

Таблица 2 – Показатели качества зернового хлеба

Показатель	Зерновой полбяной хлеб		Зерновой пшеничный хлеб	
	без добавок (контроль)	с ферментными препаратами	без добавок (контроль)	с ферментными препаратами
Влажность, %	45,6±0,5	46,0±0,5	45,0±0,5	45,3±0,5
Титрованная кислотность, град.	2,7±0,1	2,9±0,1	2,5±0,1	2,7±0,1
Пористость, %	58±2	65±2	56±5	63±5
Удельный объём, см ³ /г	2,0±0,1	2,7±0,1	1,9±0,1	2,5±0,1

Положительный эффект от внесения комплекса ферментных препаратов на стадии приготовления зернового теста подтвержден и результатами органолептической оценки качества выпеченного хлеба: эти изделия отличались более выпуклой и гладкой поверхностью без подрывов и трещин, в то время как у контрольных образцов она была шероховатой с незначительными трещинами. Наибольшие изменения были отмечены при оценке состояния мякиша исследуемых образцов хлеба – по сравнению с контрольным он характеризовался большей эластичностью, лучшей разрыхленностью, имел более равномерную и развитую пористость.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что комплексное использование ферментных препаратов Целлюлад, Ксилотад и Глюкозооксидаза при производстве хлеба зернового полбяного и пшеничного способствует улучшению реологических свойств зернового теста и повышению органолептических и физико-химических показателей качества зернового хлеба.

Список использованной литературы

1. Whole grain consumption and the risk of cardiovascular disease, cancer, and all-cause and cause-specific mortality – a systematic review / [D. Aune, N. Keum, E. Giovannucci et al.] // *BMJ*. – 2016. – Vol. 353. – P. 1–13. DOI: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj.i2716>.
2. Уайтхерст Р. Дж. Ферментные препараты в пищевой промышленности / Р. Дж. Уайтхерст, М. Ван Оорст ; пер. с англ. Д-ра хим. наук С. В. Макарова. – СПб. : Профессия, 2013. – 408 с.
3. Primo–Martin C. Influence of pentosanase and oxidases on water–extractable pentosans during a straight breadmaking process / C. Primo–Martin, M. A. Martinez–Anaya // *J.Food Sci.* –2003. – Vol. 68. – P. 31–41.
4. Матвеева И. Глюкозооксидаза для улучшения пшеничной муки и хлеба / И. Матвеева, Т. Колупаева // *Хлебопродукты*. – 2003. – № 7. – С. 30–31.
5. Кузнецова Е. А. Влияние биокатализаторов на основе целлюлаз на изменение некоторых показателей / Е. А. Кузнецова, С. Я. Корякина // *Фундаментальные исследования*. – 2011. – № 12. – С. 361–365.
6. *Энзим. Завод препаратів мікробіологічного синтезу* [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <www.enzim.biz>.
7. Hosoney R. C. A mechanism for the oxidative gelation of wheat flour water–soluble pentosans / R. C. Hosoney, J. M. Faubion // *Cereal Chemistry*. – 1981. – Vol 58. – No. 5. – P. 421–424.
8. Hemdane S. Wheat (*Triticum aestivum* L.) bran in bread making: a critical review / [S. Hemdane, P. J. Jacobs, E. Dornez et al.] // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. – 2015. – P. 1–14.

УДК 664.38

**Махинько В.Н., кандидат технических наук, доцент,
Соколовская И.А., кандидат технических наук, Прищепчук М.А.**
Национальный университет пищевых технологий, г. Киев, Украина

СОВРЕМЕННАЯ МЕТОДИКА РАСЧЕТА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И РАЦИОНОВ

Белок является наиболее дефицитной составляющей большинства пищевых рационов. Поскольку он имеет важную физиологическую роль, решению проблемы белкового дефицита посвящены работы ученых различных стран. Преодолением проблемы белково-калорийной недостаточности в мировом масштабе занимается созданное еще в 1946 году подразделение ООН – Продовольственная и сельскохозяйственная организации (ФАО). Международные эксперты на Консультативных собраниях, которые проводятся приблизительно раз в десять лет, рассматривают различные пути решения проблемы белкового дефицита и пытаются разработать действенные методики оценки белковой составляющей как отдельных пищевых продуктов, так и рационов. Хотя наилучшим методом оценки биологической ценности являются клинические исследования, проведение подобных исследований в глобальном масштабе является нецелесообразным как с экономической, так и с этической точки зрения. Лучше использовать расчетные методы. К сожалению, даже в наши дни как в периодической, так и в учебной литературе можно встретить использование с целью оценки биологической ценности продуктов предложенного еще в 1971 году [1] метода расчета аминокислотного числа (аминокислотного сора), который предусматривает простое сравнение содержания незаменимых аминокислот

