



## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОРОШКОВ ИЗ ТОПИНАМБУРА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЯСНЫХ РУБЛЕННЫХ ПОЛУФАБРИКАТОВ ДЛЯ БОЛЬНЫХ САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ

Н.А. Муравьева, магистрант,

e-mail: [natahlie98@gmail.com](mailto:natahlie98@gmail.com)

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический  
университет»

Л.С. Байдалинова, канд. техн. наук, проф.,

e-mail: [larisa.baydalina@klgtu.ru](mailto:larisa.baydalina@klgtu.ru)

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический  
университет»

В статье представлена сложная ситуация в настоящее время относительно заболеваний сахарным диабетом. Для больных сахарным диабетом и профилактики его требуется производство функциональных продуктов массового потребления. В производстве таких продуктов предложено использование инулина, источником которого являются клубни топинамбура. В качестве обогащаемых продуктов массового потребления выбраны мясные рубленые полуфабрикаты, в частности котлеты. Определено отношение потребителей к данному продукту. С использованием математического моделирования оптимизирована рецептура котлет с топинамбуром, обладающих функциональными свойствами.

***Ключевые слова:** сахарный диабет, инулин, топинамбур, мясные рубленые полуфабрикаты, функциональный продукт*

### ВВЕДЕНИЕ

Сахарный диабет является в настоящее время наиболее серьезным заболеванием. Число больных в России на начало 2020 года составляет около 10 млн. человек. При этом Главный внештатный эндокринолог Минздрава академик РАН Иван Дедов утверждает, что каждые пять секунд сахарным диабетом заболевает один человек, каждые семь секунд от сахарного диабета умирает один человек. При таких неутешительных прогнозах необходимы серьезные меры профилактики. Одним из возможных способов профилактики является обеспечение населения продуктами функциональной направленности [1, 2].

Инулин благодаря своему составу может понижать уровень глюкозы в организме. Это свойство важно для обоснования введения инулина в продукты питания [3]. Инулин может проникать сквозь мембраны клеток и заменять собой глюкозу, тем самым уменьшая ее поступление или выведение из организма. Инулин также понижает содержание в крови кетонов, альдегидов, плохого холестерина и жирных кислот. Он является пребиотиком, способен выводить из организма шлаки, токсины и другие вредные вещества. Инулин способствует усвоению многих минеральных веществ, например, меди, цинка и кальция. Также этот полисахарид помогает при профилактике сердечно-сосудистых заболеваний, так как предотвращает образование сгустков крови.

Инулин содержится в некоторых растительных объектах: топинамбур, цикорий, ревен, чеснок и пр. С целью производства функциональных продуктов выбраны клубни топинамбура. Они имеют следующий химический состав: 80,3 % воды, 1,4 – белков, 0,32 –

жира, 1,34 – золы, 12,6 – углеводов, 3,49 – пищевых волокон. Эти показатели непостоянны и зависят от различных факторов среды, сорта топинамбура и сезона его сбора [4].

В качестве обогащаемых объектов предпочтительнее выбирать продукты массового потребления. К таким продуктам относятся мясные эмульгированные продукты, в том числе и полуфабрикаты из рубленого мяса. Из таких продуктов потребитель будет получать не только инулин, но и необходимую энергетическую ценность, а также незаменимые для жизнедеятельности организма животные белки.

Важной задачей является выбор формы, в которой могут использоваться клубни топинамбура, предназначенные для введения в пищевые продукты. Для этой цели наиболее подходит топинамбур, заготовленный в виде порошка. Низкое содержание воды в порошке топинамбура позволяет эффективнее его заготавливать, хранить и транспортировать. Использование порошка облегчает организацию производства, точнее регулировать массовую долю обогащающей добавки, стабилизировать свойства конечного продукта. Порошок из топинамбура может заменять в рецептуре котлет крахмал (или муку).

### ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объекта исследования выбраны мясные рубленые полуфабрикаты с добавлением порошка топинамбура.

В состав продукта входят два основных вида сырья: мясное сырье и порошок из топинамбура.

Мясное сырье представлено говядиной жилованной второго сорта, свиной жилованной мясной и шпиком свиным. Их химический состав указан в табл. 1.

