

УДК 664:641.16

ЕДН QGCMKI

DOI 10.71453/3034-4174-2025-2-74



## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ АКТИВНОСТИ ВОДЫ БИОЛОГИЧЕСКИ ЦЕННЫХ ПРОДУКТОВ

**Ермолаев Владимир Александрович**, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры биотехнологий и производства продуктов питания<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Кузбасский государственный аграрный университет им. В.Н. Полецкого, г. Кемерово, Россия

**Аннотация.** В данной статье приведены результаты исследования показателя активности воды биологически ценных продуктов. Активность воды определяли в следующих биологически ценных продуктах: мед, пчелиное маточное молочко, хлорелла, икра рыб. В статье определена зависимость активности воды от влагосодержания исследуемых продуктов. Для исследования показателя активности воды была сконструирована специализированная установка, особенности конструктивного исполнения и работы которой также предлагаются к рассмотрению.

**Ключевые слова:** активность воды, мед, пчелиное маточное молочко, хлорелла, икра рыб.

## RESEARCH OF WATER ACTIVITY INDEX BIOLOGICALLY VALUABLE PRODUCTS

**Ermolaev Vladimir A.**, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Biotechnology and Food Production<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kuzbass State Agrarian University, Kemerovo, Russia

**Abstract.** This article presents the results of a study of the water activity index of biologically valuable products. The water activity was determined in the following biologically valuable products: honey, bee royal jelly, chlorella, and fish

roe. The article determines the dependence of water activity on the moisture content of the studied products. A specialized device was designed to study the water activity index, and its design and operation are also presented in this article.

**Keywords:** water activity, honey, bee royal jelly, chlorella, fish roe.

## Введение

Обеспечение населения качественными и безопасными продуктами питания является одной из наиболее важных задач современного государства. Интерес к данной проблеме обусловлен социальными, экономическими и медицинскими аспектами, определенной нехваткой пищевых ресурсов с определенным набором функциональных признаков.

На интенсивность протекания биохимических процессов в пищевом продукте при его хранении влияет множество внутренних и внешних факторов, в том числе активность воды. Последний показатель имеет важное значение, когда речь заходит о степени сохранности пищевых продуктов [4–6; 13–15]. Имея данные об активности воды, можем рассчитать приблизительные сроки хранения того или иного продукта. Активность воды определяется по формуле [18]:

$$A_w = P/P_o, \quad (1)$$

где  $P$  – парциальное давление водяного пара над продуктом (Па);

$P_o$  – парциальное давление водяного пара над водой (Па).

Чем выше массовая доля влаги в пищевом продукте, тем выше активность воды, что приводит к большей вероятности появления благоприятной среды для роста микроорганизмов, которые могут привести к порче продукта [17]. При сушке продукт теряет часть своей влаги за счет испарения, активность воды понижается, и, как следствие, жизнедеятельность микроорганизмов замедляется. Поэтому сухие продукты имеют более длительные сроки хранения. При активности воды менее 0,9 жизнедеятельность многих микроорганизмов прекращается, а при активности воды менее 0,75 прекращается жизнедеятельность плесеней [17].

Классификацию пищевых продуктов по активности воды ( $a_w$ ) и массовой доле влаги можно представить в следующем виде: высоковлажные ( $0,9 < a_w < 1,0$ ), с промежуточной влажностью ( $0,6 < a_w < 0,9$ ) и низковлажные ( $a_w < 0,6$ ) [1–3; 12]. В высоковлажных продуктах влага слабо связана с сухим веществом продукта и является легкодоступной для микроорганизмов, что способствует их быстрому росту и порче. В продуктах с промежуточной

