

Геворкян К.А., магистрант кафедры технологии и биотехнологии продуктов питания животного происхождения
ФГБОУ ВО "МГУПП", Институт биотехнологии и высокотехнологичных пищевых производств (Россия, г. Москва)

ПОКАЗАТЕЛЬ «АКТИВНОСТЬ ВОДЫ» - КРИТЕРИЙ КАЧЕСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Аннотация. Производство разнообразных пищевых продуктов ставит перед технологами большое число вопросов, связанных с микробиологической безопасностью выпускаемой продукции. Наиболее комплексно протекающие в пищевых системах физические, химические и механические процессы, а также и его микробиальную стабильность характеризует интегральный показатель «активность воды» или «свободная вода». «Активность воды» определяется измерением относительной равновесной влажности воздуха над образцом при достижении между ними парового равновесия. Точные показания будут характерны только при стабильной температуре во время измерений. «Свободная вода» в продукте ответственна за рост неблагоприятных микроорганизмов в продукте, таких как грибы или бактерии, производящих «токсины», а также за химические и биохимические реакции, такие как, например, реакция Майяра, которые возникают в продукте в итоге все чаще, и могут повлиять на: микробиальную и химическую стабильность; содержание протеинов и витаминов; цвет, вкус, текстуру и пищевую ценность; условия хранения и др.

Ключевые слова: пищевые продукты, качество, безопасность, активность воды.

К.А. Gevorkyan, Undergraduate Student of the Department of Animal Origin Food Products Technology and Biotechnology
Moscow State University of Food Production, Institute of Biotechnology and High-Tech Food Production, Moscow, Russia

"WATER ACTIVITY" INDEX – FOOD PRODUCTS QUALITY CRITERION

Annotation. The production of a variety food products poses large number of questions for technologists, related to the products microbiological safety. The most complex physical, chemical and mechanical processes taking place in food systems, as well as its microbial stability, characterize the integral index "water activity" or "free water". "Water activity" is determined by measuring the relative equilibrium humidity of air above the sample when the steam equilibrium between them is reached. Precise readings will be characteristic only at a stable temperature during measurements. "Free water" in the product is responsible for the growth of unfavorable microorganisms in the product, such as fungi or bacteria that produce "toxins", as well as for chemical and biochemical reactions, such as, for example, the Maillard reaction, which, in the end arise in the product more often, and can effect on: the microbial and chemical stability; the content of proteins and vitamins; color, taste, texture and nutritional value; storage conditions, etc.

Key words: food products, quality, safety, water activity.

Вода - уникальное химическое соединение с определенными свойствами, входящая в состав всего биологического материала. Классификацию форм связи воды в материалах с учетом природы образования связи и энергии взаимодействия предложил П.А. Ребиндер [1]. Все формы связи воды были разделены на три группы: химическая, физико-химическая и физико-механическая. В соответствии с этой классификацией различают следующие виды

связанной воды: химически связанная, адсорбционно связанная, вода макро- и микрокапилляров; осмотически связанная вода, свободно удерживаемая каркасом тела (иммобилизационная) [2]. Именно с количественным содержанием и видом влаги большинство исследователей связывают хранимоустойчивость продукции [3,4,5].

В последнее время в пищевой промышленности отмечена тенденция увеличения количества разрабатываемых технологий продуктов с высоким сроком годности. Основными функционально-технологическими показателями, влияющими на качество продуктов и их хранимоустойчивость являются pH, Redox потенциал (Eh), температура и показатель «активности воды» (Aw), характеризующий состояние воды (форму и энергию связи) в пищевом продукте. Термин «активность воды» впервые был введен Скоттом в 1952 г., который доказал, что существует зависимость между состоянием воды в продукте и ростом микроорганизмов в нем. С этого времени Aw стала важнейшим параметром в консервной промышленности [6].

Само определение активности рассматривается как отношение фугитивности f (летучести) вещества в некотором состоянии к его фугитивности fs в каком-либо состоянии принятое за стандартное [6]. Так как мы рассматриваем водную среду, то под фугитивностью вещества понимается величина давления пара в некотором состоянии. Если за стандартное состояние принять давления пара над чистым растворителем (дистиллированная вода) отношение для Aw примет вид:

$$A_w = f / f_s = p / p_s, \quad (1)$$

где p - парциальное давление водяного пара над поверхностью продукта; ps - давление насыщенного пара над чистой водой при температуре продукта.

Так как величина Aw носит термодинамический характер, т. е. характеризует равновесное давление паров воды при определенной температуре, она может быть определена как равновесная относительная влажность деленная на 100.

$$A_w = R_h / 100, \quad (2)$$

где Rh - равновесная относительная влажность, %.

Отношение парциальных давлений паров над продуктом и чистым растворителем входит в основную термодинамическую формулу количественного определения энергии связи влаги с материалом (по П.А. Ребиндеру) [3].

$$-\Delta F = L = RT \ln p / p_s = RT \ln A_w \text{ (Дж / моль)}, \quad (3)$$

где ΔF - уменьшение свободной энергии системы; L - работа отрыва 1 моля воды от материала (без изменения состава); R- газовая постоянная; T- абсолютная температура.

