

# Экологические проблемы биохимии и технологии

УДК 664.833

DOI: 10.14529/food160206

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА КАРТОФЕЛЬНЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭФФЕКТОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

*И.Ю. Потороко, А.А. Руськина*

*Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск*

Статья посвящена оценке факторов, влияющих на товароведные и потребительские свойства картофельных полуфабрикатов, а также разработке технологий и проведению комплексной оценки их качества. Среди основных видов продукции АПК особое место отводится овощным культурам и прежде всего картофелю. В рационе питания россиян на долю картофеля приходится до 40 % от количества потребляемых плодов и овощей. Среднее потребление картофеля на душу населения в России составляет 120–130 кг в год на человека. Особый интерес представляет переработка картофеля как возможность сократить потери при хранении, такая практика применяется в большом количестве стран, имеющих достаточную сырьевую базу. Важным направлением в развитии общественного питания является расширение ассортимента полуфабрикатов, в том числе картофельных, с их последующей доработкой или разогревом. Применение полуфабрикатов экономически выгодно не только для предприятий общественного питания, детских и других учреждений, но и для повседневного использования в быту. В связи с этим организация промышленного выпуска картофельных полуфабрикатов в широких масштабах способствует решению ряда важных задач: обеспечению потребителей картофелепродуктами независимо от фактора сезонности; помощи населению по приготовлению пищи дома; снижению потерь урожая при хранении; созданию резервов и страховых запасов продукции длительного хранения на случай чрезвычайной ситуации; сохранению пищевой ценности; сокращению затрат при хранении и транспортировке. При производстве полуфабрикатов из картофеля главным является предотвращение его микробиологической порчи и изменения цвета после очистки в течение длительного времени, для решения этих задач применили эффект ультразвукового воздействия, что позволило увеличить сроки хранения очищенного картофеля.

**Ключевые слова:** пищевая промышленность, картофель, картофельные полуфабрикаты, ультразвуковое воздействие, интенсивность дыхания.

Обеспечение населения страны качественными и, прежде всего, безопасными продуктами питания является одним из направлений государственной политики практически всех стран мира. Достижение продовольственной безопасности для всех находится в центре усилий Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), с целью обеспечить всем людям постоянный доступ к достаточному количеству продовольствия высокого качества, чтобы вести активный и здоровый образ жизни. Картофель в настоящее время является третьим в мире наиболее потребляемым продуктом питания, обеспечивая пищу для более миллиарда людей ежедневно [19]. Этот замечательный клубень с низким

содержанием жира, но с высоким содержанием белка, кальция и витамина С выращивают на всех континентах, где проживают люди (рис. 1). Ежегодно в мире производят до 350 млн т картофеля, 52 % этого объема приходится на развивающиеся страны, где он – важный источник пищи, рабочих мест и доходов. За последние 15 лет производство картофеля в этих странах увеличилось более чем в 2 раза. Более 40 % мирового объема картофеля сосредоточено в Китае, Российской Федерации и Индии [20].

В современных условиях приоритеты государственной политики РФ в пищевой и перерабатывающей промышленности обусловлены балансом импорта и определяют задачи

### The World Potato Atlas Countries included as of 2008



Рис. 1. Атлас территорий по состоянию на 2008 год основных производителей картофеля

по обеспечению продовольственной безопасности страны<sup>1</sup>. Из основных групп приоритетов можно выделить следующие:

- обеспечение потребностей населения продовольствием российского производства за счет снижения объемов импорта продовольственной продукции;
- развитие инфраструктуры внутреннего агропродовольственного рынка;
- расширения ассортимента продовольственной продукции;
- стимулирование развития новых рынков в пищевой отрасли [18].

Россия занимает второе место в мире по производству картофеля (около 37 млн тонн) после Китая и входит в десятку ведущих стран, производящих более половины валового производства. Происходящее в последние годы общее сокращение площадей посадки картофеля во всех группах производителей при од-

новременном увеличении урожайности является объективным процессом. Средняя урожайность картофеля в России в разы ниже (150 ц/га в сельхозпредприятиях), чем в развитых странах, где она составляет 300–400 ц/га.

Последние годы наблюдается увеличение посевных площадей, если в 2014 году общая площадь составляла 320,8 тыс. га (без учета хозяйств населения), то в 2015 году уже 355,5 тыс. га, наблюдается изменение структуры производителей (рис. 2 и 3) [2].

Потребление сырого картофеля, ранее составлявшее основную форму его использования, сокращается во многих странах, особенно в промышленно-развитых регионах. Картофель для российского потребителя принято считать «вторым хлебом», в рационе питания на его долю приходится до 40 % от количества потребляемых плодов и овощей. В настоящее время больше картофеля перерабатывается для удовлетворения спроса индустрии быстрого питания, закусок и полуфабрикатов. Основные причины этих изменений включают: рост городского населения, рост доходов,

<sup>1</sup> Указ Президента РФ от 30 января 2010 г. № 120 «Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации» // Консультант-Плюс.

