

ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ГИДРОЛИЗОВАННЫХ БЕЛКОВ

Декуша А.В., канд. техн. наук, ст. науч. сотрудник, Жукотский Э.К., ст. науч. сотрудник,
Иванов С.А., ведущий инженер

Институт технической теплофизики Национальной академии наук Украины, г. Киев

Изучены теплофизические свойства композиции гидролизovaných белков животного и растительного происхождения с целью разработки технологии высокобелковых гидролизovaných продуктов для специального диетического потребления.

Studied thermophysical properties of a composition of hydrolyzed animal and vegetable proteins in order to work out a technology of high-protein hydrolyzed products for special dietary use.

Ключевые слова: питание, гидролизované белки, теплоемкость, теплота испарения, технология.

Создание новых технологий диетических продуктов направленного действия имеет важное медико-социальное значение для улучшения здоровья человека. Литературный и патентный анализ свидетельствует о многочисленных научных исследованиях в этой области, поскольку известно, что питание является мощным лечебно-оздоровительным фактором и правильно подобранная диета положительно влияет на активизацию защитных сил организма человека. В частности, при заболеваниях, связанных с белково-энергетической недостаточностью, эффективно зарекомендовали себя продукты с высоким содержанием гидролизованного белка (до 80 %). Ферментативный гидролиз смеси пищевых белков позволяет получить комплекс легкоусвояемых пептидов с высокой пищевой и биологической ценностью. Продукты на их основе позитивно влияют на клиническое течение целого ряда заболеваний, требующих усиленного белкового питания и, таким образом, сокращают продолжительность лечения [1-12].

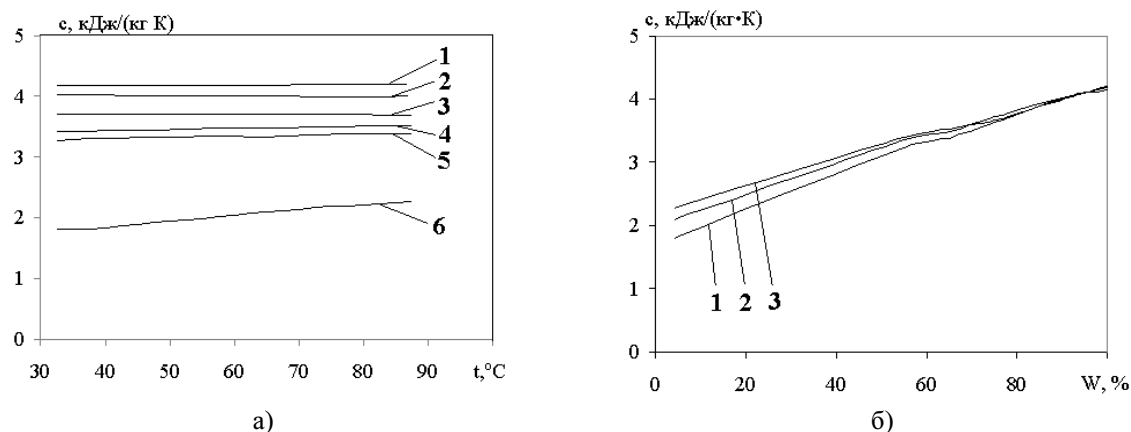
В Институте технической теплофизики Национальной академии наук Украины проводится комплекс работ по созданию технологий и оборудования для производства продуктов специального назначения на основе гидролизovaných белков [13-15]. Технологический процесс таких продуктов состоит из следующих основных операций: подготовка белковых компонентов (гидратация и растворение), ферментативный гидролиз, внесение дополнительных составляющих, распылительная сушка, охлаждение сухого продукта, фасовка.

Из представленного на рынке Украины ассортимента высокобелковых продуктов, используемых в функциональном питании, для исследований выбраны наиболее полноценные белки животного и растительного происхождения – концентрат белковый из молочной сыворотки (80 % белка) и изолированный соевый белок (90 % белка) в сочетании, приближенном по составу к незаменимым аминокислотам, т.е. идеальному белку.

После подготовительных операций высокобелковые компоненты гидратировали используя метод дискретно-импульсного ввода энергии, затем гидролизovali комплексом ферментативных препаратов. Далее полученный раствор сгущали до содержания сухих веществ 45 % и подавали на распылительную сушку.

Для выбора рациональных технологических параметров процесса распылительной сушки продукта были проведены экспериментальные исследования по определению удельной массовой теплоемкости и теплоты испарения водных растворов белковых гидролизатов с различным содержанием сухих веществ. Это основные теплофизические показатели, которые позволяют охарактеризовать кинетику процесса сушки с помощью известных критериев Ребиндера и Коссовича, устанавливающих зависимость между тепло- и массообменом.

