

УДК 664.8:543.613.2

З. Е. Егорова, доцент (БГТУ); А. Н. Никитенко, аспирант (БГТУ)

ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ ВОДЫ В ПРОДУКТАХ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Вода является важным компонентом продуктов питания. Активность воды (a_w), являясь интегрированным параметром состояния влаги в продукте, отражает степень участия воды в различных процессах, протекающих в пище. Целью работы было определение величины a_w в растительном сырье и продуктах его переработки: яблоках, яблочных чипсах, моркови и полуфабрикатах из нее, мясорастительных консервах. В результате проведенных исследований показано, что массовая доля влаги в яблоках колебалась от 85,4% до 89,3%, а a_w составляла в зависимости от сорта яблок (0,882–0,965). Также установлено, что на величину a_w яблочных чипсов влияют сортовые особенности растительного сырья, а не технологические приемы. Результаты исследований изменения a_w в процессе переработки моркови свидетельствовали об увеличении данного показателя до значений, оптимальных для развития разнообразных микроорганизмов, в том числе патогенных. Показано, что величина a_w мясорастительных консервов для детского питания в большей мере определяется наличием крахмалсодержащих растительных компонентов, а не видом и количеством мясного сырья.

Water is the important component of food. Integrated parameter of a condition of a moisture in a product is activity of water (a_w) which measurement of size is widely used alongside with definition of the common moisture content. A_w reflects a degree of participation of water in the various processes happening in foodstuff. The purpose of work was definition of a_w in vegetative raw material and products of its processing. In apples, apple chips, carrots and semifinished items from it defined a_w , a mass fraction of a moisture, and in canned food meat-vegetative – a mass fraction of soluble dry substances. A mass fraction of a moisture in apples (85,4–89,3)%, a_w (0,882–0,965). Change of a_w alongside with technological receptions is influenced also with high-quality features of vegetative raw material. The size of a_w meat-vegetative of canned food for a children's meal more depends on structure of vegetative components, than from a kind and quantity of meat raw material.

Введение. Вода является важной составной частью пищи. Пищевой продукт, являясь многокомпонентной системой, содержит влагу, находящуюся в сложной взаимосвязи с его структурными компонентами.

Интегральным показателем состояния влаги в продукте является активность воды (a_w), измерение величины которой широко используется наряду с определением общего влагосодержания. Активность воды отражает степень участия воды в различных процессах, происходящих в пищевом продукте: окислении липидов, меланоидинообразовании, ферментативных и микробиологических превращениях. От уровня активности воды зависит жизнедеятельность микроорганизмов, активность окислительных ферментов, а, следовательно, стабильность пищевых продуктов при производстве и хранении [1].

По мнению ряда зарубежных исследователей (Л. Лейстера, Ф. Веза, Г. Вейсера), измерение активности воды является одним из необходимых видов контроля качества продукции, без которого не может обойтись ни одно предприятие пищевой промышленности [2]. В странах Европы показатель активности воды, наряду с показателями «влажность» (W) и «концентрация водородных ионов» (pH), является обязательным при экспертизе ряда продуктов. В

США определение величины a_w включено в инструкцию по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных препаратов [3]. В нашей стране данная характеристика учитывается при обосновании сроков годности некоторых пищевых продуктов [4].

Анализ литературных данных [2, 5–7] показал, что наиболее изучено содержание a_w и ее изменение в продуктах животного происхождения [8, 9]. Сведения об активности воды растительных продуктов ограничены зарубежными исследованиями фруктов, овощей и фруктовых консервов с большим содержанием сахара [10, 11].

Учитывая выше изложенное, а также важность данного показателя для оценки качества и безопасности пищевых продуктов, целью нашей работы было определение величины активности воды в растительном сырье и продуктах его переработки.

Основная часть. Объектами исследований были выбраны следующие продукты растительного происхождения:

- плоды яблок белорусских сортов (Антей, Алеся, Банановое, Вербное, Лучезарное, Антоновка) урожая 2009 г., отобранные из холодильных камер хранения в январе 2010 г.;

- яблочные чипсы, изготовленные по разработанной нами технологии, упакованные в

герметичные пакеты из полимерного материала и хранившиеся 1 мес. в условиях бытового холодильника ($T = 3-5^{\circ}\text{C}$);

– корнеплоды моркови (смесь сортов) урожая 2009 г., хранившиеся в буртах и отобранные в январе 2010 г.;

– полуфабрикаты моркови с технологической линии производства пюреобразных консервов для детского питания;

– новые виды мясорастительных консервов для детского питания семи наименований: «Пюре из говядины с тыквой и манной крупой», «Пюре из моркови, говядины и гречневой крупы», «Пюре из тыквы, картофеля и курицы», «Пюре из печени с картофелем», «Пюре из печени с тыквой и рисовой крупой», «Пюре из моркови, гороха, курицы с гречневой крупой», «Пюре из моркови и тыквы с курицей», произведенные по технологии РУПП «Клецкий консервный завод».

