

ВАКУУМНАЯ СУШКА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЭМП НИЗКИХ И СВЕРХВЫСОКИХ ЧАСТОТ

Г.И. КАСЬЯНОВ, Е.В. ИНОЧКИНА, А.М. САВИНА

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2*

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена возможность совершенствования технологии низкотемпературного обезвоживания комбинированного животного и растительного сырья, с использованием эффектов электрофизической обработки сырья, минимизирующих потери пищевой и биологической ценности исходного сырья. Практическая реализация усовершенствованной технологии сушки экспериментально подтвердила целесообразность последовательной обработки сырья под вакуумом ЭМП низкой и сверхвысокой частот, для обеспечения «мягких» режимов сушки и получения высококачественных быстровосстанавливаемых продуктов.

Ключевые слова: пищевые продукты, сушка, рыбное сырье, овощи, электромагнитное поле.

Правильно организованное сбалансированное по основным компонентам питание способствует полноценному функционированию организма человека и адаптации его к окружающей среде. Известно, что из-за нарушения режима питания, у большинства людей выявляются нарушения ритма жизни, обусловленные недостаточным потреблением эссенциальных компонентов.

Основополагающие работы в области рационального питания принадлежат ученым и специалистам Антиповой Л.В., Артемьевой Н.К., Донченко Л.В., Зайцеву А.Н., Калманович С.А., Липатову Н.Н., Мезеновой О.Я., Покровскому А.А., Самсонову М.А., Семенову Г.В., Скурихину И.М., Тимофеевко Т.И., Фатыхову Ю.А., Харитонову В.Д., Шамханову Ч.Ю. и другим.

Создание многокомпонентных продуктов питания основано на рациональном сочетании животного и овощного сырья, что позволяет создать сбалансированный по химическому составу готовый продукт, обогащенный ценными компонентами.

На кафедре технологии продуктов питания животного происхождения КубГТУ разработана серия сухих, быстровосстанавливаемых продуктов рекомендованных для туристов, альпинистов, сотрудников МЧС и других категорий населения [1,4]. Разработке режимов обезвоживания сырья

предшествовало изучение биотехнологических особенностей объектов сушки [2,3,6]. Известны способы использования сухого растительного и животного сырья в технологии многокомпонентных продуктов питания [5,7,8].

Трудами ряда ученых установлено, что при существующих способах сушки происходят необратимые потери витаминов и аминокислот, снижается пищевая и биологическая ценность, накапливаются антипитательные компоненты.

Совершенствование способов сушки особенно актуально для нашей страны, население которой проживает на различных широтах, включая труднодоступные территории.

Цель работы заключалась в разработке технологии низкотемпературной сушки комбинированного животного и растительного сырья, позволяющей наиболее полно сохранить исходное содержание ценных компонентов исходного сырья.

В процессе исследования решались задачи по обоснованию применения электромагнитного поля низкой частоты (ЭМП НЧ) с целью перехода влаги на поверхность продукта и разработке технологических режимов удаления влаги с помощью электрофизических способов обработки.

Авторы научно обосновали и экспериментально доказали возможность понижения содержания влаги в сырье с минимальными потерями пищевых и биологически ценных компонентов.

К объектам исследования относились растительоядные рыбы: белый амур (*Stenopharyngodon idella* Val.), белый толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix* Val.), мойва (*Mallotus villosus*.) и треска (*Pseudophycis bachus*). Из растительного сырья использовали сахарную кукурузу сорта Кубанская консервная 148, картофель сорта Арсенал, морковь сорта Волжская 30, капусту брюссельскую сорта Руднерф, кабачки сорта Искандер F₁, лук репчатый сорта Кабо, чеснок сорта Петровский, пастернак сорта Круглый, СО₂-экстракты лимнофилы ароматной, перца длинного и тмина.

Для оценки показателей качества и безопасности сырья и пищевых добавок были использованы общепринятые методы.

Измерения проводились согласно ротатабельным центральным композиционным планам полного факторного эксперимента.

