances, physical and chemical characteristics

В последние годы нутрициологи и общественность уделяют все большее внимание к фруктам не только как источникам энергии и эссенциальных нутриентов. Многие минорные компоненты, в частности, содержащиеся в них фенольные вещества, обладают антиоксидантными свойствами, определяющие их оздоровительный эффект при многих хронических заболеваниях. В дополнение к целебным свойствам растительных антиоксидантов, они вносят определенный вклад в стабильность продуктов и пищи [1, 2].

В настоящее время антиоксиданты широко используются для предотвращения окислительной порчи ряда пищевых продуктов в процессе их производства и хранения. Однако применение синтетических антиоксидантов ограничено из-за их возможного токсического действия. Это проводит к необходимости поиска альтернативных соединений в растительном сырье, в частности, фруктов, обладающих высокой антиоксидантной активностью и безвредных для человека, для применения в пищевой промышленности.

Различные фрукты, такие как виноград и яблоки хорошо изучены и как известно, содержат значительные количества таких биологически активных компонентов как фенольные вещества [7, 10]. Тем не менее, сливы, которые имеют очень высокие концентрации фенольных соединеий, остаются недостаточно изученными. С другой стороны, многие минеральные вещества, содержащиеся в сливах имеют большое значение в биологических процессах, так как участвуют в предотвращении некоторых хронических заболеваний.

Также производители пищевых продуктов обратили особое внимание на экстракты растений и фруктов, проявляющих антиокислительный эффект [7, 10]. Обладая высокой антиоксидантной активностью,

экстракты растений имеют большое преимущество с точки зрения маркетинга. Эти антиоксиданты не имеют индекса Е, что особенно привлекательно для производителей пищевой продукции, которым важно отсутствие в продукте лимитированных добавок с индексом Е.

Таким образом, задачей нашего исследования является определение общего содержания биологически активных компонентов и минерального состава, а также физико-химических характеристик сорта сливы, выращиваемой в Южном Казахстане и наиболее подходящей для применения в качестве аниоксидантов.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования служили плоды сорта сливы «Венгерка домашняя», выращиваемой в Южном Казахстане.

Исследование минерального состава проводилось на высокоэффективном жидкостном хроматографе (ВЭЖХ).

Суммарное содержание фенольных соединений определяли модифицированным методом Фолина–Чокальтеу с некоторыми дополнениями [3]. Для анализа отмеряли по 1 мл экстракта с разным процентным содержанием в мерную колбу вместимостью 100 мл. Затем в мерную колбу добавляли 5 мл реактива Фолина-Чокальтеу (предварительно разбавленного в 10 раз) и 4 мл 20% раствора соды. Объем доводили водой до метки, перемешивали и выдерживали 30 минут при температуре 20°С. После выдержки, в растворе определяли оптическую плотность раствора при $\lambda = 540$ нм, длина кюветы 10 мм на фотоэлектрическом колориметре марки КФК-2МП. Оптическую плотность подготовленных растворов измеряли отдельно для определения общего количества фенольных соединений в экстрактах с различным содержанием сливы по следующей формуле:

$$C = C_1 \times V/m, \quad (1)$$

где: С – общее содержание фенольных веществ в мг/г, в виде грамм эквивалентов галловой кислоты (GAE);
C_1 – концентрация галловой кислоты, определяемая по калибровочному графику в мг/мл;
V – объем экстракта в мл;
m – масса экстракта сырья в г.

Для определения оптимальной величины соотношения сырья и экстрагента измельченное до размера частиц 1–2 мм сырье заливали экстрагентом (40% водным раствором этилового спирта) в соотношении сырье: экстрагент, равном 10, 20, 30%, выдерживали при комнатной температуре в течение 360 мин при периодическом перемешивании. Затем все образцы подвергали низкочастотной ультразвуковой обработке, по методике, приведенной в работе [5]. Далее с целью определения технологически обоснованной продолжительности процесса экстракцию проводили при оптимальной концентрации сырья, при комнатной температуре в течение 120, 240 и 360 мин. Полученные экстракты фильтровали и определяли стандартными методами следующие показатели: плотность, содержание сухих веществ и pH.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования минерального состава свежей сливы сорта Венгерка домашняя (влажность – 76,46%, зольность – 0,46%) приведены на рис. 1 и 2.