Таблица 1 – Общий химический состав мясного сырья [5]

Показатели	Говядина жилованная второго сорта	Свинина жилованная мясная	Шпик свиной
Калорийность, ккал	168	357	841
Белки, г/100г	18,9	14,6	1,40
Вода, г/100г	67,7	51,6	5,70
Жиры, г/100г	12,4	33,0	92,80
Зола, г/100г	1,0	0,8	0,1
Калий, мг%	335	316	14,0
Кальций, мг%	10,2	8,0	2,0
Магний, мг%	22,0	27	-
Натрий, мг%	73,0	64,8	21,0
Сера, мг%	230,0	220,0	0
Фосфор, мг%	188,0	170,0	13,0
Кобальт, мг%	7,0	8,0	0
Марганец, мг%	0,035	0,029	0
Медь, мг%	1,82	0,96	0
Молибден, мг%	11,6	13,0	0
Цинк, мг%	3,24	2,07	0

Из табл. 1 видно, что мясное сырье обладает высокой биологической ценностью, содержит значительное количество белков и минеральных веществ.

Качество порошка из топинамбура зависит от способа сушки, наиболее оптимальным является порошок сублимационной сушки. При этом способе сушки сохраняются все полезные вещества продукта. Порошок из топинамбура сублимационной сушки имеет следующий химический состав: 76,9 % углеводов, 6 – клетчатки, 5,9 – воды, 5,3 – белков, 5,4 – минеральных веществ, 0,5 – жира. Содержание инулина в таких порошках достигает 30–40 % [6].

Ранее проведенные авторами исследования [6] химического состава порошков из топинамбура различного помола, способности их к гидратации показали, что целесообразно использовать порошок из топинамбура тонкого помола, степень его гидратации 1:2.

### ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель – обосновать эффективность использования порошков из топинамбура в технологии мясных рубленых полуфабрикатов.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Определить на основании маркетинговых исследований предпочтения потребителей при выборе мясных рубленых полуфабрикатов.
2. Обосновать методом математического моделирования оптимальную рецептуру полуфабрикатов с добавлением порошка из топинамбура.
3. Определить биологическую ценность готового продукта с использованием порошка из топинамбура.

1. Маркетинговые исследования проводили методом опроса потребителей путем самостоятельного заполнения респондентами анкет. В ходе исследования опрошено 72 жителя Калининградской области.

2. Для расчета рецептуры использовали метод математического планирования эксперимента с применением ортогонального центрально-композиционного плана (ОЦКП) второго порядка для двух факторов. В качестве переменных факторов выбраны количество свинины в основном сырье (свинина, говядина, шпик свинной, гидратированный порошок из топинамбура) (от 29,7 до 36,3 г на 100 г) и количество вносимого гидратированного порошка из топинамбура (от 16 до 24 г на 100 г). Откликами являлись органолептическая оценка полуфабрикатов (в баллах) и содержание в них инулина.

Благодаря реализации результатов экспериментов по данному плану создается возможность построения полиномиальной математической модели второго порядка в соответствии с формулой (1):

$$Y = b_0 + \sum_{1 \leq i \leq 2} b_i \cdot X_i + \sum_{1 \leq i \leq 2} b_{ii} \cdot X_i \cdot X_i + \sum_{1 \leq i \leq 2} b_{ii} \cdot (X_i)^2, \quad (1)$$

где  $Y$  – обобщенный параметр оптимизации;

$X_i$  – изменяемые факторы;

$b_0, b_i, b_{ii}$  – неизвестные коэффициенты.

Условия опытов, а также значения частных показателей качества котлет с порошком из топинамбура, полученные в результате исследований, приведены в табл. 2.

Таблица 2 – План эксперимента по моделированию рецептуры котлет и результаты его реализации

№ опыта	План эксперимента		Частные отклики		Частные безразмерные отклики		Обобщенный параметр оптимизации $Y$
	Мс, г	Мт, г	О, баллы	Си, г/100г	$S_o^2$	$S_{ck}^2$	
1	36,3	24	4,4	2,03	0,2612	0,0353	0,2965
2	29,7	24	6,9	2,16	0,0544	0,0185	0,0729
3	36,3	16	6,5	1,46	0,0772	0,1731	0,2503
4	29,7	16	7,6	1,55	0,0242	0,1444	0,1686
5	36,3	20	5,5	1,75	0,1512	0,09	0,2412
6	29,7	20	8,2	1,87	0,0079	0,0653	0,0714
7	33,0	24	7,5	2,10	0,0278	0,0256	0,0534
8	33,0	16	8,1	1,50	0,0100	0,1600	0,1700
9	33,0	20	9,0	1,81	0	0,0762	0,0762