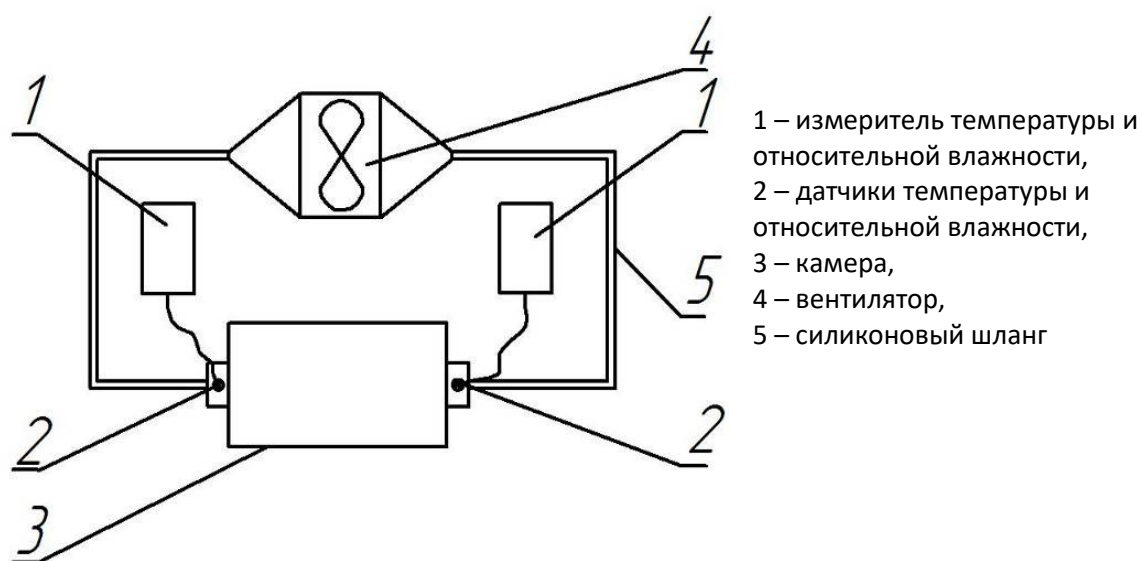
влажностью влага имеет разные формы связи: часть влаги свободна и доступна микроорганизмам, а часть прочно связана с сухим веществом продукта. Низковлажные продукты ( $a_w < 0,6$ ) характеризуются очень низкой активностью воды, что ограничивает развитие большинства микроорганизмов.

Активность воды – это интегральный показатель качества пищевых продуктов. Современные методы измерения  $a_w$  позволяют точно контролировать этот важный параметр на всех этапах производства и хранения [7–9; 11; 16].

Цель данного исследования заключается в исследовании показателя активности воды в следующих биологически ценных продуктах: мед, пчелиное маточное молочко, хлорелла, икра рыб.