Проверку воспроизводимости опытов проводили критерием Кохрена (G_p), уравнения регрессии критерием Фишера (F_p), коэффициенты регрессии критерием Стьюдента (t_3).

Подбор сырья для рецептов рыборастворительных продуктов проводили с учетом качественного состояния белков, липидов, углеводов и БАВ. Режимы низкочастотной и сверхвысокочастотной электромагнитной обработки каждого вида сырья подбирали с учетом их резонансного отклика.

При конструировании рецептов сухих рыборастворительных продуктов тщательно анализировали химический состав исходного сырья.

В таблице 1 приведены данные по химическому составу мышечной ткани рыбы и используемых в рецептурах овощей.

Проанализировав полученные данные, приведенные в таблице 1, делаем вывод о сравнительно высокой влажности животного и растительного сырья (кроме сахарной кукурузы) в интервале от 74 до 90 %, в рыбном сырье белка содержится до 18%, а у толстолобика и мойвы отмечено содержание жира до 6,1 % и 5,4% соответственно. В растительном сырье содержатся углеводы, дефицит которых имеется в рыбном сырье. В качестве оригинальной пищевой добавки впервые использовали CO_2 -экстракт лимнофилы ароматной (*Limnophila aromatica*), с содержанием лимонена 15 %, (+)-trans-изолимонена 14 % и гумулен 6 %, лимнофилы Z-ocimene 3,9 %, терпинолена 1,7%.

Таблица 1

| Вид исследуемого сырья | Содержание, % | | | | | Калорийность, кДж/100 г |
|------------------------|---------------|---------------|--------|----------|----------------------|-------------------------|
| | Влага | Сырой протеин | Липиды | Углеводы | Минеральные вещества | |
| Амур белый | 77,6 | 16,3 | 4,5 | – | 1,2 | 460 |

| | | | | | | |
|-------------------------|------|-------|-----|------|-----|------|
| Мойва | 69,9 | 15,30 | 5,4 | – | 1,3 | 343 |
| Толстолобик | 77,0 | 16,30 | 6,1 | – | 1,3 | 614 |
| Треска | 79,8 | 18,1 | 1,6 | – | 1,2 | 353 |
| Сахарная кукуруза | 14,5 | 11,8 | 6,4 | 62,8 | 1,4 | 1430 |
| Кабачки | 90,3 | 0,6 | 0,1 | 5,7 | 0,4 | 118 |
| Капуста брюссельская | 86 | 4,7 | 0,2 | 3,2 | 0,8 | 145 |
| Топинамбур | 79,0 | 2,2 | 0,2 | 13,1 | 1,3 | 254 |
| Лук репчатый | 87,1 | 1,6 | – | 9,5 | 1,1 | 168 |
| Пастернак | 83,4 | 1,5 | 0,5 | 8,9 | 1,2 | 185 |

Авторами разработан оригинальный способ сушки как животного, так и растительного сырья, который осуществляется в два этапа:

– обработка сырья электромагнитным полем низкой частоты в вакуумной камере;

– последующая досушка сырья электромагнитным полем сверхвысокой частоты в вакуумной установке.

Авторы предложили комбинацию обычных конвективных процессов обезвоживания с вакуумной СВЧ-обработкой с целью достижения абсолютно новых качественных показателей продуктов. Такая технология соответствует требованиям заказчиков продукции. Непрерывное низкотемпературное обезвоживание животного и растительного сырья позволяет максимально сохранить ценные компоненты исходного сырья. Испытания усовершенствованной технологии проводились на пилотной вакуумной СВЧ-установке модели 18 кВт, частотой 2450 МГц, величиной вакуума 0,1-1,0 мм рт. ст. и пропускной способностью до 10 кг/час сухого продукта.

На рисунке 1 показана вакуумная сушильная установка, использующая электрофизические способы обработки сырья.

