

та активну кислотність, які представлені у табл. 5. Значення фізико-хімічних показників напоїв відповідають вимогам стандарту. Отримані дані свідчать, що розроблені напої мають кисле значення рН, що буде сприяти пригніченню росту мікроорганізмів та крапцюму зберіганню продукту.

Таблиця 5 – Фізико-хімічні показники сокових напоїв із фітоекстрактами

Показник	Напій «CelGrap»	Напій «BriarApp»
Вміст сухих речовин, %	3,8	2,2
Кислотність (кількість 0,1 н NaOH витраченого на титрування 100 мл напою)	3,7	2,7
рН	3,5	4,4

Було проведено дослідження визначення стійкості сокових напоїв та їхніх мікробіологічних показників, які регламентуються вимогами ДСТУ 4069:2002 «Напої безалкогольні. Загальні технічні умови». Попередньо напої піддавалися пастеризації за температури 90 °С протягом 30 с. Встановлено, що термін придатності пастеризованих напоїв відповідає вимогам ДСТУ.

Висновки. Впродовж останніх років спостерігається підвищений інтерес до сполук антиоксидантної дії та збільшення їх використання при виробництві продуктів харчування. Проведені дослідження показали, що використання навіть невеликої кількості рослинних екстрактів у технології безалкогольних напоїв дозволяє не тільки надавати відомим та знайомим напоям нові оригінальні смакові властивості, але й значно підвищувати вміст у них біологічно активних речовин.

Література

1. Fang Y.Z. Free radicals and nutrition. Theory and application of free radical biology. – Beijing: Scientific Press. – 2002. – P. 647 – 659.
2. McCord J.M. The evolution of free radicals and oxidative stress // Am J Med. – 2000. – P. 676–685.
3. Тананайко Т.М. Экстракт гуараны – основа функциональных безалкогольных напитков // Пиво и напитки. – М.: Пищевая промышленность. – 2007. – №2. – С. 44 – 46.
4. Багратиони Р.Ю. Полуфабрикат и напиток из нетрадиционного сырья цветков каштана // Пиво и напитки. – М.: Пищевая промышленность. – 2007. – №3. – С. 52.
5. Продукция безалкогольной промышленности. Методы определения сухих веществ: ГОСТ 6687.2-90. – [Чинний від 1991-07-01]. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – 13 с.
6. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище: Р. 4.1.1672-03. – [Действителен от 2003-07-01]. – М.: ИПК Издательство стандартов, – 2003. – 183 с.
7. Brand-Williams W., Cuvelier M.E., Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity // LWT. – 1995. – V. 28. – P. 25 – 30.

УДК 664:613.2:006.015.8

ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВЫЖИМОК ИЗ ПЛОДОВ АРОНИИ (ARONIA MELANOCARPA (MICHX) ELLIOT)

Димитров Н., канд. техн. наук, гл. ас., Колева А., канд. техн. наук, гл. ас.,
Бозаджиев Б., канд. техн. наук, гл. ас. Мерджанов П., инж., Стоянова А., д-р техн. наук, проф.
Университет пищевых технологий, Пловдив, Болгария

Физические свойства сырья исключительно важные для его переработки в сельском хозяйстве, пищевой и комбикормовой промышленности. Определены некоторые физические свойства выжимок из плодов аронии (Aronia melanocarpa (Michx) Elliot) при трех влажностях 10, 15 и 20%. Натура повышается от 297 до 351 kg/m³ с увеличением влажности. Влажность, в исследованных границах, не оказывает влияния на угол естественного откоса ($F=0,69; df=2,12; P=0,5203$) и в среднем 41,2° ($SD=1,8974$). Угол утечки для деревянной поверхности и для окисленной металлической поверхности статистически неразличимы. Средняя величина начального угла для деревянной поверхности – 20,83° ($SD=1,97$), а для окисленной металлической поверхности – 23,87° ($SD=1,7573$). Конечный угол утечки для деревянной поверхности 31,33° ($SD=1,9055$), а для окисленной металлической поверхности – 32,7° ($SD=1,7707$). С увеличением влажности начальный угол утечки повышается от 21° до 28,8°, а конечный

угол от 26° до 34° для гальванізованої металічної поверхності. Угол трення покоя на дерев'яній поверхності в середньому 26,67° (SD=1,8867), а на окисленій металічної поверхності – 28,13° (SD=1,5967). Середні величини для цих двох поверхностей нерозличимі. С увеличением влажности угол трення покоя на гальванізованої металічної поверхності повышается от 22,2 до 29,4°.