### Материалы и методы

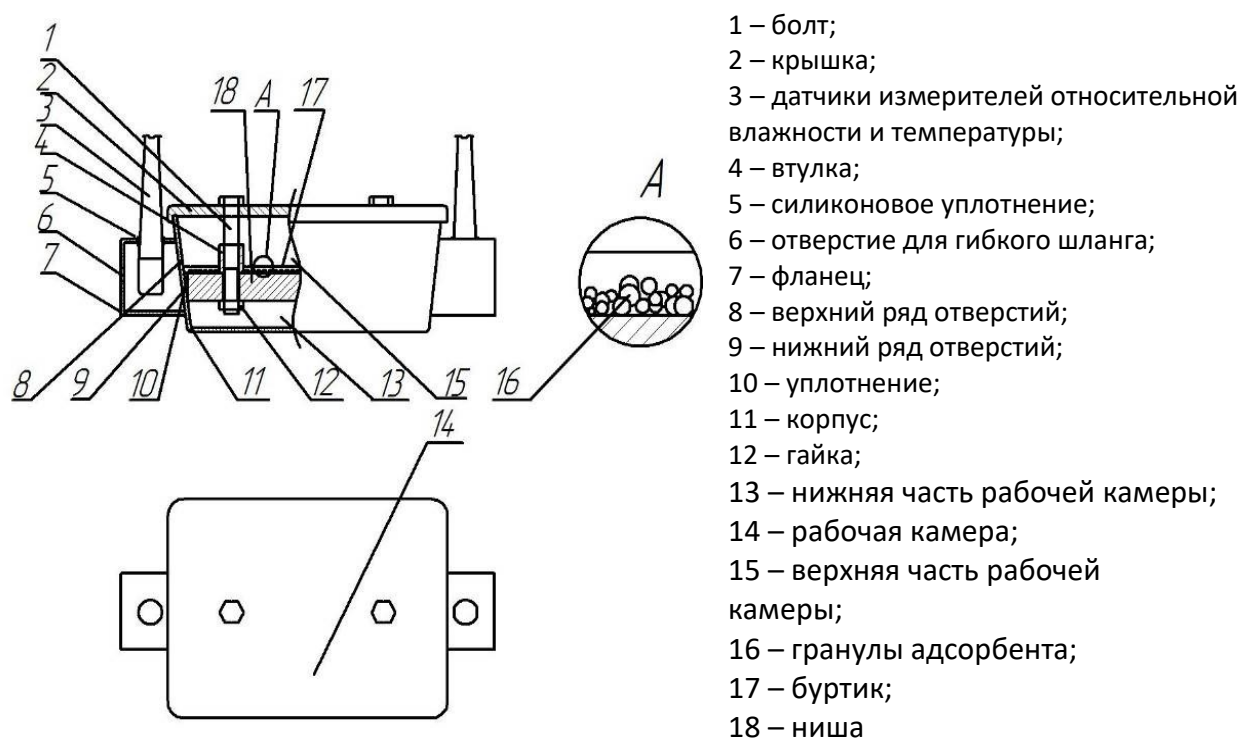
Для исследования показателя активности воды была сконструирована соответствующая установка. Установка по определению показателя активности воды представлена на рисунке 1, а внешний вид рабочей камеры – на рисунке 2.



**Рис. 1.** Установка для определения активности воды

Исследования по определению активности воды проводили с учетом различной массовой доли влаги исследуемых продуктов. Объектами исследования были выбраны биологически ценные продукты: мед, пчелиное маточное молочко, хлорелла, икра рыб.

Установка предусматривает два режима работы: режим осушения и режим измерения. В режиме осушения продукт размещается в камере (13), которая закрывается крышкой (2).



**Рис. 2.** Камера

После этого включают вентилятор 4, который обеспечивает движение воздуха по замкнутому контуру. При этом осуществляется осушение воздуха, входящего в контакт с адсорбентом.