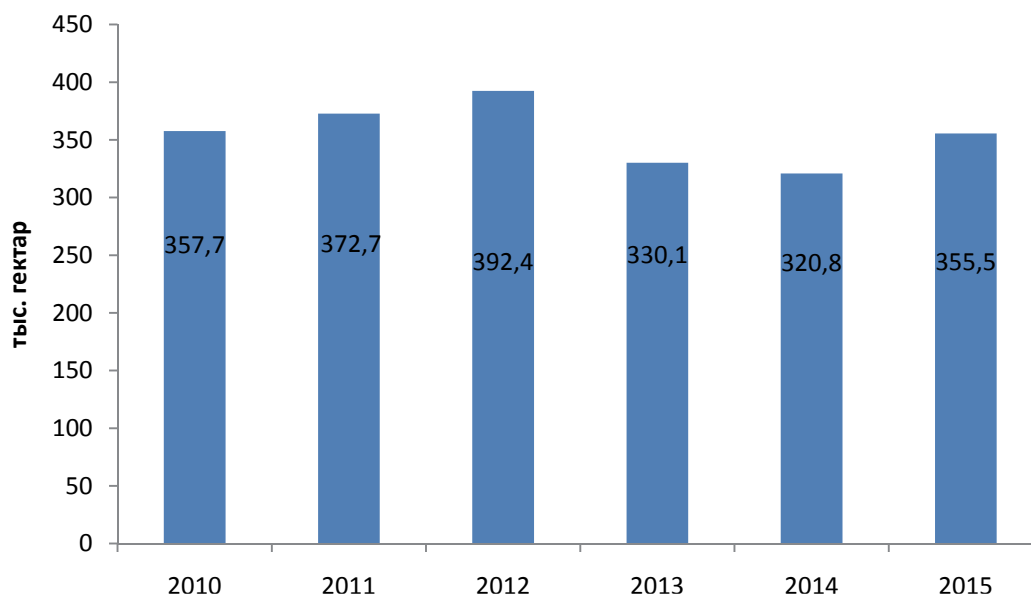


Рис. 2. Посевные площади картофеля промышленного выращивания в России в 2010–2015 гг. (без учета хозяйств населения)

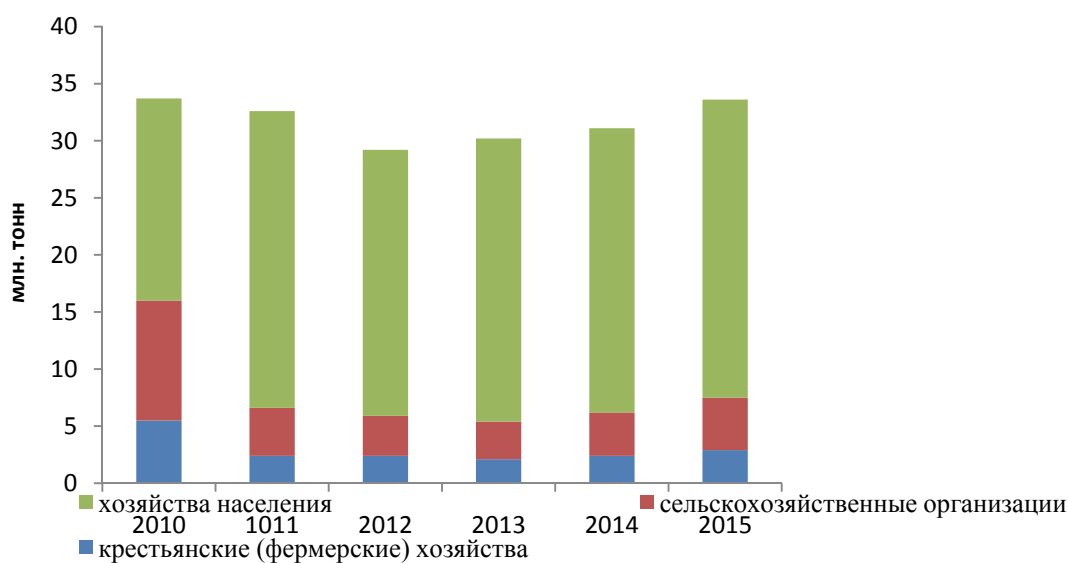


Рис. 3. Производство картофеля по категориям производителей в 2010–2015 гг.

более разнообразный рацион питания, а также образ жизни, оставляющий меньше времени на приготовление пищи из свежих продуктов.

По данным мониторинга потери урожая картофеля при хранении достигают 20 %, а в ряде хозяйств – до 30 %. Особый интерес представляет переработка картофеля как возможность сократить потери при хранении, такая практика применяется в большом количестве стран, имеющих достаточную сырьевую базу. Около четверти всего объема производства картофеля Германии превращается

в полуфабрикаты, еще столько же подвергается глубокой переработке (спирт, крахмал, хлопья), в свежем виде приобретает еще четверть. В нашей стране, даже с учетом развития чипсовых производств, доля полуфабрикатов и переработки не превышает нескольких процентов [14, 17].

Вместе с тем, комплексная переработка картофеля на базе безотходных и малоотходных технологий позволит решить ряд социальных задач, создать государственный резерв запасов продукции длительного хранения

на случай неурожая, значительно снизить потери при хранении, затраты на транспортировку и хранение, затраты труда при приготовлении блюд из картофеля в сети общественного питания, в детских и других учреждениях [15].