Характеристика некоторых объектов исследований представлена в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Сортовые характеристики яблочного сырья [12]

Сорт яблок	Срок созревания, мес.	Срок потребления, мес.
Антей	позднезимний	январь – март
Алеся	позднезимний	февраль – апрель
Банановое	позднезимний	декабрь – май
Вербное	позднезимний	февраль – май
Лучезарное	осенний	ноябрь
Антоновка	зимний	декабрь – январь

Таблица 2

Физико-химические характеристики мясорастительных консервов для детского питания

Консервы	Массовая доля мясной части, %	pH
Пюре из говядины с тыквой и манной крупой	10,0	6,00
Пюре из моркови, говядины и гречневой крупы	10,0	6,06
Пюре из моркови, гороха, курицы с гречневой крупой	10	5,93
Пюре из печени с тыквой и рисовой крупой	22,5	6,03
Пюре из тыквы, картофеля и курицы	10	6,00
Пюре из моркови и тыквы с курицей	10	5,83
Пюре из печени с картофелем	35	6,00

В яблоках, яблочных чипсах, моркови и полуфабрикатах из нее определяли массовую до-

лю (м. д.) влаги высушиванием до постоянной массы в соответствии с ГОСТ 28561-90 [13], в консервах мясорастительных – массовую долю растворимых сухих веществ (м. д. РСВ) по ГОСТ 28562-90 [14].

Определение величины активности воды осуществляли с помощью анализатора активности воды типа Roremeter RM-10 (рис. 1).



Рис. 1. Прибор для измерения активности воды Roremeter RM-10

При проведении измерений в помещении соблюдали следующие условия: поддерживалось постоянство температуры окружающего воздуха ($21 \pm 1^{\circ}\text{C}$) и отсутствие электромагнитных полей, сквозняков, перепадов относительной влажности окружающего воздуха, прямых солнечных лучей.

Исследуемые образцы подготавливали следующим образом. Яблоки, сырую морковь и морковь после паровой очистки нарезали в виде цилиндров диаметром, равным диаметру пластиковой емкости, помещаемой во внутрь измерительной ячейки прибора, и высотой, равной половине высоты указанной емкости. Ломтики яблочных чипсов уменьшали до размера диаметра этой же емкости, укладывали плотными слоями высотой столба, равной $\frac{1}{2}$ высоты пластиковой емкости.

Измельченные полуфабрикаты из моркови, а также консервы для детского питания предварительно гомогенизировали на приборе Big-Mixer 400 в течение 10 мин, а затем заполняли полученной однородной массой измерительную емкость на $\frac{2}{3}$ ее объема, не допуская расслоения продукта. Исследуемые образцы в пластиковой емкости выдерживали в измерительной ячейке прибора 5–7 мин, после чего проводили измерение, которое осуществляли в трехкратной повторности. Для каждого испытания одного и того же объекта исследования готовили отдельные пробы.

Результаты измерений величины активности воды объектов исследования представлены на рис. 2–5 и в табл. 3.