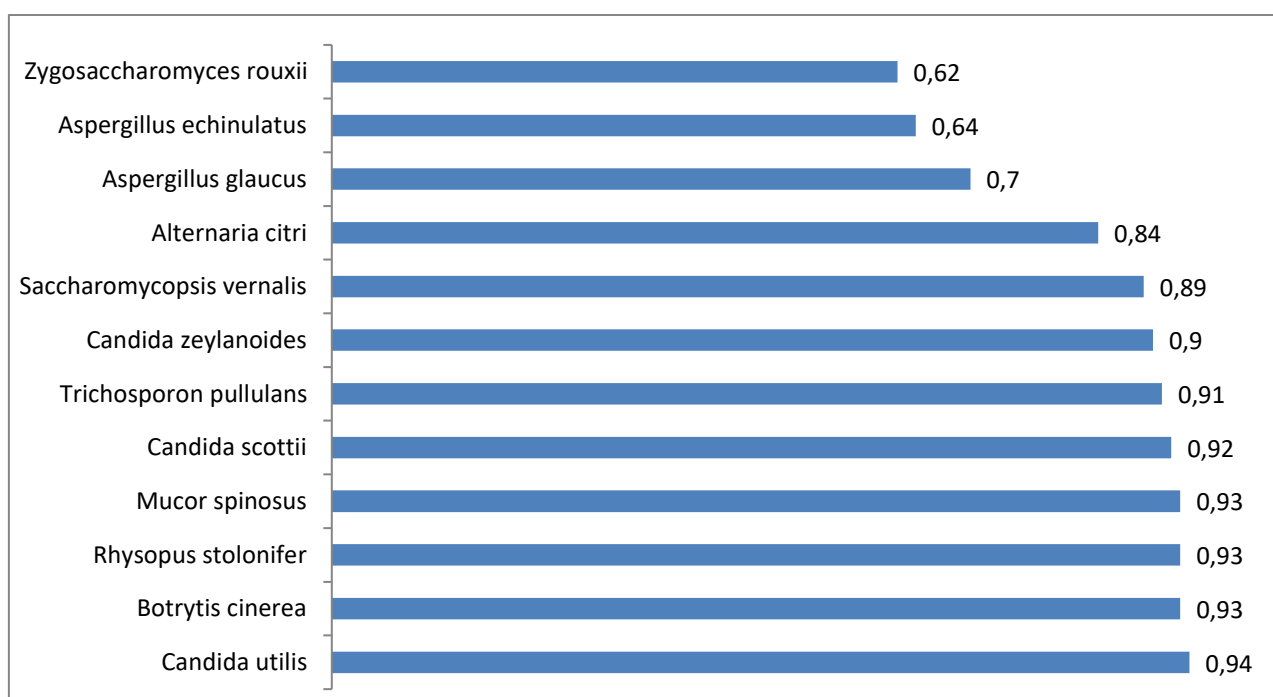
В режиме измерения болты 1 поднимают. Включается вентилятор 4, за счет чего происходит циркуляция воздуха. Циркулирующий воздух сорбирует влагу из продукта. В качестве адсорбента в экспериментах использовали силикогель. Эксперимент считается завершенным, когда относительная влажность воздуха на входе в рабочую камеру и на выходе из нее совпадают. Равновесное состояние устанавливается, как правило, за 10–15 минут. Все измерения по определению показателя активности воды проводились в трехкратной повторности. Масса навески образца составляла 20 граммов. В качестве объекта исследования выбрана спирулина, мед, пчелиное маточное молочко, хлорелла, икра рыб.

Активность воды в спирулине исследовали с различной массовой долей влаги. Спирулина богата белком, витаминами и микроэлементами.

Ее называют самым питательным натуральным продуктом. Для правильного хранения необходимо знать показатели хранимостпособности, в качестве данного показателя был выбран показатель активности воды.

### Результаты

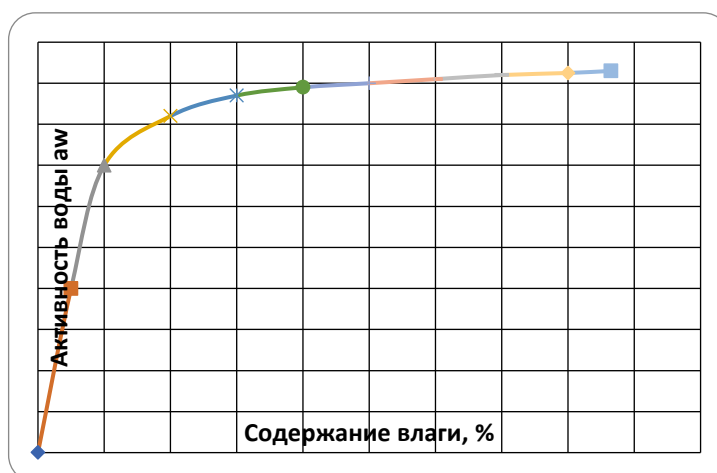
Сегодня известно множество различных микроорганизмов, вызывающих порчу пищевых продуктов. Жизнедеятельность микроорганизмов зависит от массовой доли влаги в пищевом продукте и, как следствие, от активности воды (рис. 3). При активности воды ниже 0,6 практически все микроорганизмы прекращают свою жизнедеятельность.