в исследуемом и эталонном белке. Однако применение этого метода почти сразу же после его утверждения выявило определенные различия между ожидаемыми (расчетными) и действительными (медико-биологическими) результатами. Особенно это касалось растительных источников белка. На то время уже было известно, что конфигурация белковой молекулы, наличие антипитательных и сопутствующих веществ (ингибиторов пищеварительных ферментов, пищевых волокон, дубильных веществ, фитатов), а также режим технологической обработки могут существенно снижать биодоступность аминокислот. Также менялись требования к самому составу эталонного белка с учетом новейших данных физиологических потребностей людей разных возрастных групп (последняя редакция формулы эталонного белка, утвержденная в 2011 году [2], приведена в таблице 1).

Таблица 1 – Формула эталонного белка

Аминокислота	Предлагаемое содержание аминокислоты, мг/1 г белка	
	Рекомендации ФАО/ВООЗ 1971 г. [1]	Рекомендации ФАО 2011 г. [2]
Валин	50	40
Гистидин	—	16
Изолейцин	40	30
Лейцин	70	61
Лизин	55	48
Метионин+цистин	35	23
Треонин	40	25
Триптофан	10	6,6
Фенилаланин+тирозин	60	41

показателя усвояемости белка (значения для некоторых продуктов приведены в таблице 2) – проведение дополнительных лабораторных исследований на крысах, учитывая полученную на первом этапе информацию о наличии в составе продукта жира и пищевых волокон;

4) сравнение химически определенного количества аминокислот с указанным в эталонном белке;

5) умножение полученного значения для лимитирующей кислоты (имеющей наименьшее аминокислотное число) на принятый или установленный показатель усвояемости белка – это и будет показатель PDCAAS.

Таблица 2 – Усвояемость белка некоторых пищевых продуктов [3]

Источник белка	Усвояемость белка, %	Источник белка	Усвояемость белка, %
Пшеничная клейковина	99	Тритикале	90
Яйцо	97	Рис полированный	88
Пшеничная мука	96	Горох	88
Молоко, сыр	95	Кукуруза	87
Арахисовое масло	95	Пшеница	86
Изолят соевого белка	95	Овсяные хлопья	86
Мясо, рыба	94	Соевая мука	86
Арахис	94	Пшено	79
Семена хлопка	90	Фасоль	78
Мука из семян подсолнечника	90	Пшеничная крупа	77

Поскольку методика PDCAAS обеспечивала получение значений биологической ценности, очень близких к результатам клинических исследований [4], она сразу же была принята научным сообществом. Однако ее широкое внедрение и накопление статистического материала выявили два проблемных момента, для решения которых следующим Консультативным собранием экспертов ФАО/ВОЗ/УООН, которое состоялось в 2002 году, в методику расчета показателя PDCAAS было внесено два корректирующих уточнения [5], которые дали возможность решить выявленные противоречия:

1) если аминокислотное число даже лимитирующей аминокислоты оказывается больше единицы, его сначала приравнивают к единице и только потом умножают на показатель усвояемости белка (изначально предполагалось, что излишек лимитирующей аминокислоты может «исправить» низкую усвояемость белка, однако это уравнивало довольно разные по биологической ценности продукты, что не соответствовало результатам клинических исследований);

Поэтому в 1989 году на Консультативном собрании экспертов ФАО/ВОЗ была предложена [3] методика уточненного расчета биологической ценности пищевых продуктов и рационов путем определения их аминокислотного числа с поправкой на усвояемость белка (PDCAAS). Она предусматривает выполнение несколько этапов:

1) химический анализ продукта с определением основных составляющих (общий азот, жиры, углеводы и пищевые волокна);

2) определение аминокислотного профиля белка (содержание незаменимых аминокислот, мг/1 г белка);

3) если для данного продукта в существующих базах данных нет

2) рассчитывая биологическую ценность смесей, учитывают как усвояемость каждой отдельной аминокислоты (этот показатель можно принимать равным показателю общей усвояемости белка), так и общую усвояемость белков смеси.