Технологические процессы производства картофельных полуфабрикатов имеют риски микробного характера в части чистоты готового полуфабриката из-за присутствия остатков земли. В процессе технологической обработки разрушается наружный слой картофеля, в результате чего создаются благоприятные условия для взаимодействия легкоокисляющихся веществ (полифенолов) с кислородом воздуха при катализирующем действии окислительных ферментов, прежде всего полифенолоксидазы. Так, например, тирозин окисляется в диоксифенилаланин, который превращается в хинон, образующий красные гетероциклические соединения, которые, полимеризуясь, превращаются в меланины, имеющие черную окраску [1].

Полифенолоксидаза, систематическое название фермента – монофенол-дегидрокси-фенилаланин: кислород оксидоредуктаза. Для действия полифенолоксидазы необходимо присутствие свободного кислорода. Оптимум действия фермента в диапазоне pH 6-8. В результате активности полифенолоксидазы образуются темноокрашенные вещества – меланины, которые ухудшают внешний вид и другие качества продуктов [6]. Реакция окисления при участии полифенолоксидазы представлена ниже:



Полифенолы сосредоточены в вакуолях растительной клетки и отделены от цитоплазмы, содержащей ферменты, тонопластом, поэтому в здоровых, неповрежденных клетках полифенолы не окисляются до меланинов, флорафенов и других темноокрашенных соединений. В этом случае через тонопласт в цитоплазму поступает строго ограниченное количество полифенолов, необходимое для протекания в тканях картофеля определенных

физиологических процессов. При этом полифенолы окисляются до  $CO_2$  и  $H_2O$ , а часть промежуточных продуктов окисления восстанавливается с помощью соответствующих ферментов (дегидрогеназ) до исходных соединений [16].

Известен способ обработки картофеля в кожуре (авторы Судзиловский И.И., Богатырев А.Н., Пальмин Ю.В., Макеев В.Н., Макаров В.В., Каширина Н.Н., Землякова О.И.), который предусматривает термическую обработку в СВЧ-поле в течение 1,5...10 мин при частоте, обеспечивающей температуру в центре клубня 100 град, охлаждение в две стадии: на первой стадии охлаждают до температуры в центре клубня 50 град, на второй стадии до 20 град, а затем замораживание до температуры в центре клубня -18 град (патент № 20759492) [11].

Предложен способ консервирования картофеля (Могилевский технологический институт), включающий мойку, очистку и измельчение клубней, бланширование, охлаждение и упаковку, отличающийся тем, что клубни картофеля измельчают до размера частиц 2–5 мм, бланшируют при температуре 95...100° с в течение 3–5 минут 0,18...0,20 % -ным раствором бензоата натрия или сорбиновой кислоты в молочной сыворотке pH 3,5...3,7, при этом картофель и сыворотку берут в соотношении 1 : (0,8...1,2) после чего полученную смесь охлаждают до температуры 45...55 °С, дополнительно обрабатывают ферментным препаратом «Амилосубтилином Т 10Х» в количестве 0,1...0,7 % от массы смеси в течение 1–1,5 часа и уваривают до содержания сухих веществ 20...30 мас. % (патент ВУ 1917С1).

Бондарь А.И., Исакова Д.М., Соловьев А.Ю. предложили способ повышения качества консервированного картофеля и увеличения сроков хранения. В качестве консерванта используют комбинацию антимикробного агента низина в количестве (в пересчете на низин с удельной активностью 1000 МЕ/мг) 1,0...1,2 г/кг картофеля и молочной кислоты в количестве 0,2...0,25 г/кг картофеля, тепловую обработку укупоренных в тару клубней проводят при температуре 75–80 °С в течение 10–20 минут [13].

Чаще всего при переработке растительного сырья для предотвращения потемнения используют двуокись серы ( $\text{SO}_2$ ) или бисульфит натрия ( $\text{NaHSO}_3$ ). Диоксид серы и другие соединения серы применяют в качестве консервантов и для стабилизации цвета. Пищевые продукты обрабатывают газообразным сернистым ангидридом  $\text{SO}_2$ , водными растворами сернистой кислоты  $\text{H}_2\text{SO}_3$  или ее солями: бисульфитом натрия  $\text{NaHSO}_3$ , бисульфитом кальция  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ , пиросульфитом натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$  и пиросульфитом или метабисульфитом калия  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ . Диоксид серы и сульфиты предохраняют от ферментативного потемнения очищенный сырой картофель, тормозят потемнение сухих белоксодержащих продуктов вследствие карбониламинных реакций.

В Кемеровском технологическом институте пищевой промышленности Р.З. Григорьевой и А.Ю. Просековым было проведено исследование по предотвращению потемнения очищенного картофеля путем использования водных растворов хлорида натрия, желатина, смеси лимонной и аскорбиновой кислот, исключение атмосферного кислорода. Установлено, что лучшим способом предотвращения потемнения сырого очищенного картофеля является бланширование при температуре 98–100 °С в течении 3–5 секунд с последующей обработкой в течении 50–60 минут в консервирующих растворах, в составе которых 1 % аскорбиновой и 1 % лимонной кислот, а также 0,35 % бензоата натрия или 0,2 % сорбата калия, при температуре 4–8 °С [4].

Помимо окислительных ферментов на процесс потемнения картофеля влияет дыхание клубней. Разные сорта картофеля имеют различную интенсивность дыхания. При нанесении механических и других видов повреждений интенсивность дыхания повышается, а также существенно влияет на интенсивность дыхания поражение клубней картофеля физиологическими заболеваниями [7–10].

Цель данной работы состоит в исследовании возможности сохранения потребительских свойств картофельных полуфабрикатов на основе применения ультразвукового воздействия.