Анализ экспериментальных данных представленных на рис. 1 и 2 показывает, что исследованный образец сливы обладает почти всеми эссенциальными, т.е. жизненно необходимыми макро и микроэлементами. Так, например, содержание фосфора, натрия, магния, кальция в 100 г сливы соответствует среднестатистическим данным из литературных источников, хотя содержание калия несколько ниже в опытном образце сливы и составляет 40,54 мг. Однако, общее количество основных макроэлементов в свежей сливе, находящееся в следующей последовательности: K > P > Mg > Ca > Na, согласуется с результатами других исследователей [6, 8, 9]. Общее содержание микроэлементов также согласуется с исследованиями других ученых и находится в следующей последовательности Fe > Zn > Mn > Cu [6, 8, 9].

Содержание фенольных веществ в исследуемом продукте определяли по калибровочному графику. Для этого по оси ординат отложив экспериментальное значение оптической плотности проводится линия, параллельная оси абсцисс до пересечения калибровочной линии. Затем проводится линия, параллельная оси ординат до пересечения с линии абсцисс.

Значения оптической плотности с 10%, 20% и 30% содержанием сливы в водно-спиртовом экстракте, исходя их калибровочного графика (рис. 3) – 0,67, 0,71 и 0,72 соответственно. Рассчитанное по формуле (1) количество фенольных соединений в экстрактах составило 58 мг/г, 65,1 мг/г и 65,2 мг/г в виде грамм эквивалентов галловой кислоты (GAE) что подтверждает выбор оптимальной концентрации сырья в экстрагенте – 20%.

Известно, что слива, также как и другие косточковые культуры, характеризуется не высоким количеством витамина С в плодах: по нашим данным, среднее содержание аскорбиновой кислоты составило 0,62 мг/г [5], но в сочетании с фенольными соединениями сливы как источник антиоксидантов представляют большую ценность для производителей пищевых продуктов в процессе их производства и хранения.