Пример расчета показателя PDCAAS для белка зерна пшеницы приведен в таблице 3.

Таблица 3 – Расчет показателя PDCAAS для белка зерна пшеницы

Аминокислота	Содержание аминокислот в белке зерна пшеницы, мг/1 г белка [6]	Содержание аминокислот в эталонном белке ФАО, мг/1 г белка [3]	Аминокислотное число и лимитирующая аминокислота	Усвояемость белка, %	Показатель PDCAAS, %
Валин	47	40	1,2	86	0,6×86 = 52
Гистидин	23	16	1,4		
Изолейцин	35	30	1,2		
Лейцин	72	61	1,2		
Лизин	31	48	0,6		
Метионин+цистин	43	23	1,9		
Треонин	31	25	1,2		
Триптофан	12	6,6	1,8		
Фенилаланин+тирозин	81	41	2,0		

Использование показателя PDCAAS для расчета биологической ценности пищевых продуктов и рационов даст возможность оптимизировать химический состав существующих изделий и создавать новые продукты, белковый и аминокислотный состав которых будут максимально приближены к физиологическим потребностям организма человека.

Список использованной литературы

1. Энергетические и белковые потребности: доклад Специального объединенного комитета экспертов ФАО/ВОЗ (Серия докладов совещаний ФАО по питанию, № 52; Серия технических докладов, № 522); пер. на рус. – М.: Медицина, 1974. – 144 с. Режим доступа: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/92451/1/WHO_TRS_522_rus.pdf.
2. Dietary protein quality evaluation in human nutrition : Report of an FAO Expert Consultation. – Rome : FAO, 2013 – 66 p. Режим доступа: <http://www.fao.org/3/a-i3124e.pdf>.
3. Protein quality evaluation: report of the Joint FAO/WHO Expert Consultation. – Rome : FAO, 1991. – 66 p. Режим доступа: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/38133/1/9251030979_eng.pdf.
4. Schaafsma, G. Advantages and limitations of the protein digestibility-corrected amino acid score (PDCAAS) as a method for evaluating protein quality in human diets // British Journal of Nutrition. – 2012. – 108 (S2). – Pp. 333 – 336. Doi: 10.1017/S0007114512002541. Режим доступа: <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/B8AF22E072A9236C87E03EF2960EF5EE/S0007114512002541a.pdf/div-class-title-advantages-and-limitations-of-the-protein-digestibility-corrected-amino-acid-score-pdcaas-as-a-method-for-evaluating-protein-quality-in-human-diets-div.pdf>
5. Protein and amino acid requirements in human nutrition : report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation (WHO technical report series ; no. 935). – Geneva : WHO, 2007 – 256 p. Режим доступа: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43411/1/WHO_TRS_935_eng.pdf.
6. Молчанова Е. Н. Оценка качества и значение пищевых белков / Е. Н. Молчанова, Г. М. Сусянок // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2013. – № 1. – С. 16–22.

УДК 338.41:69

Мисун И.Н., Мартинович А.Н., Мисун В.Л.

Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПЕРЕРАБОТКИ ЯГОД КЛЮКВЫ

С давних времен для того, чтобы сохранить собранный урожай ягод от порчи бактериями и микроорганизмами, а также их полезные и вкусовые качества, применяют различные способы переработки ягод, основными из которых являются: консервирование в герметической таре, сушка, охлаждение, замораживание, уваривание с сахаром (клюквя в сахарной пудре, в шоколадной глазури, с различными обсыпками (кокосом), араxisом, фундуком и миндалем), маринование, мочение и т.д.

Ягодные кондитерские изделия – это продукты переработки ягод с добавлением большого количества сахара (60 – 75%) и другого сырья [1]. В отличие от большинства сахаристых кондитерских изделий они обладают более высокой биологической ценностью, так как для их производства используется сырье, богатое витаминами, минеральными веществами и др. К факторам же формирующих качество ягодно-кондитерских изделий главным образом относится сырье и технология производства, а к факторам сохраняющим качество –