Экспериментальные исследования по определению удельной массовой теплоемкости c и удельной теплоты испарения r гидролизovaných белковых растворов проводили на установке синхронного термического анализа ДМКИ-1, разработанной в Институте технической теплофизики НАН Украины [16]. Результаты измерений удельной массовой теплоемкости (рис. 1) представлены двумя зависимостями, которые характеризуют изменение удельной массовой теплоемкости c водных растворов белковых гидролизатов с разным содержанием сухих веществ в зависимости от температуры в диапазоне 30...90 °С (рис. 1 а) и в зависимости от влажности (W) (рис. 1 б).



1 – вода, 2 – СВ = 9 %, 3 – СВ = 25 %, 4 – СВ = 35 %, 5 – СВ = 45 %; 6 – сухой продукт;
 б) от влажности W при температурах t : 1 – 32 °C, 2 – 54 °C, 3 – 87 °C

Рис. 1 – Изменение удельной массовой теплоемкости водных растворов гидролизovaných белков в зависимости от а) температуры при разном содержании сухих веществ

Полученные данные (рис. 1) свидетельствуют о том, что удельная теплоемкость всех исследуемых растворов незначительно зависит от изменения температуры в диапазоне 30...90 °C. С возрастанием содержания сухих веществ в водном растворе, а именно гидролизованного белка, его удельная массовая теплоемкость уменьшается в среднем от 4,0 до 3,3 кДж/(кг·К) при изменении содержания сухих веществ от 9 до 45 % соответственно, т.е. в 1,2 раза. Несколько другая зависимость наблюдается у сухого продукта – с ростом температуры с 32,7 до 87,5 °C его теплоемкость соответственно увеличивается с 1,8 до 2,3 кДж/(кг·К), что составляет около 22 %. Это можно объяснить тепловой денатурацией белковой части продукта, при которой происходит агрегация частиц белка в более крупные соединения, что требует подведения дополнительной теплоты. Зависимость теплоемкости от влажности продукта и температуры можно описать линейным уравнением регрессии (1):

$$c = 1,426 + 0,025 \cdot W + 6,341 \cdot 10^{-3} \cdot t \quad (1)$$

Экспериментально определены значения удельной теплоты испарения r этих же белковых растворов (рис. 2). Поскольку при распылительной сушке продукт контактирует с сушильным агентом непродолжительное время, испарение образцов на установке ДМКИ-1 вели до потери определенного процента влаги, что позволило свести к минимуму влияние тепловых эффектов, проявляющихся в данных растворах с течением времени под воздействием повышенной температуры.

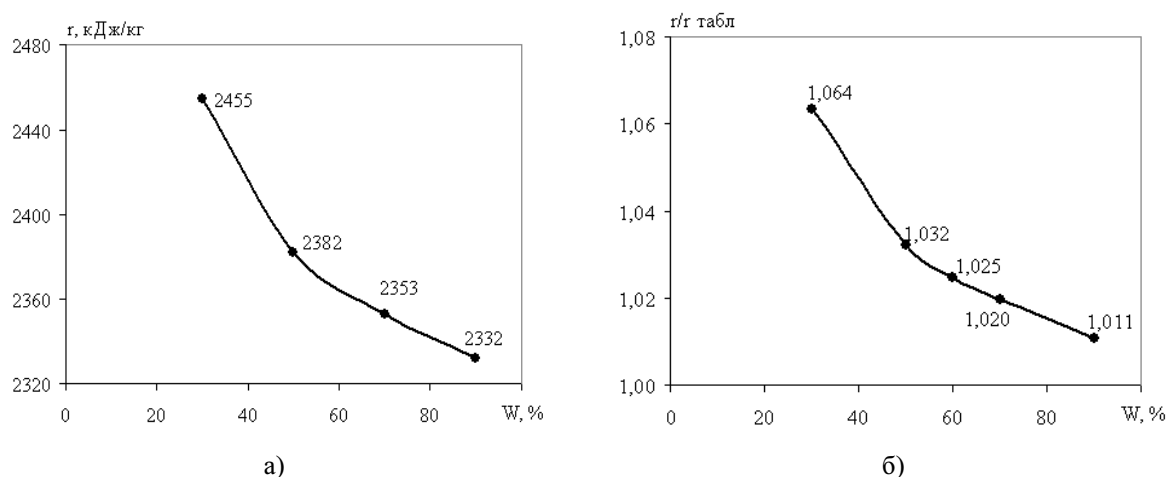


Рис. 2 – Изменение теплоты испарения r (а) и приведенной теплоты испарения $r/r_{табл}$ (б) водных растворов белковых гидролизатов в зависимости от влажности W

Теплота испарения образцов r обратно пропорциональна влажности W (рис. 2), что обусловлено наличием в белковых растворах связанной влаги, на испарение которой необходимо затратить большее количество теплоты, и выражается степенной зависимостью (2):

$$r = 2872W^{-0,0468} \quad (2)$$

Выводы

Проведенные исследования позволили определить удельную массовую теплоемкость и удельную теплоту испарения высокобелковых гидролизованных комплексов в широком диапазоне изменения температуры процесса и содержания сухих веществ, что позволит качественно охарактеризовать кинетику распылительной сушки продукта и установить рациональные режимные параметры данного процесса.