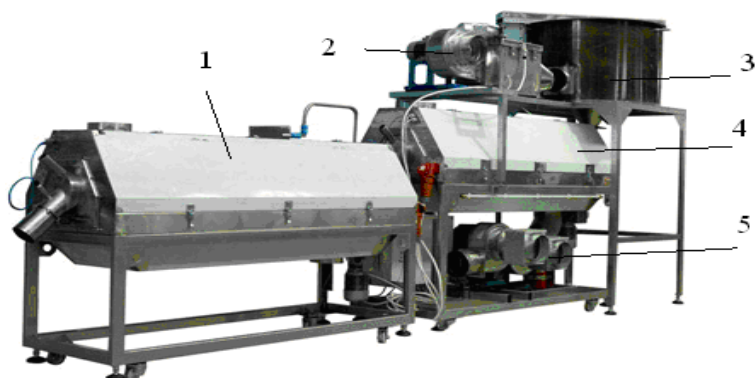


Рисунок 1 – Пилотная вакуумная СВЧ-сушильная установка

1-вакуумная сушилка, 2-загрузочный люк, 3-генератор ЭМП НЧ, 4-генератор ЭМП СВЧ, 5-вакуумный насос

Использование вакуумной сушильной установки, с использованием ЭМН НЧ и СВЧ, позволяет высушивать продукт при температуре до 40 °С. В результате применения комбинированного метода длительность сушки в вакуумной СВЧ сушилке сократилась, что положительно отразилось на качестве и стоимости готовой продукции.

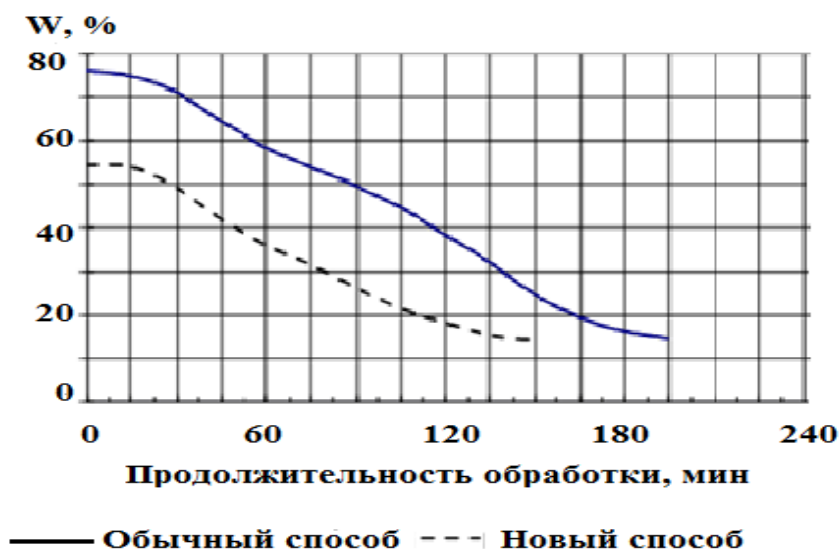


Рисунок 1 – Влияние влажности продукта от времени сушки в вакуумной СВЧ - сушилке.

Рецептуры разработанных рыборастительных продуктов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Рецептурный состав рыборастворительных продуктов, %

| Наименование ингредиентов | Рецептура № 1 | Рецептура № 2 | Рецептура № 3 |
|--|---------------|---------------|---------------|
| Фарш рыбный сушеный | 43 | 37 | 33 |
| Лук репчатый сушеный | 6 | 8 | 9 |
| Гидролизат белковый | 5 | 6 | 7 |
| Кабачки | 10 | 12 | 12 |
| Мука пшеничная | 2 | 1 | 3 |
| Картофель сушеный (хлопья) | 7 | 7 | 6 |
| Пастернак | 8 | 9 | 9 |
| Крупа гречневая | 5,5 | 5,3 | 5,2 |
| Пастернак (белый корень) | 6,5 | 7,7 | 7,8 |
| Соль поваренная | 1,6 | 1,6 | 1,5 |
| Шрот лимнофилы ароматной | 4,5 | 5,4 | 6,0 |
| СО ₂ - экстракт лимнофилы ароматной | 0,03 | 0,05 | 0,04 |
| СО ₂ – экстракт перца длинного | 0,03 | 0,05 | 0,03 |
| СО ₂ -экстракт тмина | 0,04 | - | 0,03 |
| Чеснок | 0,7 | - | 0,5 |