Для ультразвуковой обработки применялся аппарат ультразвуковой технологический «Волна» модель УЗТА-0,4/22-ОМ (частота механических колебаний –  $(22 \pm 1,65)$  кГц, максимальная потребляемая мощность – 400 Вт, диапазон регулирования мощности – 30–

100 %). Каждому из объектов исследования были определены условия ультразвукового воздействия с учетом вариаций по длительности.

Опытные образцы очищенного картофеля погружались в воду, обработанную УЗ (табл. 1), и выдерживались. В качестве контроля определен картофель без УЗ обработки. Затем картофель упаковывался в полимерную пленку в условиях вакуума, после чего упаковывали в условиях вакуума и закладывали на хранение при температуре  $(3 \pm 0,2)$  °С.

Таблица 1  
Характеристика модельных образцов

| Мощность обработки, Вт<br>(% от номинальной мощности прибора) | Время обработки, мин |        |        |       |
|---|----------------------|--------|--------|-------|
|   | 20                   | 15     | 10     | 5     |
| 400 (100 %)   | 20–100               | 15–100 | 10–100 | 5–100 |
| Код образца   | 1                    | 2      | 3      | 4     |

Основными параметрами оценки являлись – интенсивность дыхания, стойкость к потемнению и микробной порче.

Интенсивность потемнения устанавливали по шкале цветности, разработанной и предложенной Кармановой Я.М. (Кемеровский технологический институт пищевой промышленности). Интенсивность дыхания измеряется количеством миллиграммов выделенного  $\text{CO}_2$  или поглощенного  $\text{O}_2$  в расчете на 1 кг продукта за 1 час. Активность микрофлоры оценивали на основе результатов микроскопического исследования мазков с поверхности картофеля, окрашенных по методу Грамма.

На первом этапе исследований оценивали товарное качество картофеля в соответствии с требованиями ГОСТ 51808-2001 «Картофель свежий продовольственный, реализуемый в розничной торговой сети. Технические условия». Результаты оценки представлены в табл. 2. Результаты исследований показали, что вся оцениваемая масса картофеля может быть отнесена по качеству к стандартному и имеет категорию экстра класса [3, 5].

Для оценки метаболических процессов и их изменения при использовании ультразвукового воздействия определяли интенсивность дыхания очищенных клубней (табл. 3). Известно, что интенсивность дыхания карто-

Таблица 2

Результаты исследования товарного качества картофеля

| Показатель   | Требования ГОСТ 51808   | Результаты усредненной оценки проб   |
|--|---|--|
| Внешний вид  | Клубни должны быть целыми, чистыми, не проросшими, неповрежденными вредителями, зрелыми, кожура должна быть плотной | Клубни целые, чистые, здоровые, не проросшие, увядшие, без повреждений сельскохозяйственными вредителями |
| Запах и вкус   | Свойственные данному ботаническому сорту  | Свойственные данному ботаническому сорту,  |
| Наибольший поперечный диаметр клубней, мм, не менее:<br>округло-овальной формы<br>удлиненной формы                             | 45–50<br>30–40  | 65   |
| Содержание клубней с отклонениями от наибольшего поперечного диаметра не более чем на 5 мм для всех форм, % от массы, не более | У классов экстра и первый не допускается, у второго – 10,0  | Отклонений не выявлено   |
| Наличие клубней с механическими повреждениями (трещинами, вмятинами, порезами) глубиной более 5 мм, длиной более 10 мм, %      | экстра – 2,0,<br>первый класс – 5,0,<br>второй класс – 10,0   | 1,5 %  |
| Наличие земли, прилипшей к клубням, % от массы, не более   | 1,0   | 0,35   |

Таблица 3

Результаты оценки влияния ультразвука на интенсивность дыхания картофеля

| Наименование образца картофеля с учетом режима обработки | Интенсивность дыхания, мг CO <sub>2</sub> /ч*кг | Отклонение от контроля мг CO <sub>2</sub> /ч*кг |
|--|---|---|
| 20–100   | 5,13 ± 0,12                                     | –1,04   |
| 15–100   | 6,03 ± 0,13                                     | –0,14   |
| 10–100   | 5,81 ± 0,11                                     | –0,36   |
| 5–100  | 5,65 ± 0,12                                     | –0,52   |
| Картофель очищенный б/о                                  | 6,45 ± 0,10                                     | +0,28   |
| Картофель неочищенный <b>контроль</b>                    | 6,17 ± 0,13                                     |   |

феля определяется физиологическим периодом. За счет дыхания образуются пластические вещества, энергия для синтеза и передвижения веществ, связанных с дифференциацией почек, созреванием семян и околоплодника, защитными реакциями.

Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования ультразвуковой обработки воды для регулирования метаболических процессов в картофеле при хранении и производстве картофелепродуктов. При равной мощности УЗВ длительность воздействия по-разному влияет на процесс дыхания (от – 0,52 до –1,04 мг CO<sub>2</sub>/ч\*кг), но затормаживает, а наиболее интенсивно (на 1,04 мг CO<sub>2</sub>/ч\*кг) при 20 минутах обработки воды. Результаты

оценки интенсивности дыхания в сопоставлении с исходными показателями состояния воды после ультразвуковой обработки представлены на рис. 4 [12].