Полученные данные будут использованы при разработке технологии производства высокобелковых гипоаллергенных продуктов.

Литература

1. Борисова Г.В. Выбор ферментных препаратов с целью получения гидролизатов молочной сыворотки с низкой аллергенностью / Г.В. Борисова, М.В. Новосёлова, О.Н. Бондарчук, Ю.С. Малова // *Фундаментальные исследования*. – 2012. – № 11 (часть 5). – С. 1164 – 1167.
2. Боровик Т.Э. Использование белковых гидролизатов в практике педиатров / Т.Э. Боровик, В.А. Ревякина // *Аллергология: научно-практический журнал*. – 2004. – № 2. – С. 56 – 58.
3. Ферменты в пищевых технологиях / монография / Л.В. Капрельянц – О.: Друк, 2009. – 468 с.
4. Максимюк Н.Н., Марьяновская Ю.В. О преимуществах ферментативного способа получения белковых гидролизатов / Н.Н. Максимюк, Ю.В. Марьяновская // *Фундаментальные исследования*. – 2009. – № 1. – С. 34 – 35.
5. Смирнова Е.Б. Применение ферментов из гепатопанкреаса камчатского краба и коммерческих препаратов для протеолиза коровьего молока / Е.Б. Смирнова, В.А. Мухин, В.К. Мазо, В.Ю. Новиков // *Рыбпром*. – № 4. – 2009. – С. 16 – 18.
6. Хованова И.В. Использование белковых гидролизатов из молочного сырья для производства продуктов детского питания / И.В. Хованова, Г.М. Лесь, С.В. Симоненко и др. // *Пищевая промышленность*. – № 3. – 2009. – С. 30 – 32.
7. S.B. Kim, I.S. Seo, M.A. Khan Enzymatic hydrolysis of heated whey: iron-binding ability of peptides and antigenic protein fractions // *Journal of Dairy Science*. – V. 90, Is. 9. – Sept. 2007. – P. 4033 – 4042.
8. Римарева Л.В. Биокаталитические нанотехнологии для перерабатывающих отраслей АПК / Л.В. Римарева // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2009. – № 1. – С. 50 – 53.
9. Юкало В.Г. Протелоліз різних фракцій казеїну ферментними системами лактококів / В.Г. Юкало, Л.А. Сторож // *Харчова промисловість*. – 2011. – № 10. – С. 144 – 148.
10. Храмов Г.А., Лодыгин А.Д. Донской Н.С. Научно-технические предпосылки целесообразности совмещения изомеризации лактозы и гидролиза сывороточных белков в подсырной сыворотке / Г.А. Храмов, А.Д. Лодыгин, Н.С. Донской // *Молочное дело*. – 2010. – №3. – С. 30 – 31.
11. Токаев Э.С. Специализированные белково-углеводные продукты питания для спортсменов / Э.С. Токаев, И.А. Бастриков // *Пищевая промышленность*. – № 10. – 2009. – С. 70 – 72.
12. Иванушкин П.А. Совершенствование технологии ферментативного гидролиза соевого белка для расширения области применения в пищевых продуктах: дис. ... канд. техн. наук: 23.11.2011 / Иванушкин Петр Александрович. – М.: 2011. – 214 с.
13. Шаркова Н.О. Розробка технології сухих адаптованих сумішей з гідролізованим білком для дитячого харчування / Н.О. Шаркова, Я.Т. Терлецька, Г.В. Гріщенко // *Наукові праці*. – 2008. – Вип. 32, Т.2 – С. 248 – 251.
14. Шаркова Н.А. Особенности производства гидролизованных белковых продуктов / Н.А. Шаркова, А.В. Декуша, Э.К. Жукотский, С.А. Иванов // *Промышленная теплотехника*. – 2013. – Т. 35, №7. – С. 187 – 190.
15. Шаркова Н.О. Дослідження кінетики сушіння крапель водних розчинів білкових композицій / Н.О. Шаркова Н.О., Турчина Т.Я., Г.В. Декуша, О.В. Ткаченко та ін. // *Наукові праці*. – 2013. – Вип. 43, Т. 2. – С. 50 – 52.
16. Дубовикова Н.С. Теплометрический прибор синхронного термического анализа для определения удельной теплоты испарения / Н.С. Дубовикова, Ю.Ф. Снежкин, Л.В. Декуша // *Промышленная теплотехника*. – 2013. – Т. 35, № 2 – С. 87 – 95.