**Рис. 3.** Влияние активности воды на жизнедеятельность различных микроорганизмов

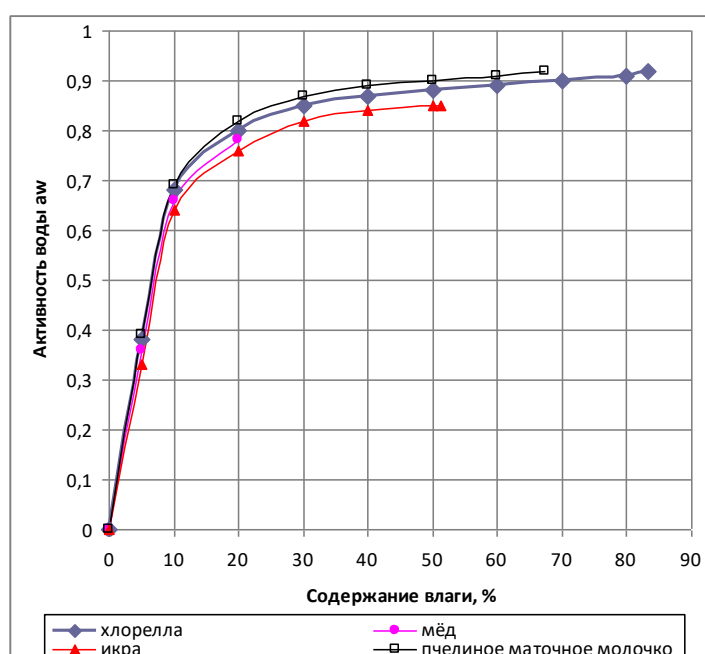
Активность воды биологически ценных продуктов пропорциональна уровню свободной воды, которую они содержат. Поскольку на рост микробов отрицательно сказывается даже небольшое снижение  $a_w$ , ее необходимо использовать для замедления и предотвращения роста бактерий в пищевых продуктах. Это достигается либо удалением, либо связыванием свободной воды.

Проведены исследования по определению активности воды в спирулине при различной массовой доле влаги (рис. 4).



**Рис. 4.** Изменения активности воды при различной массовой доле влаги в спироулине

С уменьшением массовой доли влаги в спироулине активность воды снижается. Зависимость активности воды от влагосодержания в других продуктах приведена на рисунке 5.



**Рис. 5.** Зависимость активности воды от влагосодержания продуктов

Динамика изменения активности воды биологически ценных продуктов при удалении влаги аналогична динамике изменения активности воды у спироулины. При массовой доле влаги в биологически ценных продуктах ниже 8 % активность воды равна 0,6. Таким образом, биологически ценные продукты с массовой долей влаги ниже 8 % будут иметь длительные сроки

годности, так как жизнедеятельность микроорганизмов будет приостановлена.

### **Заключение**

Исследован показатель «активность воды» в следующих биологически ценных продуктах: мед, пчелиное маточное молочко, хлорелла, икра рыб. Сконструирована установка для исследования показателя активности воды. Установлено, что с уменьшением массовой доли влаги в спиролине активность воды снижается. Активность воды является важным показателем для оценки качества пищевых продуктов.