На основании литературных данных [6] в таблице 1, представлены величины Aw некоторых молочных продуктов.

Таблица 1 – Активность воды в некоторых молочных продуктах

Продукты	Aw	Продукты	Aw
Молоко	0.990 - 0.995	Сгущенное стерилизованное молоко	0.96 – 0.97
Сливки 40 %- ной жирности	0.970 – 0.980	Сгущенное молоко с сахаром	0.820 – 0.850
Сыр 40 %- ной влажности	0.950 – 0.970	Сухое молоко	0.220 – 0.250

Известно, что между водой, химическими соединениями и биологической структурой пищевых продуктов происходят взаимодействия различного характера [3,4]. А именно – вода

является дисперсной средой для целого ряда химических реакций и метаболизма микроорганизмов в продуктах питания. Величина A_w хорошо коррелирует со многими из них. Так понижение A_w от 1 до 0.2 приводит к значительному замедлению химических и ферментативных реакций. Но окисление липидов и реакция Майяра могут протекать при более низких значениях A_w .

В настоящее время, изучены и определены пороговые значения A_w для большинства микроорганизмов, за пределами которых, прекращаются их биохимические процессы роста [6-9]. Так для большинства бактерий предельное значение A_w , обеспечивающие их нормальное развитие должно быть не ниже 0.90 – 0.99. Исключение составляет *St. aureus* и *Halophilic bacteria* минимальные значения A_w для которых соответственно равны 0.86 и 0.75. Дрожжи и многие плесневые грибы хорошо развиваются даже в пределах $A_w = 0.85 – 0.60$. В частности, в молочноконсервном производстве наиболее опасны осмофильные дрожжи, которые могут развиваться при A_w близкой к 0.65 и являться причиной брака сгущенных молочных консервов с сахаром.

По величине активности воды выделяют следующие виды пищевых продукты: продукты с высокой влажностью ($A_w = 1.0 - 0.9$); продукты с промежуточной влажностью ($A_w = 0.9 - 0.6$); продукты с низкой влажностью ($A_w = 0.6 - 0.0$) [6].

Известно, что введение в водные среды таких веществ как соль, сахар, высокомолекулярных соединений и т. д., приводит к изменению структуры воды [6,7]. В результате этого изменяется целый ряд физико-химических параметров воды. Одними из наиболее значимых, являются снижение растворяющей способности и иммобилизация воды посредством ее локализации на поверхности гидрофильных молекул.

В настоящее время существует достаточно много методов для определения A_w основанных как на прямом измерении давления паров воды над поверхностью продукта (манометрические и гигрометрические) так и на определении каких-либо физических характеристик вспомогательного гигроскопичного материала – косвенный метод [6,7].

Недостатками прямых методов измерения и некоторых косвенных, является высокая длительность определения A_w связанная с низкой скоростью достижения равновесной относительной влажности. В зависимости от метода и продукта в некоторых случаях, равновесное состояние достигается от 2 – 6 часов до нескольких суток. Это снижает возможность применения данных методов для определения A_w в скоропортящихся продуктах, таких как молоко. Также эти методы трудоемки и требуют высококвалифицированного персонала для работы с ними.

Список литературы

1. Ребиндер, П.А. О формах связи воды с материалом в процессе сушки / В кн. Всес. совещание по интенсивности процессов и улучшение качества материалов при сушке в основных отраслях промышленности и сельского хозяйства. — М.: Профиздат, 1958. — С.14.
2. Вода в пищевых продуктах. / Под редакцией Р.Б. Дакуорта. — Перевод с англ. — М.: Пищевая промышленность, 1980. — 376 с.
3. Галстян, А.Г. Активность воды в молочных продуктах / А.Г. Галстян, А.Н. Петров, В.В. Павлова // Переработка молока. 2002. №7. С. 7-8
4. Гошанская, М.Н. Активность воды растворов фруктозы/М.Н. Гошанская, Е.А. Фетисов, А.Н. Петров, И.А. Радаева, С.Н. Туровская, А.Г. Галстян//Техника и технология пищевых производств. -2010. -Т. 18. -№ 3. -С. 100-106.
5. Пищевые продукты с промежуточной влажностью. Под ред. Р. Дэвиса, Г. Берча, К. Паркера. М.: Пищевая пром-сть, 1980. - 208 с.
6. Галстян А.Г. Теория и практика молочно-консервного производства /А.Г.Галстян, А.Н.Петров, И.А.Радаева, С.Н.Туровская, В.В.Червецов, Е.Е.Илларионова, В.К.Семипятный. - М.: Издательский дом «Федотов Д.А.», 2016. -181 с.

7. Значение показателя активности воды в оценке сельскохозяйственного сырья: Обзорная информация / Рогов И.А. и др – М.: АгроНИИТЭИММП, 1987.- 44с.8. Моик И. Б. и др. Термо- и влагометрия пищевых продуктов: Справочник. - М.: Агропромиздат, 1988. - 304с.
9. Дерягин Б. В., Чураев Н. В., Овчаренко Ф.Д. Вода в дисперсных системах. -М.: Химия, 1989. - 288с.
-