*Physical properties often required for designing the equipments for agriculture, food and feed industries. Several physical properties of waste products from the manufacture of chokeberry (*Aronia melanocarpa* (Michx) Elliot) juice were determined and compared for moisture content at 10, 15 and 20% w.b. The bulk density increased from 297 to 351 kg/m³ with an increasing in the moisture content. The static angle of repose doesn't depend of moisture ($F=0.69; df=2,12; P=0.5203$) and was an average 41.2° (SD=1.8974). There was no statistical difference in angles of free flow over wooden and rusty iron surface at different moisture. The initial angle was 20.83° (SD=1.97) for wooden and 23.87° (SD=1.7573) for rusty surface. The end angle of free flow was 31.33° (SD=1.9055) for wooden and 32.7° (SD=1.7707) for rusty surface. The initial angle of free flow increased from 21 to 28.8° and the end angle increased from 26 to 34° as the moisture content increased for galvanized iron. The mean of static angles of friction over wood was 26.67° (SD=1.8867) and over rusty iron was 28.13° (SD=1.5967). These angles were statistically equal for both surfaces. The static angle of friction increased from 22.2 to 29.4° as the moisture content increased for galvanized iron.*

Ключевые слова: выжимки из плодов аронии, натура, угол откоса, угол утечки, угол трения покоя.

Введение

Арония черноплодная (*Aronia melanocarpa* (Michx) Elliot) кустарник семейства *Rosaceae*, который встречается во многих странах мира, в том числе и в Болгарии [2].

В ягодах аронии содержатся сахара, витамины и органические кислоты, Р-витамины биофлавоноиды – катехины, флавонолы, антоцианы и другие вещества [18, 23, 25].

Плоды аронии применяют с лечебной и профилактической целью при патологических состояниях, сопровождающихся повышенной проницаемостью и хрупкостью кровеносных капилляров: гипертонической болезни, атеросклерозе, заболеваниях почек, сахарном диабете, геморрагических диатезах, капилляротоксикозах, лучевой болезни и др. [15, 24].

В профилактических и лечебных целях используются не только свежие, замороженные и сушёные плоды, но и продукты переработки, имеющие лучшие вкусовые качества: варенье, джем, желе, цукаты, компот, вино и др. [4, 16].

При производстве соков прямого отжима из плодов аронии в качестве отходов производства образуются выжимки, которые содержатся в них в легкоусвояемой форме, а пищевые волокна – частично растворимы в процессе технологической обработки [6]. Разработана технологическая схема переработки выжимок плодов аронии в напитках профилактического назначения [3, 7] и функциональных мучных продуктах [5].

Физические свойства сырья исключительно важные для его переработки в сельском хозяйстве, пищевой и комбикормовой промышленности. Они имеют большое значение при хранении, транспортировании, смешивании и упаковке сырья [12]. Трение и силы адгезии между частицами определяют формирование конуса при заполнении и опорожнении вместимостей и могут привести к сегрегации. Так чтобы установить стабильный и надежный поток необходимо точно определить поведение насыпного сырья при опорожнении [14].

Целью настоящей работы является определение физических свойств выжимок из плодов аронии: натуральной, угла естественного откоса, угла утечки и угла трения покоя.

Материалы и методы

Объектами наших исследований являлась выжимки из плодов аронии при производстве соков прямого отжима.