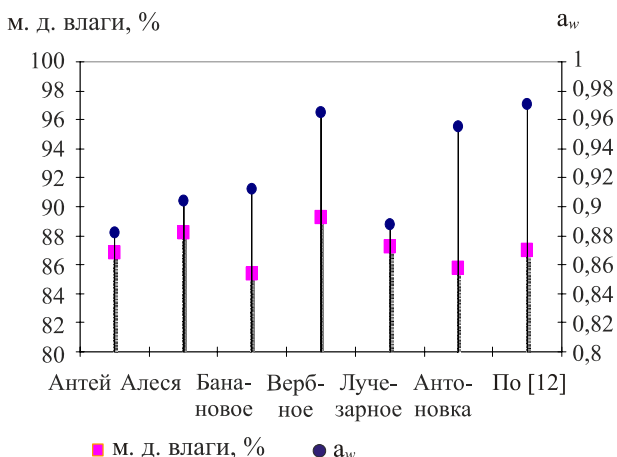


Рис. 2. Активность воды и общее содержание влаги в яблоках белорусских сортов

Из данных, приведенных на рис. 2, видно, что плоды яблок разных сортов и сроков созревания по массовой доле влаги различались незначительно: от 85,4% в яблоках сорта Банановое до 89,3% сорта Вербное, что соотносится со справочными данными [15, 16, 17]. В отличие от влагосодержания, величина активности воды исследуемых плодов изменялась в более широких границах: минимальное значение было определено в яблоках сортов Антей (0,882) и Лучезарное (0,888), а максимальное — в яблоках сорта Вербное (0,965). Полученные данные согласуются с имеющимися в литературе [2, 11].

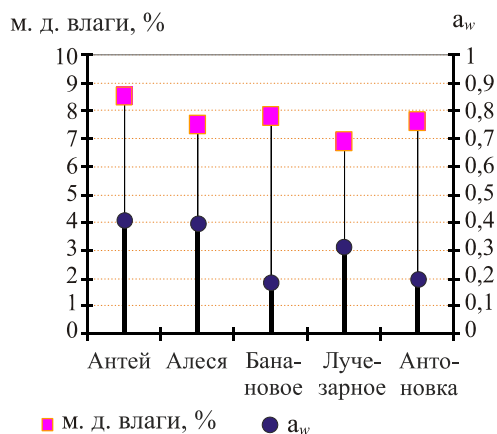


Рис. 3. Активность воды и значение массовой доли влаги в яблочных чипсах, изготовленных из яблок различных сортов

Сравнивая величину активности воды яблок разных сроков созревания (табл. 1, рис. 2), можно отметить, что для позднелетних сортов характерна, как правило, более высокая величина активности воды, чем для осенних, что может быть использовано для более точной идентификации сорта и определения срока хранения яблок.

Приведенные на рис. 3 результаты определения массовой доли влаги и активности воды чипсов, изготовленных из рассматриваемых нами сортов яблок белорусской зоны произрастания, свидетельствуют о следующем. При незначительном различии в массовой доле влаги (Δ м. д. влаги = 1,6%) колебания значений активности воды составили 0,227. Это указывает на необходимость контроля данного показателя при установлении сроков хранения яблочных чипсов, изготовленных из разных сортов фруктового сырья, и при выборе способа и вида потребительской упаковки для готовой продукции.

Сравнение значений активности воды яблок и чипсов из них (рис. 4) не выявило прямой зависимости между ними. В связи с этим было высказано предположение о том, что на величину данного показателя большее влияние оказывают не технологические приемы получения сухих продуктов, а сортовые особенности яблочного сырья.

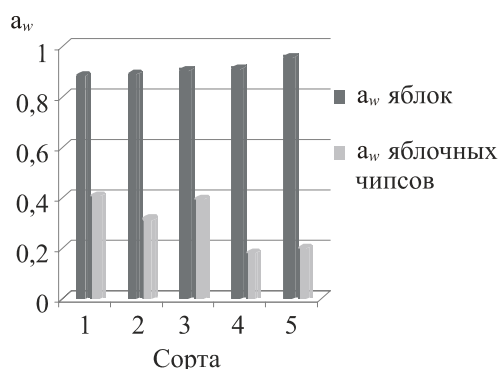


Рис. 4. Сравнительная характеристика активности воды яблок и чипсов из яблок сортов: 1 – Антей; 2 – Лучезарное; 3 – Алесь; 4 – Банановое; 5 – Антоновка

Результаты исследований изменения величины активности воды корнеплодов моркови при переработке их на пюреобразные консервы представлены на рис. 5. Как видно из приведенных данных, такие технологические процессы, как паровая очистка от кожуры, измельчение, бланширование и протирка способствуют увеличению не только массовой доли влаги (с 86,2% до 88,5%), но и показателя a_w (с 0,92 до 0,98). Согласно имеющимся литературным данным [18–22], пищевые продукты с такой активностью воды являются благоприятной средой для размножения как микроорганизмов порчи, а именно: бактерий родов *Pseudomonas*, *Lactobacillus*, дрожжей (*Rhodotolura*, *Pichia*) и некоторых видов плесневых грибов, так и патогенных микроорганизмов, например: бактерий родов *Klebsiella*, *Shigella*, *Salmonella*, *C. botulinum* и др.