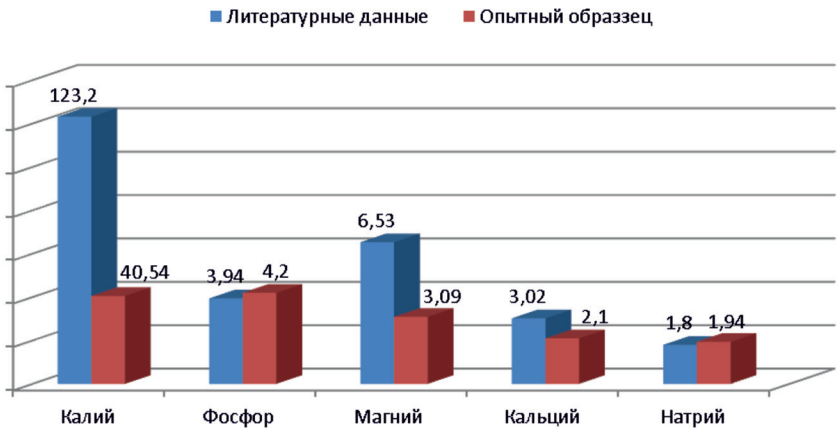

Рис. 1. Содержание макроэлементов в сливе

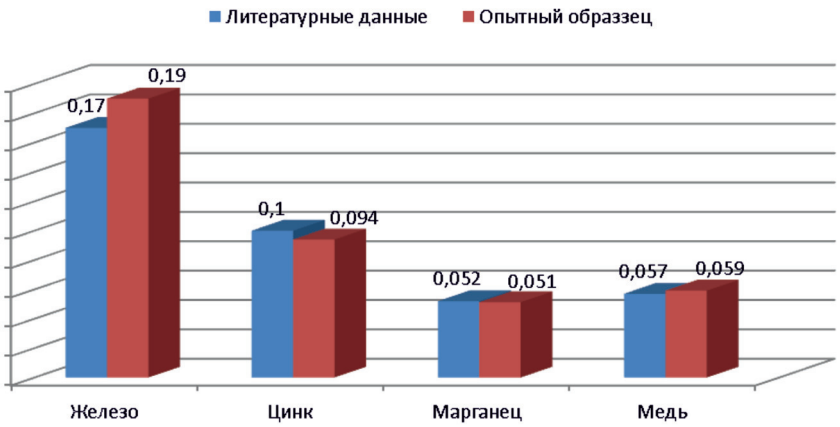

Рис. 2. Содержание микроэлементов в сливе

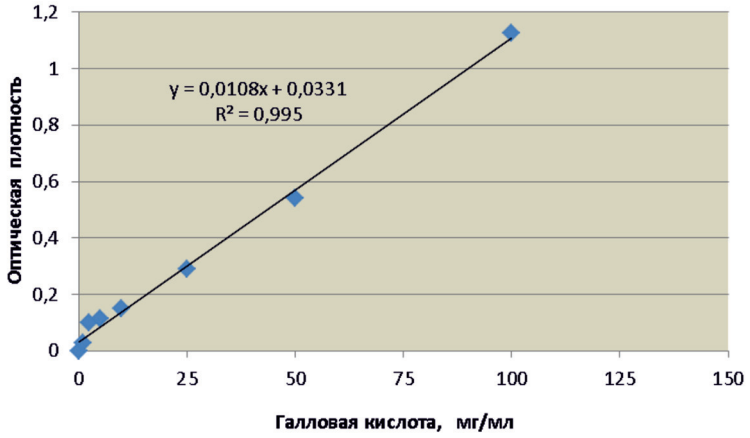

Рис. 3. Калибровочная кривая по галловой кислоте

При поиске рациональных режимов процесса экстракции биологически активных компонентов из плодов сливы учитывали влияние входных параметров: температуры экстракции, варьирующей в интервале от 20 до 40°С, продолжительности экстракции, изменяющейся в пределах от 120 до 360 мин; концентрацию экстрагируемого сырья в экстрагенте меняли в интервале 10–30 %.

Результаты исследования физико-химических показателей образцов экстрактов сливы представлены на рис. 4, 5 и 6.

На рис. 4 приведены результаты исследования влияния времени выдержки сливы в экстракте и процентного содержание в нем сливы.

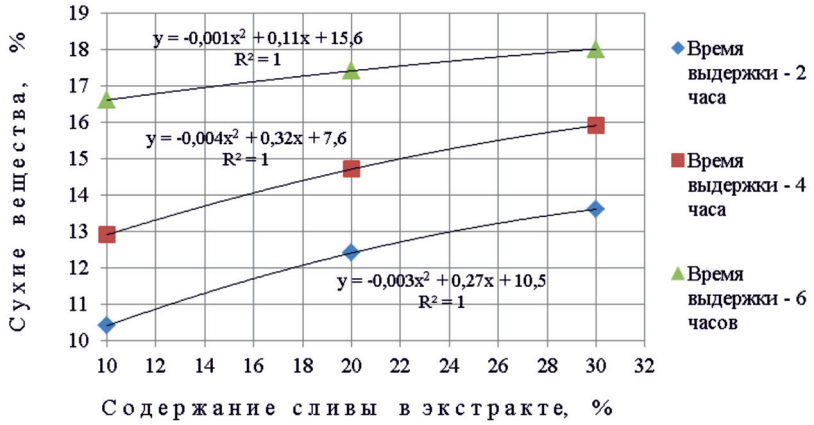

Рис. 4. Зависимость выхода сухих веществ от времени выдержки и процентного содержание сливы в экстрагенте

Анализ кривой представленного рис. 4 показывает, что в зависимости от процентного содержание сливы в экстракте с увеличением времени экстракции выход сухих веществ увеличивается. Например, если при выдержке сливы в экстракте 2 часа и при содержании в нем сливы 10% выход сухих веществ составляет 10,4% , то при повышении ее процентного содержание в экстрагенте до 20% выход сухих веществ увеличивается до 12,4%. Дальнейшие повышения процентного содержание сливы в экстрагенте до 30% приводил к увеличению выхода сухих веществ на 9,7% по сравнению с 20% процентным содержанием сливы в экстрагенте.

Из представленного рис. 4 также видно, что с увеличением времени экстракции и процентного содержание сливы в экстрагенте характер кривой закономерности выхода сухих веществ сохраняется, но с другими числовыми значениями. Например, если при выдержке сливы в экстракте 2 часа и при содержании в нем сливы 10% выход сухих веществ составляет 10,4% , то при увеличении времени выдержки от 2 часов до 4 часов и при этой же содержании сливы выход сухих веществ увеличивается с 10,4% до 14,7% т.е. на 41,3%. Дальнейшие увеличение времени выдержки сливы в экстракте от 4 до 6 часов приводил увеличению выхода сухих веществ с 14,7% до 17,4% т.е. на 18,4%. Аналогичные закономерности наблюдается при увеличении времени выдержки сливы в экстракте с другими процентными содержаниями сливы в экстрагенте. Например, в экстрагенте с 20% содержанием сливы, если при выдержке сливы в экстрагенте 2 часа выход сухих веществ составляет 12,9%, то при выдержке сливы в экстрагенте 4 часа этот показатель увеличивается до 14,7%. т.е. на 14%, а дальнейшие увеличения времени выдержки сливы в экстрагенте до 6 часов приводить к увеличению выхода сухих веществ до 15,9%, т.е. на 8,1%. Анализ кривой закономерности выхода сухих веществ показывает, что наибольший выход сухих веществ, в процентном отношении, наблюдается в интервале времени выдержке сливы в экстрагенте 6 часа и при 20% процентным содержанием сливы в экстрагенте.