Для оценки физических свойств выжимок определяли следующие показатели: влажность 10,34 % (SD=0,2335; n=3), 15,12 % (SD=0,1969; n=3) и 20,19 % (SD=0,9016; n=3), условно обозначены как «10 %», «15 %» и «20 %». Эти величины получены после предварительного определения исходной влажности сырья и добавлено необходимое количество воды. После увлажнения сырье выдерживается 72 часа и его периодически размешивают для равномерного распределения влажности. Она определяется стандартным методом – высушиванием навески 5 g при 130-133 °C в течение 2 часов (ISO 712:1997).

Гранулометрический состав продукта (табл. 1) определен на лабораторном ситоанализаторе. Количественный критерий для размера частиц – это средний, геометрический диаметр частиц (d_{wg} , μm) [19].

Таблица 1 – Гранулометрический состав выжимок плодов аронии

Светлое отверстие, μm	Весь остаток на сите, %
6000	0
4000	23.5
2000	27.5
1180	24
650	22
315	2.7
150	0.5
0	0.05

Средний размер частиц $d_{gw}=2304,61 \mu\text{m}$ при стандартном отклонении $S_{gw}=1,7581$.

Натура или насыпной вес – это вес единицы объема сырья и определяется в приборе, называемом пуркой. Он представляет собой мерный цилиндр, собственно пурка с решетчатым днищем и щелью в верхней части для ввода ножа; цилиндр без дна-наполнителя, надеваемый на верхнюю часть мерного цилиндра и служащий для наполнения последнего сырьем со строго установленной высоты, с целью создания постоянной степени плотности; вспомогательный цилиндр с воронкой, с помощью которых производится засыпка сырья в цилиндр. По наполнению пурки сырьем нож вновь вставляют в щель, срезая, таким образом, излишек сырья. Далее пурку с сырьем подвешивают и данные определений округляются до 0,1 г и выражают в kg/m^3 .

Угол естественного откоса (ϕ) определяют по прибору. Он представляет собой стеклянный прямоугольный сосуд с размерами: длина 200 мм; ширина 100 мм; высота с крышкой 200 мм. Сосуд наполняют на 1/3 объема сырьем и медленно поворачивают на 90°. Сырье при повороте осыпается и образует поверхность под углом естественного откоса, который измеряют транспортиром.

Угол утечки и угол трения покоя (μ_s , °) определены на гладкой деревянной поверхности, на окисленной металлической поверхности и на гальванизированной металлической поверхности.

Угол утечки измерен следующим образом. В один конец желоба, покрытого соответствующим материалом, кладут 50 г сырья. Поверхность постепенно наклоняется, пока первые частицы пройдут всю поверхность. Этот наклон представляет начальный угол утечки (α_1). Наклонение продолжает до падения последних частиц и тогда определяют конечный угол утечки (α_2). Размеры борозды: длина 500 мм и ширина 60 мм.

Для измерения угла трения покоя (μ_s , °) использован полый цилиндр из пластика с размерами: диаметр 45 мм; высота 20 мм; толщина стен 0,1 мм. Цилиндр заполняется продуктом и ставится на наклонную поверхность из соответствующего материала. Цилиндр легко поднимается чтоб, его стенки не касались поверхности. Поверхность медленно наклоняется, пока заполненный цилиндр не соскользнет вниз. Угол, при котором продукт начинает двигаться – это угол трения покоя [20]. Коэффициент трения покоя принимается равным тангенсу угла трения покоя.

Статистическая обработка данных выполнена программой Statgraphics 5.0, влияние факторов установлено процедурой ANOVA (F-критерий Фишера), а сравнение между средними величинами – t-критерием Стюдента.

Результаты и обсуждение

Натура выжимок очень низкая – ниже $360 \text{ kg}/\text{m}^3$ (рис. 1). Влажность имеет большое значение при натуре, выраженной как общий вес ($F=167,05$; $df=2,12$; $P<0,001$) и как сухое вещество ($F=38,54$; $df=2,12$; $P<0,001$). Все результаты статистически различные при уровне доверия 95 %. На основе общего количества продукта, величина натуре повышается с увеличением влажности, и это увеличение более четко выражено между 10 % и 15 % влажности. Тенденция при натуре, выраженной как сухое вещество, это повышение при 15 % влажности с последующим снижением при влажности 20 %. Вероятная причина для снижения натуре с увеличением влажности – агрегация частиц небольшого размера в результате намокания. В сопоставлении с другими аналогичными продуктами, как пшеничная мука – $400-750 \text{ kg}/\text{m}^3$, кукурузная мука – $500-700 \text{ kg}/\text{m}^3$ и кукурузный крахмал – $550 \text{ kg}/\text{m}^3$, натура ниже [21]. Величины эти выше, чем при муке из люцерны – в среднем $240 \text{ kg}/\text{m}^3$ [9].