Приведённые в таблице 2 рецептуры сухих рыборастворительных продуктов восстанавливаются горячей водой с температурой 95 оС, в соотношении 1:3 при перемешивании в течение 8-10 сек. Безопасность продуктов подтверждена микробиологическими исследованиями, подтвердившими промышленную стерильность продукта, а высокие органолептические свойства подтвердили дегустационные испытания со средней суммой баллов 4,4.

В таблице 3 представлен качественный состав разработанных авторами трех продуктов питания.

Таблица 3 – Химический состав продуктов, аминокислотный, витаминный, минеральный состав готовых продуктов.

| Изучаемые показатели | Рецептуры продуктов питания | | |
|------------------------------|-----------------------------|------|------|
| | №1 | №2 | №3 |
| Влага, % | 14 | 14 | 14 |
| Белок, %, Nx6,25 | 28,9 | 28,1 | 29,7 |
| Липиды, % | 7,9 | 7,8 | 8,1 |
| Углеводы, % | 41,5 | 43,7 | 39,9 |
| Энергетическая ценность, кДж | 1665 | 1431 | 1456 |
| Аминокислоты, г/100г белка | | | |
| Валин | 4,88 | 4,82 | 4,85 |
| Изолейцин | 4,01 | 4,10 | 4,28 |
| Лейцин | 7,32 | 7,11 | 7,26 |
| Лизин | 7,21 | 7,08 | 7,12 |
| Метионин + цистин | 3,56 | 3,62 | 4,01 |
| Треонин | 4,11 | 4,08 | 4,22 |
| Триптофан | 1,21 | 1,12 | 1,09 |
| Фенилаланин + тирозин | 6,86 | 6,56 | 6,85 |
| Витамины, мг/100г | | | |
| Тиамин В ₁ | 0,36 | 0,37 | 0,32 |
| Рибофлавин В ₂ | 0,34 | 0,40 | 0,29 |
| β-каротин | 1,4 | 1,3 | 1,5 |
| Витамин Е | 2,7 | 2,8 | 2,1 |
| Витамин С | 28,8 | 23,1 | 24,1 |
| Ниацин (РР) | 1,8 | 1,9 | 2,3 |
| Минеральные вещества мг/100г | | | |
| Кальций | 410 | 438 | 450 |

| | | | |
|--------|------|------|-----|
| Магний | 290 | 265 | 274 |
| Фосфор | 315 | 340 | 328 |
| Железо | 4,1 | 3,2 | 2,8 |
| Калий | 1590 | 1490 | 980 |

Опытные образцы продуктов прошли проверку химического состава и безопасности в исследовательской лаборатории кафедры технологии продуктов питания животного происхождения КубГТУ. На дегустационном совещании опытные образцы получили высокую оценку.

Основные изменения, внесенные в технологическую линию, заключаются в добавлении электромагнитных устройств на технологическом этапе обезвоживания и замена основной сушильной установки на вакуумную СВЧ сушилку. Анализ изменения физико-химических и биохимических показателей продуктов при хранении позволил определить допустимые сроки хранения рыбопродуктов до 12 мес.

Расчетный экономический эффект при освоении усовершенствованной технологии составляет в среднем 6 руб. на 1 кг высушенного сырья.