3. Количество инулина определяли по методу Бертрана-Офнера [7]. Метод основан на окислении редуцирующих сахаров реактивом Офнера, состоящим из сернокислой меди, сегнетовой соли, углекислого натрия и кислого динатрийфосфата. Полученный при взаимодействии редуцирующих сахаров и реактива Офнера осадок закиси меди окисляется титрованным раствором йода, избыток йода оттитровывается раствором тиосульфата натрия. По разности между количеством взятого раствора йода и количеством раствора тиосульфата натрия находят количество йода, вступившего в реакцию.

4. Экспериментальные образцы оценивали органолептически (в баллах) и по физико-химическим показателям. Полученные данные использовали при проведении математического моделирования.

5. Функциональность готового продукта оценивали по содержанию в нем и в сырье инулина, а также витаминов и минеральных веществ.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В процессе проведения маркетингового исследования был опрошен 71 житель Калининградской области. В результате маркетинговых исследований выявлено, что мясные рубленые полуфабрикаты не пользуются высоким спросом у населения Калининградской области (рис. 1).

Часто ли Вы покупаете мясные рубленые полуфабрикаты (котлеты)?

71 ответ



Рисунок 1 – Результаты опроса респондентов о предпочтениях при покупке котлет

Из рис. 1 видно, что обычно люди покупают котлеты от одного раза в год (23,9 %) до одного раза в несколько месяцев (21,1 %). Возможно, это связано с узким ассортиментом на рынке мясных котлет (замороженных мясных рубленых полуфабрикатов).

Для оценки необходимости создания обогащенного инулином продукта был поставлен вопрос о том, хватает ли людям времени на организацию собственного правильного питания. Результаты ответов на данный вопрос представлены на рис. 2.

Хватает ли Вам времени, чтобы правильно питаться?

71 ответ



Рисунок 2 – Результаты опроса респондентов о возможности правильно питаться

Результаты показывают, что людям не хватает времени для организации правильного собственного питания (54,9 % населения). Появление на рынке нового обогащенного продукта может способствовать уменьшению затрат времени на приготовление в домашних условиях обедов или ужинов, и при этом позволит повысить пользу для организма от потребляемых продуктов.

Заключительный вопрос в анкете показал, что большая часть опрошенных соглашается попробовать мясные полуфабрикаты, обогащенные порошком из топинамбура, и более половины опрошенных готовы покупать такие полуфабрикаты (рис. 3), что свидетельствует о целесообразности производства данного мясного продукта.

Стали бы Вы покупать котлеты, в состав которых также входит топинамбур?

71 ответ

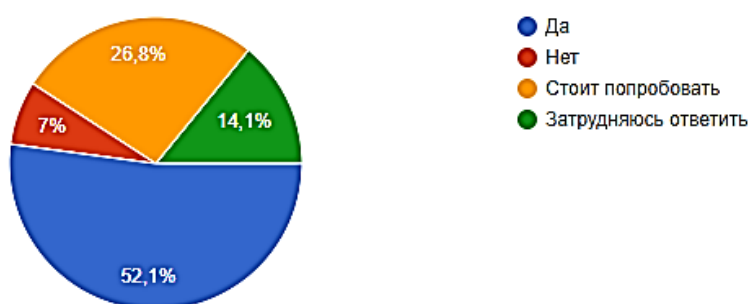


Рисунок 3 – Результаты опроса респондентов о желании покупать проектируемый продукт

«Да» ответили 52,1 % опрошенных, только 7 % не стали бы покупать мясные котлеты с топинамбуром.

Таким образом, проведенный опрос респондентов свидетельствует о целесообразности производства таких мясных рубленых полуфабрикатов (котлет) с топинамбуром.

На основании результатов математического моделирования с использованием ОЦКП второго порядка для двух факторов была обоснована рецептура мясных рубленых полуфабрикатов с порошком из топинамбура. Графическая интерпретация полученной зависимости для обогащенных полуфабрикатов изображена на рис. 4. На оси X представлена масса свинины в основном сырье, на оси Z – масса в основном сырье гидратированного порошка из топинамбура, на оси Y – обобщенные параметры оптимизации.