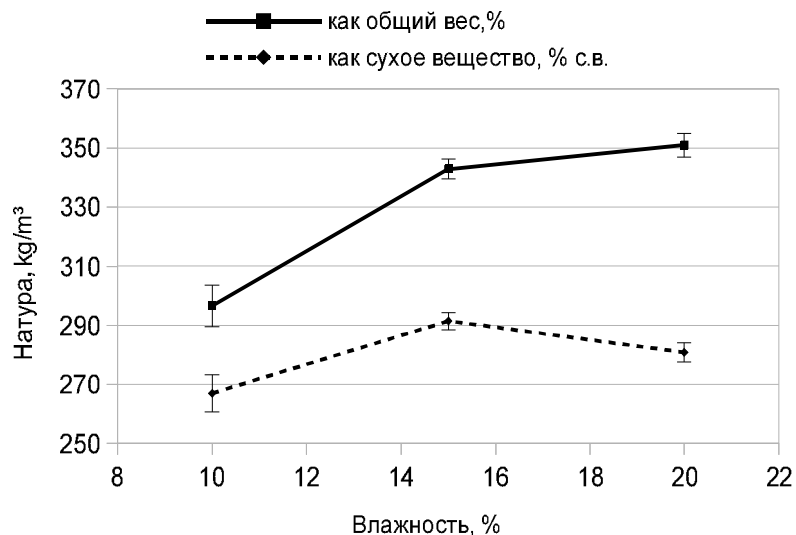


Рис. 1 – Натура из выжимок плодов аронии

Влажность в исследованных границах, не оказывает статистически значимого влияния на угол естественного откоса (φ) ($F=0,69; df=2,12; P=0,5203$). Величина угла естественного откоса в среднем $41,2^\circ$ ($SD=1,8974, n=15$). В сопоставлении с пшеницей – $26-27^\circ$ и ячменем – $26-24^\circ$ [17], величина угла естественного откоса значительно выше. Результаты близкие с результатами муки из ячменя ($43-44^\circ$), пшеницы ($43-50^\circ$) и кукурузы ($44-47^\circ$) [1]. В соответствии с классификацией Jong de J.A.H. et al. [13] выжимки из плодов аронии являются свободно истекающим продуктом.

Начальный и конечный углы естественного откоса близки по величине и для трех поверхностей (рис. 2). Начальный угол для деревянной ($F=1,82; df=2,12; P=0,2044$) и окисленной металлической поверхности ($F=1,32; df=2,12; P=0,3224$) статистически идентичны и при трех влажностях. Результаты аналогичны и для конечного угла – деревянной поверхности ($F=2,5; df=2,12; P=0,1241$) и окисленной металлической поверхности ($F=8,88; df=2,12; P=0,052$). Средняя величина начального угла для деревянной поверхности $20,83^\circ$ ($SD=1,97; n=15$) и она ниже величин угла для окисленной металлической поверхности - $23,87^\circ$ ($SD=1,7573; n=15$). Конечный угол для деревянной поверхности $31,33^\circ$ ($SD=1,9055; n=15$), а для окисленной металлической поверхности $32,7^\circ$ ($SD=1,7707; n=15$) и они статистически неразличимы ($t=-2,0398; P=0,0509$).