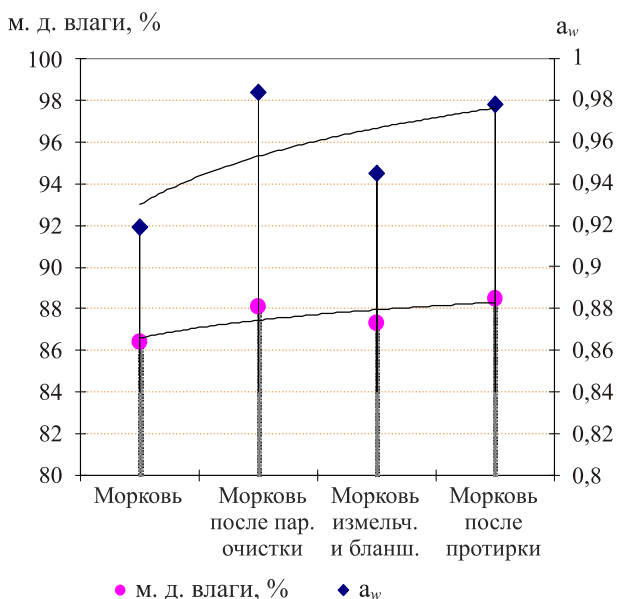


Рис. 5. Изменение активности воды и массовой доли влаги в полуфабрикатах из моркови

Полученные нами результаты подтверждают важность строгого соблюдения санитарно-гигиенических условий производства пюреобразных овощных консервов, а также указывают на необходимость минимизации возможных задержек полуфабриката на технологической линии.

В табл. 3 представлены результаты измерения активности воды пюреобразных мясорастительных консервов для детского питания, которые свидетельствуют о следующем. Несмотря на близкие значения м. д. РСВ (18–22%) исследуемых консервов, величина активности воды данных образцов колебалась в более широком диапазоне (от 0,955 до 0,987). При этом вид и количество мясного сырья (табл. 2) в меньшей степени оказывали влияние на показатель a_w , чем состав растительных компонентов, в частности крахмалсодержащих. Так, в двух видах консервов, содержащих гречневую крупу, величина активности воды составляла 0,985–0,987, а в консервах с картофелем – 0,976–0,977. Вместе с тем консервы, содержащие одинаковое количество говядины (10%), характеризовались a_w , равной 0,978 и 0,985 соответственно, а продукты, в составе которых применялось мясо кур (10%), – 0,987, 0,976, 0,955 соответственно (табл. 2, 3).

Приведенное предположение в определенной степени подтверждается данными зарубежных исследователей, изучавших активность воды консервов, изготовленных из мяса разных видов убойных животных. Согласно ним, величина a_w однокомпонентных консервов разных наименований отличается незначительно: средняя величина a_w консервированной говядины и свинины составляла $0,985 \pm 0,003$ и $0,981 \pm 0,001$ соответственно [1, 3, 7, 11, 18].

Таблица 3

Значения массовой доли растворимых сухих веществ и a_w мясорастительных консервов для детского питания

Наименование консервов	М. д. РСВ, %	Активность воды
Пюре из моркови, говядины и гречневой крупы	20,0	0,985
Пюре из моркови, гороха, курицы с гречневой крупой	18,0	0,987
Пюре из говядины с тыквой и манной крупой	18,0	0,978
Пюре из печени с тыквой и рисовой крупой	22,0	0,962
Пюре из тыквы, картофеля и курицы	20,0	0,976
Пюре из печени с картофелем	18,0	0,977
Пюре из моркови и тыквы с курицей	20,0	0,955

Закключение. На основании результатов проведенных нами исследований можно сделать следующие выводы:

- активность воды яблок белорусской зоны произрастания колебалась в пределах 0,882–0,965 и в определенной мере зависела от сроков их хранения;

- величина активности воды яблочных чипсов стандартной влажности (6,5–8,5%), изготовленных из изученных сортов плодового сырья, равнялась 0,197–0,405 и в большей степени определялась сортовыми особенностями яблок, чем применяемыми технологическими режимами;

- активность воды пюреобразного полуфабриката моркови по сравнению с исходным сырьем увеличилась на 6,1% и равнялась 0,98, что свидетельствует о высокой вероятности развития патогенных микроорганизмов в таких продуктах при условии нарушения санитарно-гигиенического состояния производства и режимов термической обработки овощных консервов;

- величина активности воды пюреобразных мясорастительных консервов для детского питания равнялась 0,955–0,987 и зависела от наличия в составе продукта крахмалсодержащих компонентов растительного происхождения.