Заключение

Результаты выполненных исследований позволили теоретически обосновать и экспериментально подтвердить целесообразность последовательной обработки сырья под вакуумом ЭМП низкой и сверхвысокой частот, для обеспечения «мягких» режимов сушки и получения высококачественных быстровосстанавливаемых продуктов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверьянова О.А., Мысак С.В. Сушка жидких и пастообразных продуктов. – Краснодар: КубГТУ, 2001. – 64 с.
2. Биотехнология морепродуктов / Л.С. Байдалинова, А.С. Лысова, О.Я. Мезенова и др. - М.: Мир, 2006. – 560 с.
3. Иванова Л.А., Войно Л.И., Иванова И.С. Пищевая биотехнология. Кн. 2. Переработка растительного сырья. – М.: КолосС, 2008. – 472 с.

4. Мысак С.В. Способы сохранения рыбного сырья //Известия вузов. Пищевая технология, № 6, 2006. – С. 97.

5. Палагина В.М. Продукты функционального питания на основе вторичного сырья рыбопереработки / В.М. Палагина, О.В.Волошина, А.А. Набокова, Ю.В. Приходько, М.Ф. Ростовская // Рыбная промышленность. - 2005. - № 1. – С. 28-30.

6. Рогов И.А., Антипова Л.В., Дунченко Н.И. Химия пищи. - М.: Изд-во КолосС, 2007. – 853 с.

7. Технология рыбы и рыбных продуктов: учебник для вузов / В.В. Баранов, И.Э. Бражная, В.А. Гроховский и др.; под ред. А.М. Ершова. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 944 с.

8. Цибизова М.Е. Сухие завтраки на основе рыбного белка и их биологическая доступность //Вестник Астраханского государственного технического университета, 2008, Выпуск № 3. – С. 93-96.

REFERENCES

1. Averyanova O.A., Mysak S.V. Sushka zhidkikh i pastoobraznykh produktov. –Krasnodar: KubGTU, 2001. – 64 p.

2. Biotekhnologiya moreproduktov / L.S. Baydalinova, A.S. Lysova, O.Ya. Mezenova i dr. - M.: Mir, 2006. – 560 p.

3. Ivanova L.A., Voyno L.I., Ivanova I.S. Pishchevaya biotekhnologiya. Kn. 2. Pererabotka rastitelnogo syrya. – M.: KolosS, 2008. – 472 p.

4. Mysak S.V. Sposoby sokhraneniya rybnogo syrya //Izvestiya vuzov. Pishche-vaya tekhnologiya, № 6, 2006. – P. 97.

5. Palagina V.M. Produkty funktsionalnogo pitaniya na osnove vtorich-nogo syrya rybopererabotki / V.M. Palagina, O.V.Voloshina, A.A. Naboko-va, Yu.V. Prikhodko, M.F. Rostovskaya // Rybnaya promyshlennost. - 2005. - № 1. – P. 28-30.

6. Rogov I.A., Antipova L.V., Dunchenko N.I. Khimiya pishchi. - M.: Izd-vo KolosS, 2007. – 853 p.

7. Tekhnologiya ryby i rybnykh produktov: uchebnik dlya vuzov / V.V. Baranov, I.E. Brazhnaya, V.A. Grokhovskiy i dr.; pod red. A.M. Ershova. – SPb.: GIORD, 2006. – 944 p.

8. Tsibizova M.E. Sukhie zavtraki na osnove rybnogo belka i ikh biologicheskaya dostupnost //Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta, 2008, Vypusk № 3. – P. 93-96.

VACUUM DRYING FOOD FOR WHO-EMF EFFECT LOW AND MICROWAVE

G.I. KASYANOV, E.V. INOCHKINA, A.M.SAVINA

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072*

Theoretically substantiated and experimentally confirmed possibility of improving technology, low-temperature dehydration combination of animal and vegetable raw materials, using the effects electrophysical handling of materials that minimize the loss of food and biological value of the feedstock. The practical implementation of advanced drying technology experimentally confirmed expediency tsesquential processing of raw materials under vacuum bottoms EMF Coy and ultra-high frequency, to ensure "soft" modes of drying and high-quality, fast-radiation products.

Key words: foods, drying, raw fish, vegetables, electro-magnetic field.