Физико-химические показатели воды изменялись при увеличении длительности воздействия, отмечено повышение температура (от 14,6 °С в контроле до 62,9 °С при 20 минутах УЗВ) и снижение показателя рН (8,46 для контроля до 7,85 при 20 минутах УЗВ).

На следующем этапе исследования мы определяли, как изменились потребительские свойства картофельных полуфабрикатов в условиях вакуума по истечении семи дней хранения при температуре (3 ± 0,2) °С.

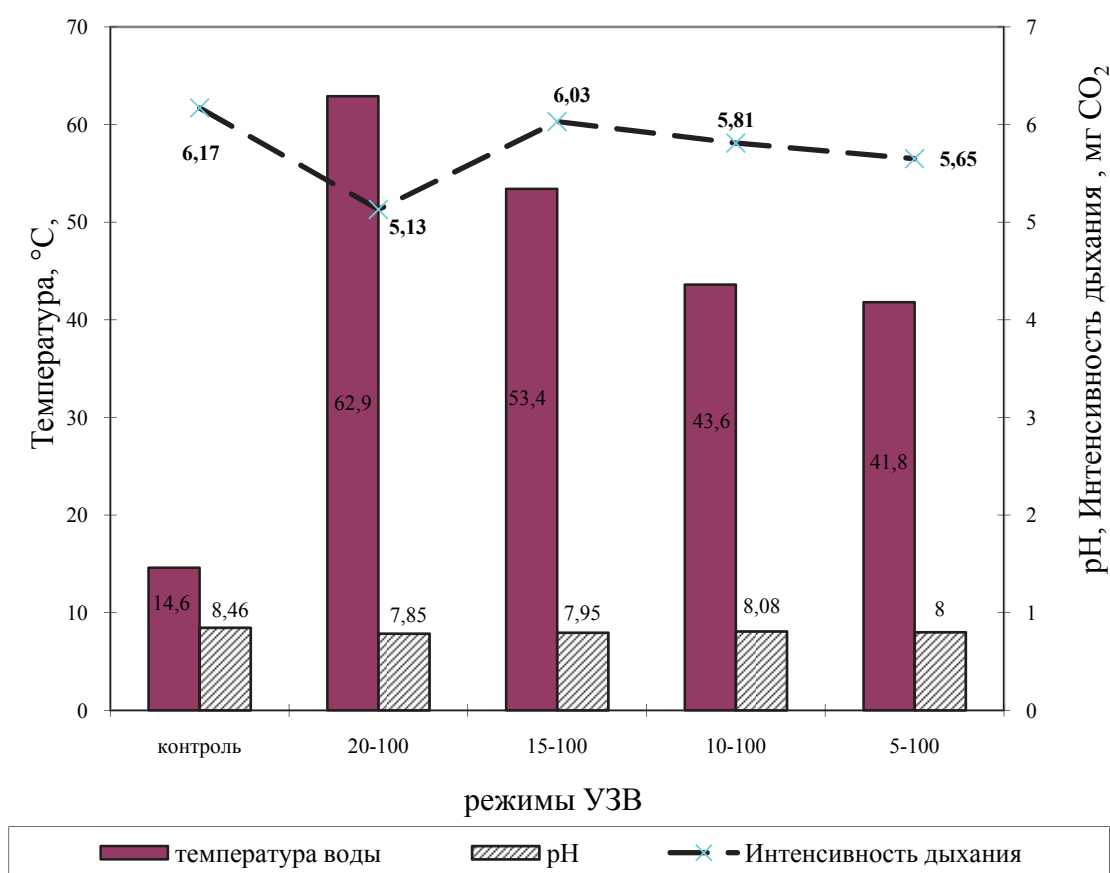


Рис. 4. Результаты исследования УЗВ на интенсивность дыхания картофельного полуфабриката

В процессе хранения проводилось наблюдение за состоянием клубней, а основными критериями оценки были цвет клубней, плотность прилегания упаковки. Для оценки изменения внешнего вида применялась 5-балловая шкала. Результаты оценки представлены в табл. 4.

Сохранение состояния картофеля при хранении после применения выдержки в воде обработанной ультразвуком косвенно свидетельствует о снижении активности полифенолоксидазы, влияющей на потемнение окраски. Дрожжи, плесени, БГКП (коли-формы), патогенные микроорганизмы, в т. ч. сальмонеллы, *L. monocytogenes* не обнаружены. При использовании короткого периода УЗВ КМА-ФАНМ не превышает установленных нормативов, однако отмечено появление темных пятен на поверхности образцов, коэффициент визуальной оценки снизился с 5 до 4 баллов.

На следующем этапе нами было проведено двухфакторное планирование эксперимен-

та с целью установления наиболее эффективного режима ультразвуковой обработки для снижения скорости метаболических процессов при хранении картофеля. В качестве переменных факторов были выбраны мощность ультразвукового воздействия (Вт) и время воздействия (мин). В качестве контролируемого показателя – интенсивность дыхания, мг CO<sub>2</sub>/ч\*кг.

Результаты математического моделирования представлены на рис. 5.

По результатам математического планирования с учетом физического смысла величин и характеристик прибора был установлен эффективный режим ультразвуковой обработки воды: мощность 405 Вт и время воздействия – 25 мин.