Литература

1. Срок годности пищевых продуктов: Расчет и испытание / под общ. ред. Р. Стеле. – СПб.: Профессия, 2006. – 480 с.
2. Рогов, И. А. Значение показателя «активность воды» в оценке сельскохозяйственного сырья / И. А. Рогов, У. Ч. Чоманов, А. М. Бражников. – М.: АгроНИИТЭИММП, 1987. – 44 с.

3. Баранов, Б. А. Теоретические и прикладные аспекты показателя «активности воды» в технологии продуктов питания: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.16 / Б. А. Баранов. – СПб., 2000. – 25 с.
4. Государственная санитарно-гигиеническая экспертиза и подтверждение правильности установления сроков годности (хранения), условий хранения продовольственного сырья и пищевых продуктов: СанПиН 2.3.4.15-18-2005. – Введ. 01.08.99. – Минск: М-во здравоохранения Респ. Беларусь: ПолиБиг, 1999. – 218 с.
5. Fellows, P. J. Food processing technology / P. J. Fellows. – Cambridge: Woodhead, 1997. – P. 66.
6. Галстян, А. Г. Активность воды в молочных продуктах / А. Г. Галстян, А. Н. Петров, В. В. Павлова // Переработка молока. – 2002. – № 7. – С. 33.
7. Зонин, В. Г. Современная технология мясных консервированных продуктов / В. Г. Зонин. – СПб.: Профессия, 2008. – 224 с.
8. Huff, E. J. Bovine longissimus muscle tenderness as affected by postmortem ageing time, animal age and sex / E. J. Huff, J. F. C. Parrish // Journal of Food Science. – 1993. – Vol. 58, № 4. – P. 713–716.
9. Crystall, B. B. Composition of New Zealand Lamb as influenced by geographical area, sex of animal and cut / B. B. Crystall, R. J. Winger // Meat Industry Research Institute of New Zealand (M I R I N Z). – 1986. – Publication № 842. – P. 34–36.
10. Cauril, M. Raoult's law water activity and moisture availability in solutions / M. Cauril // Journal of Food Science. – 1983. – Vol. 48, № 2. – P. 648–649.
11. Пищевая химия / А. П. Нечаев [и др.]. – СПб.: ГИОРД, 2001. – 592 с.
12. Солонец, Г. К. Яблоня: биохимический состав плодов / Г. К. Солонец. – Минск: Белорус. дом печати, 1992. – 48 с.
13. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сухих веществ и влаги: ГОСТ 28561-90. – Введ. 01.07.1991. – М.: Госстандарт, 1990. – 16 с.
14. Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ: ГОСТ 28562-90. – Введ. 01.07.1991. – М.: Госстандарт, 1990. – 20 с.
15. Химический состав пищевых продуктов. Справочные таблицы содержания основных пищевых веществ и энергетической ценности пищевых продуктов / под ред. И. М. Скурихина и М. Н. Волгарева. – М.: Агропромиздат, 1987. – 224 с.
16. Химический состав российских пищевых продуктов: справочник / под ред. И. М. Скурихина, В. А. Тутельяна. – М.: Дели принт, 2002. – 236 с.
17. Химический состав и энергетическая ценность пищевых продуктов: справочник Макканса и Уиддоусона / пер. с англ.; под общ. ред. А. К. Батурина. – СПб.: Профессия, 2006. – 416 с.
18. Advisory committee on the microbiological safety of food (ACMSF). Report on verocytotoxin – producing *Escherichia coli* // HMSO. – 1995. – London.
19. Gould, G. W. Combination and synergistic effects / G. W. Gould, M. V. Jones // Mechanisms of action of Food Preservations. – London: Elsevier Appl. Sci. – 1989. – P. 400–421.
20. Microbial Survival in the Environment / E. Mitscherlich, E. H. Marth. – 1984. – P. 4. – 321 с.
21. Anon. Principles and practices for the safe processing of foods / Anon // Butterworth-Heinemann. – 1991. – Oxford.
22. Leistner, L. Beeinflussung der Sterilität von Fleischkonserven durch Steuerung der Wasseraktivität / L. Leistner, Karan-Djurdjic // Fleischwirtschaft. – 1970. – Vol. 50. – P. 547.

Поступила 26.03.2010