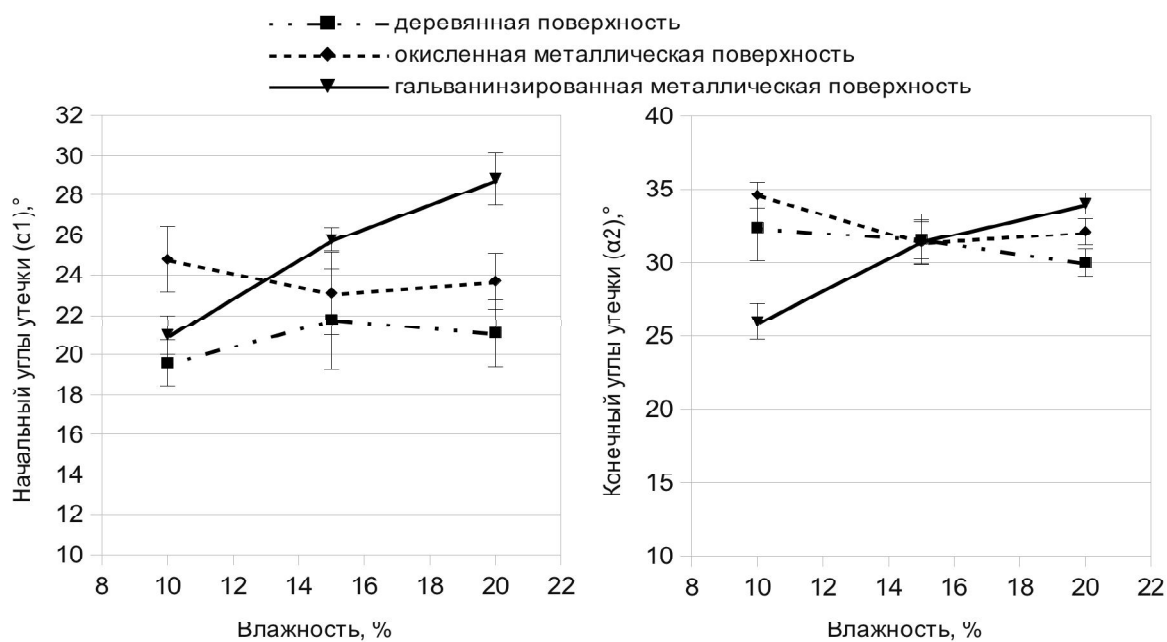


Рис. 2 – Начальный и конечный углы утечки

Влажность оказывает статистически значимые различия на гальванизированной металлической поверхности, в то время как результаты на деревянной и окисленной металлической поверхности статистически неразличимы (уровень доверия 95 %).

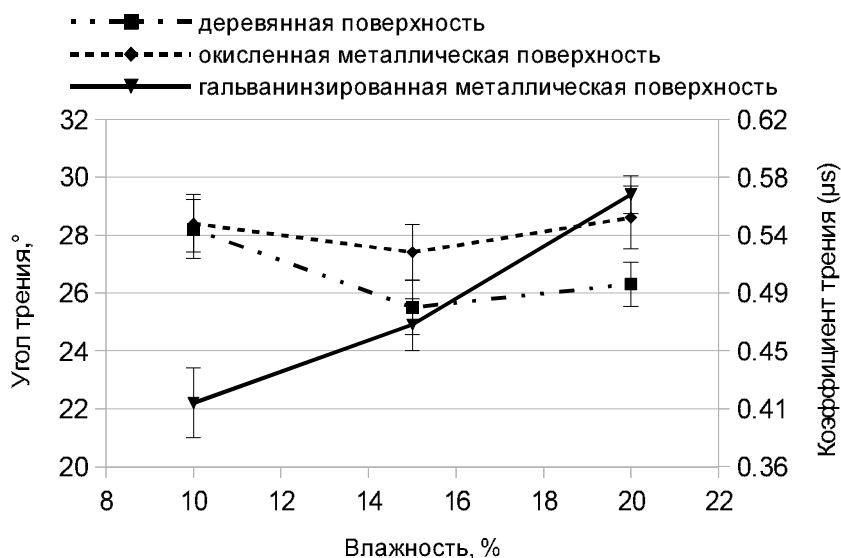


Рис. 3. Угол тертя (коефіцієнт тертя)

Влажность оказывает статистически значимые различия на гальванизированной металлической поверхности, в то время как результаты на деревянной и окисленной металлической поверхности статистически неразличимы (уровень доверия 95 %).