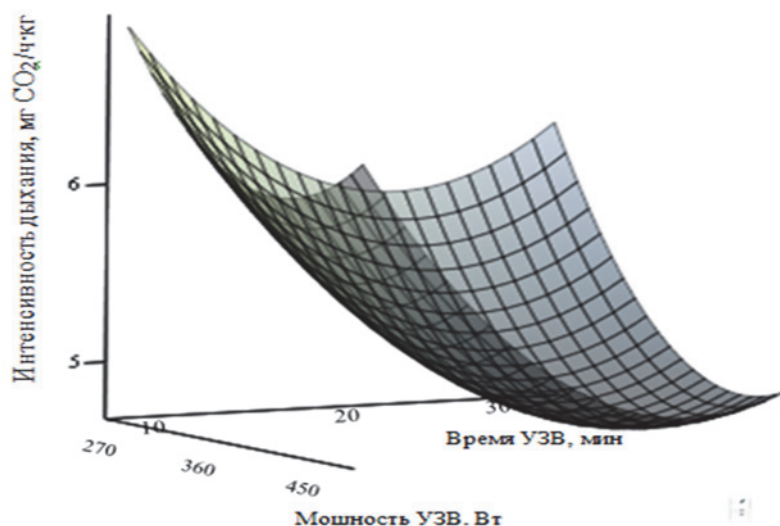
Для развитой в настоящее время сети предприятий общественного питания большое значение имеет обеспечение собственного производства картофельных полуфабрикатов. Применение безреагентных способов воздей-



Таблица 4

**Результаты оценки влияния УЗВ на сохранение качества полуфабрикатов картофеля при хранении**

| Наименование образца картофеля с учетом режима обработки | Оценка, балл | Характеристика наблюдений  |
|--|--------------|--|
| 20–100   | 5            | Внешний вид без явных изменений. Упаковка плотно прилегает к клубнеплодам без подвижности и пустот наполненных воздухом. Цвет не изменен и соответствует исходному                             |
| 15–100   | 5            | Внешний вид без явных изменений. Упаковка плотно прилегает к клубнеплодам без подвижности и пустот наполненных воздухом. Цвет не изменен и соответствует исходному                             |
| 10–100   | 5            | Внешний вид без явных изменений. Упаковка плотно прилегает к клубнеплодам без подвижности и пустот наполненных воздухом. Цвет не изменен и соответствует исходному                             |
| 5–100  | 4            | Внешний вид без явных изменений. Упаковка плотно прилегает к клубнеплодам с незначительной подвижностью. Цвет изменен незначительно в основном в местах точек роста                            |
| Картофель б/о контроль                                   | 3            | Внешний вид сохранен, но клубнеплоды потеряли твердость, немного размякли. Упаковка неплотно прилегает, клубнеплоды подвижны. Цвет изменен в местах точек роста и местах физиологической порчи |



$$y = 1,262 \cdot 10^{-3} x_1^2 + 6,3 \cdot 10^{-3} x_2^2 - 9,25 \cdot 10^{-4} x_1 x_2 - 0,205 x_1 - 0,23 x_2 + 16,89 \quad (405 \text{ Вт и } 25 \text{ мин})$$

**Рис. 5. Зависимость интенсивности дыхания картофеля от мощности и длительности ультразвукового воздействия**



ствия в технологии полуфабрикатов из картофеля позволит обеспечить безопасность потребителей.

В ходе наблюдения было установлено положительное влияние УЗВ на потребительские свойства картофельных полуфабрикатов. В частности отмечено замедление интенсивности дыхания, что обусловило увеличение срока хранения при стабильности потребительских свойств.