Известно, что экстрагируемость сырья обусловлена рядом факторов, в том числе pH среды. Например, на рис. 5 представлены результаты исследования зависимости показателя pH от времени выдержки и процентного содержание сливы в экстрагенте.

Анализ данных представленных на рис. 5 показывает, что с увеличением времени выдержки и процентного содержания сливы в экстрагенте кривой закономерности изменения показателя pH имеет монотонно убывающий характер. Например, если при 10% содержании сливы в экстрагенте и времени выдержки 2 часа показатель pH имеет значения 4,38, то при увеличении времени выдержки сли-

вы в экстракте до 4 часов показатель pH снижается до 4,25, т.е. падает на 3,1%, а дальнейшие увеличение времени выдержки сливы в экстракте до 6 часов приводил к снижению показателя pH до 4,15, т.е. на 2,4% по сравнению с предыдущим данным. Из рис. 5 также видно, что с увеличением процентного содержания сливы в экстрагенте от 20% до 30% сохраняется характер закономерности снижения показателя pH, но с другими числовыми значениями. Например, при 20% содержании сливы в экстрагенте и времени ее выдержки 4 часа показатель pH имеет значение 4,15, то при увеличении времени выдержки до 6 часов показатель pH снижается до 4,08, т.е. падает на 1,72%. При увеличении содержании сливы в экстрагенте до 30% и времени ее выдержки 4 часа показатель pH составлял 4,12, а при увеличении времени выдержки до 6 часов этот показатель pH снижался до 4,04.

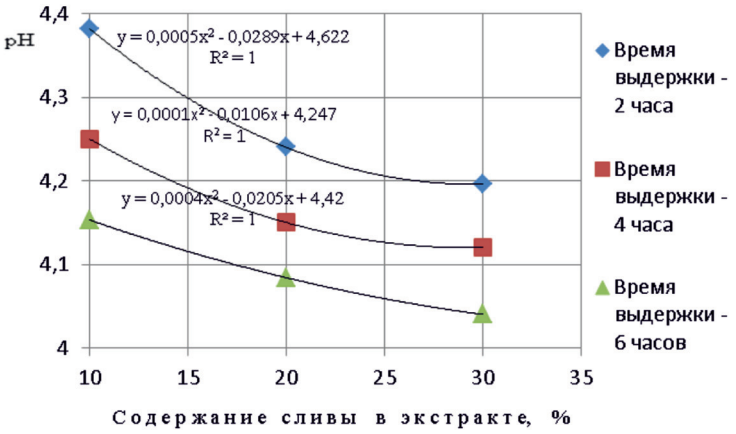

Рис. 5. Зависимость значения pH от времени выдержки и процентного содержание сливы в экстрагенте

Анализ экспериментальных данных показывает, что в сильнощелочной среде фенольные соединения подвергаются окислительным реакциям с образованием малорастворимых соединений типа меланинов с темно-коричневой, почти черной окраской, а сильнокислых средах происходит образование светлоокрашенных полимерных форм фенольных соединений [3, 4]. Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод о том, что для лучшего выделения светлоокрашенных фенольных соединений сливы при экстракции наиболее оптимальным вариантом является выдержка времени сливы 6-часов при 20% содержании ее в экстрагенте.

Как известно, что одним из важных параметров описывающие физические свойства экстрактов является также и плотность. Результаты исследования закономерности изменения плотности от времени выдержки и процентного содержание сливы в экстрагенте приведены на рис. 6.