Рассчитаны оптимальные значения дозировок используемых компонентов (г/100 г основного сырья):

- массовая доля свинины в основном сырье (свинина, говядина, шпик свиной, гидратированный порошок из топинамбура)  $M_C = 31$ г;

- массовая доля гидратированного порошка из топинамбура в основном сырье (при гидратировании соотношение порошок топинамбура: вода равно 1:2)  $M_T = 19.8$  г.

Результаты математического моделирования использованы при расчете рецептуры мясных рубленых полуфабрикатов, обогащенных порошком из топинамбура (в кг на 100 кг готовой продукции, табл. 3). В рецептуре указывается масса сухого порошка из топинамбура и количество воды, необходимой для его гидратации при соотношении масса порошка топинамбура : вода, равном 1:2.

В соответствии с ГОСТом Р 52349-2005 «Продукты пищевые функциональные. Термины и определения» [8] и МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в

энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» [9] пищевой продукт считается функциональным при содержании в нем целевого ингредиента не ниже 15 % от суточной потребности организма.

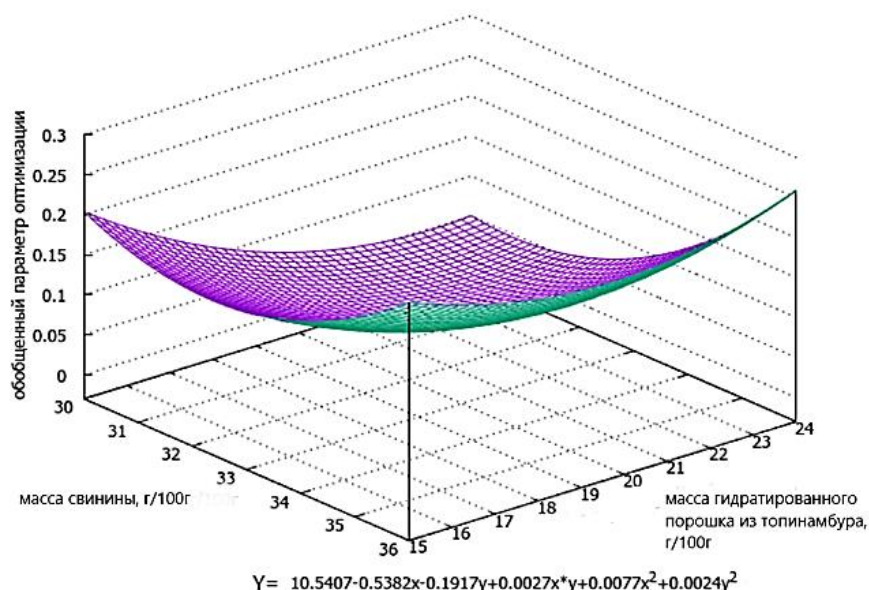


Рисунок 4 – Пространственная трёхмерная модель для обоснования рецептуры котлет, обогащенных порошком из топинамбура

Таблица 3 – Рецептура мясных рубленых полуфабрикатов с добавлением порошка из топинамбура

Наименование компонента	Количество, кг на 100 кг готового продукта
Говядина жилованная второго сорта	33,0
Свинина жилованная мясная	31,0
Шпик свиной	9,9
Порошок из топинамбура (сухой)	6,6
Вода для гидратации порошка из топинамбура	13,2
Яйцо куриное	5,0
Лук свежий очищенный	1,5
Чеснок свежий очищенный	0,7
Соль пищевая	0,8

Учитывая, что оптимальная суточная норма потребления инулина составляет 10 г [10], можно заключить, что содержание инулина в обогащенных котлетах должно составлять не менее 1,5 г/100г. Эксперименты показали, что содержание инулина в разработанной продукции 1,98 г/100 г, что соответствует 19,8 % суточной потребности. При использовании порошка из топинамбура продукция обогащается и другими ценными компонентами, повышается ее биологический потенциал. Биопотенциал мясных рубленых полуфабрикатов с добавлением порошка из топинамбура представлен в табл. 4.