### Литература

1. Бруев, П.С. Микрофлора и ее влияние на качество очищенного картофеля при хранении в модифицированной газовой среде / П.С. Бруев // Консервная и овощесушильная промышленность. – 1983. – № 7. – С. 38–39.
2. Гаппаров, А.М. Проблема продовольственного обеспечения населения России / А.М. Гаппаров // Пищевая промышленность. – 2001. – № 7. – С. 13–14.
3. Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов: СанПиН 2.3.2.1078-01: утв. Гл. сан. врачом РФ 14.11.01: ввод в действие с 01.07.02. – М.: ФГУП «ИтерСЭН», 2002. – С. 168.
4. Григорьева, Р.З. Анализ способов и разработка технологии производства картофельных полуфабрикатов / Р.З. Григорьева, А.Ю. Просеков // Достижения науки и техники АПК. – 2003. – № 3 – С. 40–42.
5. Дьяченко, В.С. Овощи и их пищевая ценность / В.С. Дьяченко. – М.: Россельхозиздат, 1979. – С. 159.
6. Запроматов, М.Н. Фенольные соединения. Распространение, метаболизм и функции в растениях / М.Н. Запроматов. – М.: Наука, 1993. – С. 271.
7. Ионова, А.М. Изменение качества очищенного картофеля при хранении / А.М. Ионова // Хранение плодоовощной продукции и картофеля: сб. науч. тр. ВАСХНИЛ: – М., 1983. – С. 67–73.
8. Лебедева, В.А. Картофель XXI века / В.А. Лебедева, Н.М. Гаджиев // Белогорка ЛуГа. – 2010. – С. 25.
9. Ложникова, Т.С. Стандартизация и сертификация продуктов переработки плодов и овощей / Т.С. Ложникова // Пищевая промышленность. – 2002. – № 3. – С. 86–87.
10. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий по хранению и обработке картофеля и плодоовощной продукции. ОНТП-6-88. – Орёл, 1985. – С. 133.
11. Патент на изобретение RUS 2075992 Способ обработки картофеля в кожуре / Судзиловский И.И., Богатырев А.Н., Пальмин Ю.В., Макеев В.Н., Макаров В.В., Каширина Н.Н., Землякова О.И. – 1997.
12. Патент на изобретение RUS 2531404 Способ подготовки воды для пищевых производств / Потороко И.Ю., Попова Н.В., Ботвинникова В.В. Красуля О.Н. и др. – 2013.
13. Патент на изобретение RUS 2113126 Способ консервирования картофеля / Бондарь А.И., Исакова Д.М., Соловьев А.Ю. – 1998.
14. Переработка картофеля – стратегический путь развития картофелеводства России / под ред. В.И. Старовойтова. – М., 2006. – С. 153.
15. Пищечников, К.А. Технологии хранения картофеля / К.А. Пищечников, В.Н. Зейрук. – М.: Картофелевод, 2007.
16. Серпова, О.С. Ресурсосберегающие технологии переработки картофеля / О.С. Серпова, Л.А. Борченкова. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009.
17. Симаков, Е.А. Актуальные проблемы научного обеспечения современного эффективного производства картофеля / Е.А. Симаков // Материалы научно-практической конференции «Картофель – 2010». – Чебоксары, 2010.
18. Стратегия инновационного развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года // Консультант-Плюс
19. Peter Schuhman Aufbereitung, Lagerung und Vermarktung von Kartoffeln nach QS. Agri Media, 2004.
20. Khavkin E.E., Fadina O.A., Sokolova E.A., Beketova M.P., Drobyazina P.E., Rogozina E.V., Kuznetsova M.A., Yashina I.M., Jones R.W., Deahl K.L (2013) Pyramiding R genes: genomic and genetic profiles of interspecific potato hybrids and their progenitors. In: Proceedings of the 14th EuroBlight Workshop (Limassol, Cyprus, May 12–15, 2013). PPO-Special Report no. 16 (ed. H.T.A.M. Schepers; in press).

**Потороко Ирина Юрьевна.** Доктор технических наук, доцент кафедры «Экспертиза и управление качеством пищевых производств», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), [irina\\_potoroko@mail.ru](mailto:irina_potoroko@mail.ru)

**Руськина Алена Александровна.** Ассистент кафедры «Экспертиза и управление качеством пищевых производств», Южно-Уральский государственный университет (г. Челябинск), [ruskina\\_a@mail.ru](mailto:ruskina_a@mail.ru).

Поступила в редакцию 1 мая 2016 г.

---

DOI: 10.14529/food160206

### MODELING OF THE PRODUCTION PROCESS OF POTATO SEMI-FINISHED PRODUCTS USING THE EFFECTS OF ULTRASONIC TREATMENT

*I.Yu. Potoroko, A.A. Ruskina*

*South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation*

The article is devoted to the assessment of factors affecting the merchandizing and consumer properties of potato semi-finished products, as well as the development of technologies and integrated assessment of their quality. Among the major AIC products a special place is given to vegetable crops and, first of all, potatoes. The diet of Russians includes up to 40 % of potato of the amount of consumed fruits and vegetables. The average consumption of potato in Russia is 120–130 kg per capita per year. The processing of potatoes as an opportunity to reduce the losses during storage is of special interest. It is used in a large number of countries that have sufficient raw material base. An important trend in the development of catering is the expansion of the range of semi-finished products, including potatoes, and their subsequent modification or heating. The use of semi-finished products is cost-efficient not only for public catering enterprises, nurseries and other institutions, but also for everyday use. In this regard, the organization of industrial production of potato semi-finished products on a large scale helps solve a number of important tasks: providing consumers with potato products regardless of seasonal factor; assistance to the population in food preparation at home; reducing crop losses during storage; creation of reserves and reserve stocks of products with long-term storage capacity in the event of an emergency; preservation of nutritional value; reduction of costs for storage and transport. In the production of semi-finished potatoes the main thing is the prevention of its microbiological spoilage and change in color after treatment for a long time. To solve these problems the effects of ultrasonic treatment is applied, which allows increasing the shelf-life of peeled potatoes.

**Keywords:** food industry, potato, potato semi-finished products, effects of ultrasonic treatment, respiration intensity.

#### References

1. Bruev P.S. [Microflora and its effect on the quality of peeled potatoes under conditions of storage in modified gaseous medium]. *Konservnaya i ovoshchesushil'naya promyshlennost'* [Canning and vegetable drying industry], 1983, no. 7, pp. 38–39. (in Russ.)
2. Gapparov A.M. [The problem of victualling of the Russian population]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2001, no. 7, pp. 13–14. (in Russ.)
3. *Gigienicheskie trebovaniya k kachestvu i bezopasnosti prodovol'stvennogo syr'ya i pishchevykh produktov: SanPiN 2.3.2.1078-01* [The hygienic requirements for the quality and safety of food raw materials and food products: SanPiN 2.3.2.1078-01]. Approved by the chief public health physician of the Russian Federation on 14.11.01: enter into force on 01.07.02. Moscow, 2002, p. 168.
4. Grigor'eva R.Z., Prosekov A.Yu. [The analysis of methods and development of production technology of potato semi-finished products]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* [Advances in science and AIC technology], 2003, no. 3, pp. 40–42. (in Russ.)