Влажность влияет на начальный ($F=76,76$; $df=2,12$; $P<0,001$) и конечный углы ($F=69,31$; $df=2,12$; $P<0,001$) утечки на гальванизированной поверхности. С увеличением влажности эти оба угла повышаются – для начального угла $7,7^\circ$, а для конечного – 8° . Влияние влажности на гальванизированной поверхности объясняется повышенной сплоченностью хлопьев из плодов аронии, которые смягчаются при дополнительной обработке водой. Другая возможность – это агрегация самых небольших фракций и сопротивление сдвигу по этим материалам.

Для плавной транспортировки выжимок из плодов аронии рекомендованный угол утечки выше 35° .

Влажность не оказывает статистически значимого влияния на угол тертя на деревянной ($F=3,77$; $df=2,12$; $P=0,0536$) и окисленной металлической поверхности ($F=0,78$; $df=2,12$; $P=0,4783$) (рис. 3). Средние величины для этих двух поверхностей неразличимы ($t=-1,9737$; $P=0,0584$). Угол тертя для деревянной поверхности имеет величину $26,67^\circ$ ($SD=1,8867$; $n=15$), а для окисленной металлической поверхности – $28,13^\circ$ ($SD=1,5967$; $n=15$).

Угол тертя на гальванизированной поверхности повышается с увеличением влажности ($F=44,85$; $df=2,12$; $P<0,001$). Величины близки и для трех поверхностей при влажности выше 15%. При влажности 10 % угол тертя на гальванизированной поверхности ниже на $4,47^\circ$ по сравнению с этим на деревянной поверхности и ниже на $5,93^\circ$ по сравнению с этим на окисленной металлической поверхности. По сравнению с пшеницей с влажностью 12,7 %, где угол тертя имеет величины от $17,7$ до $25,2^\circ$ [11;17], измеренные величины близки или выше.

Величины коэффициентов трения высокие. Поэтому скольжение продукта по стенкам и дну сосудов будет труднее. Коэффициент трения для стеблей люцерны и ячменя с влажностью от 12,0 до 45,7 % в пределах 0,14 до 0,27 [8]. Коэффициент трения для стеблей пшеницы с влажностью 10 % – 0,13, а для ячменя в зеленом состоянии с влажностью 51 % – 0,21 [8]. В сопоставлении с этим данными, выжимки из плодов аронии имеют значительно более высокие коэффициенты трения от 0,4085 до 0,5635. Установленные данные ниже по сравнению с данными силосов для кукурузы и сена – от 0,63 до 0,71 с влажностью 73 % [10] и близки к данным для измельченной не высушенной люцерны на гальванизированной поверхности – 0,529 [22].

Заключение

Исследованы основные физические свойства выжимок из плодов аронии. Натура повышается от 297 до 351 kg/m^3 с увеличением влажности. Влажность, в исследованных границах, не оказывает влияния на угол естественного откоса и в среднем $41,2^\circ$. Угол утечки для деревянной поверхности и для окисленной

металлической поверхности статистически неразличимы. Для плавной транспортировки выжимок из плодов аронии рекомендованный угол утечки выше 35° . Угол трения покоя на деревянной поверхности в среднем $26,67^\circ$, а на окисленной металлической поверхности – $28,13^\circ$. Таким образом, в ходе исследования было установлено, что выжимки из плодов аронии являются свободно истекающим продуктом.