### **Список источников**

1. А.с. № 1155940 СССР, G 01 N 33 / 02. Устройство для определения активности воды в пищевых продуктах / Рогов И.А., Чоманов У.Ч., Фатьянов Е.В. № 3547096/28–13; заявл. 24.01.83; опубл. 15.05.85, Бюл. № 18.
2. А.с. № 1176245 СССР, G 01 N 33 / 02. Способ определения активности воды на поверхности пищевых продуктов / Кичкарь Ю.Е., Бунин Д.Х., Насибов З.Г., Марков Ю.Ф. № 3633832/28–13; заявл. 15.08.83; опубл. 30.08.85, Бюл. № 32.
3. А.с. № 800871 СССР, G 01 N 33 / 02. Устройство для определения активности воды в пищевых продуктах / Рогов И.А., Адаменко В.Я., У. Ч. Чоманов № 2742467/28–13; заявл. 26.03.79; опубл. 30.01.81, бюл. № 4.
4. Буйлова, Л.А. Определение активности воды в сухом молоке / Л. А. Буйлова, Е. А. Дубова // Молочная промышленность. 2006. № 10. С. 69.
5. Гудков, А.В. Зависимость активности воды в сырах от содержания соли и влаги / А. В. Гудков, Ф. А. Федин // Микробиологические и биохимические процессы в сыроделии и маслоделии: ВНИИМСП, Труды. Вып. XI. Москва, 1973. С. 30–33.
3. Ермолаев, В.А. Разработка технологии вакуумной сушки обезжиренного творога: дис. ... канд. техн. наук 05.18.04 / Ермолаев Владимир Александрович. Кемерово, 2008. 134 с.
7. Ермолаев, В. А. Исследование процессов сублимационной сушки ягод / В. А. Ермолаев, Г. А. Масленникова, Н. А. Комарова, Д. Е. Федоров // Техника и технология пищевых производств. 2011. № 1. С. 67–70.

8. Ермолаев, В.А. Теоретическое обоснование основ консервирования сушкой и практическая реализация технологии вакуумной сушки творога: моногр. / В. А. Ермолаев, С. А. Захаров. Кемерово, 2009. 176 с.
9. Ермолаев, В.А. Исследование показателя активности воды сухих молочных продуктов / В. А. Ермолаев, А. Б. Шушпанников // Техника и технология пищевых производств. 2010. № 2. С. 84–88.
10. Ермолаев, В.А. Разработка температурных режимов вакуумного концентрирования молока / В. А. Ермолаев, О. Н. Иваненко, М. В. Онюшев // Вестник КрасГАУ. 2016. № 9. С. 121–127.
11. Камовников, Б.П. Активность воды в продуктах с пониженной влажностью / Б. П. Камовников, А. М. Бражников, А. В. Антипов, В. В. Грудзинский // Холодильная техника. 1982. № 10. С. 39–41.
12. Калацевич, Н. Н. Влияние активности воды на естественную убыль массы плодово-ягодной продукции при холодильном хранении / Н. Н. Калацевич, С. В. Мурашев // Процессы и аппараты пищевых производств. 2012. № 1. С. 223–228.
13. Калинина, Е.Д. Активность воды и осмотическое давление в молочных консервах / Е. Д. Калинина, Г. А. Ерьсько, И. О. Романчук, А. В. Минорова // Переработка молока. 2009. № 3. С. 50–51.
14. Камовников, Б.П. Активность воды в продуктах с пониженной влажностью / Б. П. Камовников, А. М. Бражников, А. В. Антипов, В. В. Грудзинский // Холодильная техника. 1982. № 10. С. 39–41.
15. Кротов, Е.Г. Использование показателя «активность воды» при оценке качества быстрозамороженных растительных продуктов / Е. Г. Кротов, Л. Г. Горбатюк // Холодильная техника. 1985. № 7. С. 18–20.
16. Пищевые продукты с промежуточной влажностью / под ред. Р. Девиса, Г. Берча, К. Паркера; пер. с англ. А.Н. Иваненко, под ред. А.Ф. Наместникова. Москва : Пищевая промышленность, 1980. 208 с.
17. Значение показателя «активность воды» в оценке сельскохозяйственного сырья: обзорная информация / И. А. Рогов, У. Ч. Чоманов, А. М. Бражников и др. Москва : АгроНИИТЭИММП, 1987. 44 с.
18. Тихомирова, Н. А. Зависимость показателя «активность воды» молочных продуктов от их состава / Н. А. Тихомирова, С. И. Рогов, М. М. Чураков // Вестник международной академии холода. 2005. № 4. С. 36–38.