5. D'yachenko V.S. *Ovoshchi i ikh pishchevaya tsennost'* [Vegetables and their nutritional value]. Moscow, Rossel'khozizdat Publ., 1979, p. 159.
6. Zaprometov M.N. *Fenol'nye soedineniya. Rasprostranenie, metabolizm i funktsii v rasteniyakh* [The phenolic compound. Distribution, metabolism and function in plants]. Moscow, Nauka Publ., 1993. 271 p.
7. Ionova A.M. [Changing the quality of peeled potato during the storage]. *Khranenie plodoovoshchnoy produktsii i kartofelya. – sb. nauch. tr. VASKhNIL* [Storage of fruits and vegetables and potatoes: collection of research papers by Lenin All-Union Academy of Agricultural Sciences. Moscow, 1983, pp. 67 – 73. (in Russ.)
8. Lebedeva V.A., Gadzhiev N.M. [Potatoes of XXI century]. *Belogorka LiGa* [Belogorka League], 2010, p. 25. (in Russ.)
9. Lozhnikova T.S. [The standardization and certification of processed fruit and vegetable products]. *Pishchevaya promyshlennost'* [Food industry], 2002, no. 3, pp. 86–87. (in Russ.)
10. *Obshchesoyuznye normy tekhnologicheskogo proektirovaniya predpriyatiy po khraneniyu i obrabotke kartofelya i plodoovoshchnoy produktsii. ONTP-6-88* [Union-wide rules for technological design of enterprises for storage and processing of potatoes and vegetables. ONTP-6-88 (industrial sector norms for process design)]. Orel, 1985, p. 133.
11. Sudzilovskiy I.I., Bogatyrev A.N., Pal'min Yu.V., Makeev V.N., Makarov V.V., Kashirina N.N., Zemlyakova O.I. *Patent na izobrenie RUS 2075992 Sposob obrabotki kartofelya v kozhure* [A patent for an invention of RUS 2075992 The processing method of potato in skin], 1997.
12. Potoroko I.Yu., Popova N.V., Botvinnikova V.V. Krasulya O.N. et al. *Patent na izobrenie RUS 2531404 Sposob podgotovki vody dlya pishchevykh proizvodstv* [A patent for an invention of RUS 2531404 Method of preparation of water for food production], 2013.
13. Bondar' A.I., Isakova D.M., Solov'ev A.Yu. *Patent na izobrenie RUS 2113126 Sposob konservirovaniya kartofelya* [A patent for an invention RUS 2113126 Method of potato canning], 1998.
14. Starovoytov V.I. (Ed.) *Pererabotka kartofelya – strategicheskii put' razvitiya kartofelevodstva Rossii* [Potato processing – the strategic way of development of potato in Russia]. Moscow, 2006, p. 153.
15. Pshechenkov K.A., Zeyruk V.N. *Tekhnologii khraneniya kartofelya* [Potato storage technologies]. Moscow, Kartofelevod Publ., 2007.
16. Serpova O.S., Borchenkova L.A. *Resursosberegayushchie tekhnologii pererabotki kartofelya* [Resource-saving technologies of potato processing]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2009.
17. Simakov E.A. [Topical problems of scientific support for modern efficient production of potatoes]. *Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Kartofel' – 2010"* [Proceedings of the scientific-practical conference "Potato – 2010"]. Cheboksary, 2010. (in Russ.)
18. *Strategiya innovatsionnogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossiyskoy Federatsii na period do 2020 goda* [Innovative development strategy of the Russian agro-industrial complex for the period up to 2020].
19. Peter Schuhman. *Aufbereitung, Lagerung und Vermarktung von Kartoffeln nach QS*. Agri Media, 2004.
20. Khavkin E.E., Fadina O.A., Sokolova E.A., Beketova M.P., Drobyazina P.E., Rogozina E.V., Kuznetsova M.A., Yashina I.M., Jones R.W., Deahl K.L (2013) Pyramiding R genes: genomic and genetic profiles of interspecific potato hybrids and their progenitors. In: *Proceedings of the 14th EuroBlight Workshop (Limassol, Cyprus, May 12–15, 2013)*. PPO-Special Report no. 16 (ed. H.T.A.M. Schepers; in press).

**Irina Yu. Potoroko.** Doctor of Sciences (Engineering), Professor of the Department of Food Production Quality Expertise and Management, South Ural State University, Chelyabinsk, irina\_potoroko@mail.ru

**Alena A. Ruskina.** Assistant of the Department of Food Production Quality Expertise and Management, South Ural State University, Chelyabinsk, ruskina\_a@mail.ru.

*Received 1 May 2016*

#### ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Потороко, И.Ю. Моделирование процесса производства картофельных полуфабрикатов с применением эффектов ультразвукового воздействия / И.Ю. Потороко, А.А. Руськина // Вестник ЮУрГУ. Серия «Пищевые и биотехнологии». – 2016. – Т. 4, № 2. – С. 45–55. DOI: 10.14529/food160206

#### FOR CITATION

Potoroko I.Yu., Ruskina A.A. Modeling of the Production Process of Potato Semi-Finished Products Using the Effects of Ultrasonic Treatment. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2016, vol. 4, no. 2, pp. 45–55. (in Russ.) DOI: 10.14529/food160206