Таблица 4 – Биопотенциал мясных рубленых полуфабрикатов с добавлением порошка из топинамбура

Показатель	Норма потребления в сутки	Содержание в 100 г продукта	Степень удовлетворения суточной потребности, %
Инулин, г	10,0	1,98	19,8
Витамин В <sub>1</sub> , мг	1,5	0,80	53,3
Витамин В <sub>2</sub> , мг	1,8	0,80	44,4
Калий, г	1,0	0,30	30,0

Из данных табл. 4 можно заключить, что мясные рубленые полуфабрикаты (котлеты) с добавлением порошка из топинамбура являются функциональными по содержанию в них инулина, витаминов В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> и калия. Рекомендуемая суточная норма потребления котлет с порошком из топинамбура составляет 100 г (одна котлета).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследования обоснована и разработана рецептура мясных рубленых полуфабрикатов с добавлением порошка из топинамбура. Количество вносимого сухого порошка из топинамбура составляет 6,6 кг/100 кг при модуле его гидратации 1:2. Содержание инулина в таких полуфабрикатах 1,98 г/100 г, что составляет 19,8 % от его суточной потребности.

Мясные рубленые полуфабрикаты с порошком из топинамбура являются функциональным продуктом по содержанию инулина, витаминов В<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>, калия. По результатам опроса респондентов установлено, что более половины опрошенных готовы покупать котлеты с топинамбуром.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калининградской области проживает 26 тысяч больных диабетом [Электронный ресурс]. – URL: [https://klg.aif.ru/health/v\\_kaliningradskoy\\_oblasti\\_prozhivaet\\_26\\_tysyach\\_bolnyh\\_diabetom](https://klg.aif.ru/health/v_kaliningradskoy_oblasti_prozhivaet_26_tysyach_bolnyh_diabetom) (дата обращения: 01.07.2020).
2. .Каждые семь секунд от диабета умирает один человек, заявили в Минздраве [Электронный ресурс]. –URL: <https://ria.ru/20201023/diabet-1581199171.html> (дата обращения: 26.10.2020).
3. Инулин [Электронный ресурс]. – URL: <https://stmportal.ru/encyclopedia/vitamins/inulin> (дата обращения: 26.12.2019).
4. Кочнев, Н.К. Лечебно-диетические свойства топинамбура / Н.К. Кочнев, Л.А. Решетняк // Сибирский медицинский журнал. – 1997. – Т. 1000, № 4. – С. 6-11.
5. Скурихин, И.М. Химический состав российских пищевых продуктов / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. – Москва, 2002. – 236 с.
6. Муравьева, Н.А. Использование инулинсодержащего сырья в качестве добавки в мясные эмульгированные продукты для людей, страдающих сахарным диабетом / Н.А. Муравьева, Л.С. Байдалинова // Вестник молодежной науки. – 2019. – №4. [Электронный ресурс]. – URL: <http://vestnikmolnauki.ru/wp-content/uploads/2019/12/Muraveva-421.pdf> (дата обращения: 25.10.2020).
7. Петров, К.П. Методы биохимии растительных продуктов / К.П. Петров. – Киев: Вища школа, 1978. – 224 с.
8. ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. – Москва: Стандартинформ, 2008. – 8 с.
9. МР 2.3.1.2432-08 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: метод. рекомендации. – Москва: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2009. – 36 с.
10. Современный фармацевтический справочник. Донецк: Изд-во Глория. 2010. – 896 с.

RESEARCH OF THE EFFECTIVENESS OF JERUSALEM ARTICHOKE POWDERS  
IN THE PRODUCTION OF MINCED MEAT SEMI-FINISHED PRODUCTS  
FOR DIABETIC PATIENTS

N.A. Muravieva, master's student,  
e-mail: [natahlie98@gmail.com](mailto:natahlie98@gmail.com)  
Kaliningrad State Technical University

L.S. Baydalina, Candidate of Technical Sciences, Professor,  
e-mail: [larisa.baydalina@klgtu.ru](mailto:larisa.baydalina@klgtu.ru)  
Kaliningrad State Technical University

The article presents a complex situation at the present time regarding the diseases of diabetes mellitus. For patients with diabetes mellitus and its prevention, the production of functional mass-consumption products is required. In the production of such products, it is proposed to use inulin, the source of which is Jerusalem artichoke tubers. Minced meat semi-finished products, in particular cutlets, were selected as fortified products of mass consumption. The attitude of consumers to this product is determined. Using mathematical modeling, the recipe of cutlets with Jerusalem artichoke that have functional properties is optimized.

**Key words:** *diabetes mellitus, Jerusalem artichoke, minced meat semi-finished products, functional product*