Литература

1. Афанасьев Б.А. Руководство по технологии комбикормов, белково-витаминно-минеральных концентратов и премиксов, – 2008, т. 1. – С. 80-83.
2. Бончева М. Лечебни ефекти на плодове от *Aronia melanocarpa*. Обща медицина, – 2012. – № 3. – С. 39–48.
3. Василенко З., Н. Могилевчик, О. Шкабров. Разработка технологии производства зефира функционального назначения. Научни трудове УХТ, – 2011, т. 59, св.1. С. 346 – 351.
4. Мачнева, И. Формирование качества плодово-ягодного сырья для производства консервов функционального назначения. Автореферат диссертации, ксн. Краснодар. – 2007.
5. Перфилова О. Разработка технологии производства фруктовых и овощных порошков для применения их в изготовлении функциональных мучных кондитерских изделий, Автореферат диссертации, к.т.н., Мичуринск-научкоград, Русия, – 2009.
6. Тимофеева В., Н. Саманкова, Н. Казюка. Напитки на основе отходов из аронии. Научни трудове УХТ, – 2007. т. 54. – св.1. – С. 229 – 234.
7. Тимофеева В., Н. Саманкова, Г. Роганов, Н. Казюка. Белорусские сорта аронии – сырье для сокодержущих напитков. Научни трудове УХТ, – 2008, т. 55, – св. 1. – С. 203 – 208.
8. Afzalnia S., Roberge M. Physical and mechanical properties of selected forage materials. Can. Biosys. Eng., – 2007. т. 49. – P. 223-227.
9. Appel W.B. Physical properties of feed ingredients. feed manufacturing technology III. In Feed manufacturing technology. American Feed Industry Association. Alington VA, – 1985. P. 557-562.
10. ASAE. Friction coefficients of chopped forages. – 1996. ASAE D251.1 DEC96.
11. Boumans G. Grain handling and storage. Elsevier Science Publishers. – 1985.
12. Chen X.D. Mathematical analysis of powder discharge through longitudinal slits in a slow rotating drum: objective measurements of powder flowability. J. Food Eng., – 1994. т.21. – P. 421-437.
13. Jong de J.A.H., A.C Hoffinen., H.J. Finkers. Properly determine powder flowability to maximize plant output. Chem Eng Prog., – 1999. т.95. св. 4. – P. 25-34.
14. Kamath S., V.M. Puri, H.B. Mandeck Flow property measurement using the Jenike cell for wheat flour at various moisture contents and consolidation times. Powder Tech., – 1994, т.81. – P. 293-297.
15. Kulling S.E., H.M. Rawel. Chokeberry (*Aronia melanocarpa*). A review on the characteristic components and potential health effects. Planta Medica, – 2008. т. 74. – P. 1625-1634.
16. Lehmann H. Die Aroniabeere und ihre Verarbeitung. Flüssiges Obst, – 1990. т. 57. – P. 746-752.
17. Muir W.E., R.N. Sinha. Physical properties of cereal and oilseed cultivars grown in western Canada. Can. Agric. Eng., – 1988. т.30. – св.1. – P. 51-55.
18. Oszmianski J., A. Wojdylo. *Aronia melanocarpa* phenolics and their antioxidant activity. European Food Research and Technology, – 2005, т.221. – P. 809-813.
19. Pfost H., V. Headley. Methods of determining and expressing particle size. In Feed manufacturing technology. Pfost H (Ed.). Am. Feed Manufacturers Assoc. Arlington, VA – 1976.
20. Razavi S., E. Milani. Some physical properties of the watermelon seeds. African Journal of Agricultural Research., – 2006. т.13. – P. 65-69.
21. Schubert H. Food particle technology. part i: properties of particles and particulate food systems. J. Food. Eng., – 1987. т.6. – P. 1-32.
22. Shinnors K.J., R.G. Koegel, L.L. Lehman. Friction coefficient of alfalfa. Transactions of the ASAE, – 1991. т.34. – св.1. – P. 33-37.
23. Strigl A.W., E. Leitner, W. Pfannhauser. Die schwarze Apfelbeere (*Aronia melanocarpa*) als natürliche Farbstoffquelle. Deutsche **Lebensmittel** Rundschau, – 1995. т.91. – P. 177-180.
24. Tanaka T., A. Tanaka. Chemical components and characteristics of black chokeberry. Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology, – 2001. т. 48. – P. 606-610.
25. Wu X., L. Gu, R. Prior, S. McKay. Characterization of anthocyanins and proanthocyanidins in some cultivars of ribes, aronia and sambucus and their antioxidant capacity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, – 2004. т.52. – P. 7846-7856.