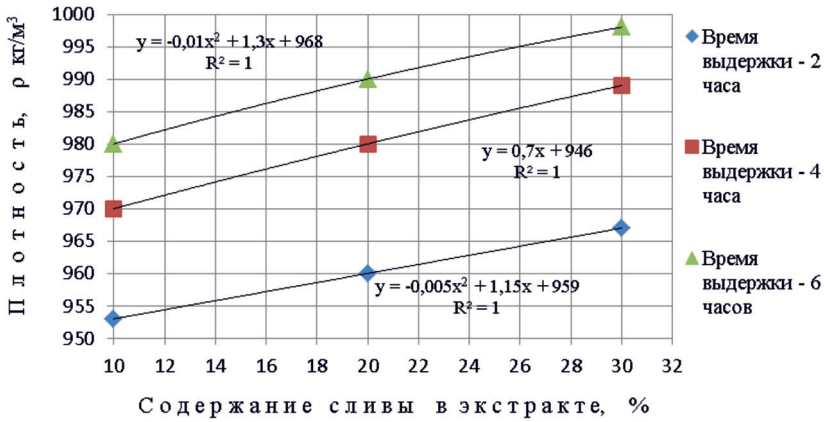

Рис. 6. Зависимость значения плотности от времени экстракции

Анализ данных представленных на рисунке 6 показывает, что закономерность изменения плотности от времени выдержки и процентного содержание сливы в экстрагенте имеет линейно возрастающий характер. Например, если при 10% содержании сливы и времени ее выдержки в экстрагенте 2 часа плотность экстрагента составлял 953 кг/м^3 , то увеличение времени выдержки сливы до 6 часов при 10% содержании сливы в экстрагенте этот показатель увеличился до 967 кг/м^3. Из данных, представленных на рис. 6 также видно, что с увеличением времени выдержки сливы в экстрагенте повышается плотность экстрагента. Например, если при содержании сливы 30% и времени выдержки 2 часа в экстрагенте плотность экстрагента составлялет 980 кг/м^3 то повышение времени выдержки сливы до 6 часов этот показатель увеличивается до 998 кг/м^3, т.е. возрастает на 1,83%.

На основании проведенных исследовании физико-химических характеристик сорта сливы «Венгерка домашняя», выращиваемой в Южном Казахстане можно сделать вывод о том, что наибольший выход сухих веществ наблюдается в интервале времени выдержке сливы в экстрагенте 6 часов и при 20% процентным содержанием сливы в экстрагенте.

Заключение

Таким образом, на основании проведенных исследований сделан вывод о том, что при экстракции сорта сливы «Венгерка домашняя», выращиваемой в Южном Казахстане наибольший выход сухих веществ составляет при 20% содержании сливы и 6 часовом времени выдержке ее в экстрагенте. По анализу минерального состава и общего содержания фенольных веществ исследованного сорта сливы можно сделать вывод о том, что выбранные растительные продукты могут быть использованы в качестве сырья для производства антиоксидантов в пищевой промышленности.

Список литературы

1. Базарнова Ю.Г. Исследование содержания некоторых биологически активных веществ, обладающих антиоксидантной активностью, в дикорастущих плодах и ягод // Вопр. Питания. – 2007. – 76. – № 1. – С. 22–26.

2. Исаева Н.В., Самылина И.А. Биологически активные вещества плодов и настойки барбариса // Фармация. – 2006. – №1. – С. 22–23.

3. Мечикова Г.Я., Степанова Т.А., Загузова Е.В. Количественное определение суммы фенольных соединений в листьях земляники // Хим.-фармац. Журнал. – 2007. – 41. – № 2. – С. 38–41.

4. Цыбулько Е.И. Оптимизация процесса экстрагирования при получении ингридиентов из растительного сырья / Е.И. Цыбулько, Е.В. Макарова, Т.П. Юдина, Ю.В. Бабин, В.А. Бураго // «Пиво и напитки». – 2004. – № 5. – С. 40–42.

5. Шингисов А.У., Кантуреева Г.О., Нурсейтова З.Т. Определение антиоксидантной способности и физико-химических показателей экстрактов чернослива // Бюлл.Семипал. Гос. Унив. Им. Шакарима, Семей. – 2013. – № 4(64). – С. 64–67.

6. Gargi D., Bharti N., Akanksha G. Can fruit wines be considered as functional food? –An overview // Natural Product Radiance. – 2009. – Vol. 8(4). – P. 314–322.

7. Motaleb G., Hanachi P., Kua S.H., Fauziah O., Asmah R. Evaluation of phenolic content and total antioxidant activity in Berberis vulgaris fruit extract // J. Biol. Sci. – 2005. – Vol. 5(5). – P. 648–653.

8. Sandra V., Ante G., Nadica D., Stjepan P., Jasmina D. Chemical Composition and Antioxidant Capacity of Three Plum Cultivars // Agriculturae Conspectus Scientificus. – 2009. – Vol. 74. – P. 273–276.

9. Walkowiak-Tomczak D., Regula J., Lysiak G. Physicochemical properties and antioxidant activity of selected plum cultivars fruit // Acta Sci. Pol., Technol. Aliment. – 2008. – Vol. 7 (4). – P. 15–22.

10. Wu J., H. Gao, L. Zhao, X. Liao, F. Chen, Z. Wang, and X. Hu. Chemical compositional characterization of some apple cultivars // Food Chemistry. – 2007. – Vol. 103. – P. 88–93.