

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИКОРИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДИАБЕТИЧЕСКИХ ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Пашенко Л.П., Рябикина Ю.Н., Коломникова Я.П., Корниенко А.В.\*

*Воронежская государственная технологическая академия*

*\*Всероссийский НИИ сахарной свеклы им. А.Л. Мазлунова*

Подробная информация об авторах размещена на сайте

«Учёные России» - <http://www.famous-scientists.ru>

**Цикорий клубневой представляет собой уникальное сырье, так как кроме инулина (до 61 %) и фруктозы (до 3 % к массе СВ) содержит целый комплекс ценных веществ: левулезу (10 – 20 %), дубильные вещества, органические кислоты, витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, РР, С; макро- и микроэлементы, белки, пектины, горький гликозид интибин. Включение продуктов его переработки в рецептуры новых пищевых продуктов позволяет корректировать их состав и обеспечить им функциональные свойства.**

**Хлеб «Эврика» с заменой сахара-песка на пюре из корнеплодов цикория имеют более высокие показатели качества, чем изделия, приготовленные известным способом, а также имеют лечебно-профилактическую направленности, в частности диабетическую.**

В последнее время остро стоит вопрос о рациональном питании и снабжении населения России продуктами питания профилактического назначения. Решение его во многом связано с разработкой и внедрением рецептур новых видов изделий диабетического назначения с применением нетрадиционного растительного сырья, в частности цикория.

Цикорий корневой обладает целебными свойствами, так как кроме инулина (до 61 %) и фруктозы (до 3 % к массе СВ) содержит целый комплекс ценных веществ: левулезу (10 – 20 %), белковые вещества – 3,6; жир – 0,3; безазотистые экстрактивные вещества – 15,4; горький гликозид интибин; пектин, холин, дубильные вещества. Установлено, что в корнеплодах цикория содержатся 33 элемента (в больших количествах – никель, цирконий, ванадий, железо, хром, цинк, медь) и витамины А, Е, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>12</sub>, РР, С [1, 2].

Инулин эффективен при лечении атеросклероза, сахарного диабета, ожирения, различных интоксикаций, его производные обладают противоопухолевым действием [3]. Имеются данные об образовании комплексов инулина с Са, Ва, Sr, что свидетельствует о его способности выводить ионы тяжелых металлов, яды, радионуклиды, причем в 2,5 раза интенсивнее, чем пектин.

Биологически активные вещества цикория рефлекторно усиливают секрецию желудочного и кишечного сока, повышают аппетит.

Отвар корней цикория проявляет гипогликемическое действие. По данным С. Arullani (1937 г.) после приема 200 – 300 г сырья уровень сахара в крови снижается на 18 – 44 %. Введение в организм полисахаридного комплекса, структурной основой которого является инулиннезависимый сахар фруктоза, нормализует углеводный обмен организма [4]. Доказано воздействие цикория на функции печени при диабете.

Корни цикория не проявляют выраженного побочного действия и не являются токсичными. Однако при продолжительном применении они могут значительно усиливать выделение желудочного сока и желчи.

В настоящее время цикорий предлагается применять при создании новых функциональных продуктов питания. Наиболее удобным с точки зрения коррекции химического состава является хлеб. Однако ассортимент диетических сортов хлеба обновляется крайне неудовлетворительно, а на его долю приходится лишь 0,73 % среднегодовой выработки. Этот объем позволяет обеспечить специальными сортами

хлеба лишь 16 % людей, страдающих сахарным диабетом, сердечно-сосудистыми и другими заболеваниями [5].

Целью научно-исследовательской работы явилась разработка технологии диабетических хлебобулочных изделий с применением пюре из клубней цикория.

Для получения пюре клубни цикория выдерживали в воде 10 – 15 мин, после чего их мыли проточной водой и затем очищали от кожицы. Очищенные клубни вторично мыли и измельчали на кусочки размером 10 × 20 мм. Для размягчения ткани проводили бланширование: дробленые клубни обрабатывали острым паром в течение 20 – 25 мин при температуре 100 – 105 °С. Бланшированную массу протирали на протирачных машинах с диаметром отверстий сит 1,5 мм. Для осветления и улучшения вкусовых качеств пюре из цикория в него добавляли лимонную кислоту из расчета 3 г на 1 кг готового продукта до

достижения рН 4,5-4,7. Затем пюре нагревали до 85 – 90 °С для облегчения стерилизации. Полуфабрикат «Пюре из клубней цикория» фасовали в стеклянные банки и укупоривали металлическими лакированными крышками.

Химический состав пюре из клубней цикория, % (на СВ): влага – 78 %; инулин – 40, белок – 3,4, жир – 0,2, безазотистые экстрактивные вещества – 15,1; минеральные вещества, мг %: натрий – 4,2, калий – 191,5, кальций – 21, магний – 9,5, фосфор – 24, железо – 0,5, а также витамины, мг %:  $V_1$  – 0,03,  $V_2$  – 0,02, РР – 0,21, С – 8,4.

Для выбора оптимальных значений  $x_1$  – влажности теста (%) и  $x_2$  – дозировки пюре из клубней цикория (%) выполнили центральное композиционное рототабельное планирование эксперимента.

Интервалы варьирования факторов и установленные уровни представлены в табл. 1, система опытов – в табл. 2.

**Таблица 1.** Характеристики планирования

Характеристика	$x_1$	$x_2$
Основной уровень (0)	45,0	12,5
Интервал варьирования	1,42	1,77
Верхний уровень (+1)	46,42	14,27
Нижний уровень (-1)	43,58	10,73
Верхняя звездная точка (+1,41)	47,0	15,0
Нижняя звездная точка (-1,41)	43,0	17,0

По результатам планирования были рассчитаны регрессионные коэффициенты, и после исключения незначимых коэффи-

циентов (по критерию Стьюдента) получены следующие уравнения регрессии (1) и (2):

**Таблица 2.** Опыты

Система опытов	№ опыта	$X_1$ , %	$X_2$ , %	$Y_1$ , см <sup>3</sup> /100 г	$Y_2$ , %
Опыты ПФЭ типа $2^2$	1	- 1	- 1	320,0	80,0
	2	+ 1	- 1	328,0	81,0
	3	- 1	+1	326,0	82,0
	4	+ 1	+1	340,0	82,5
Опыты в звездных точках	5	- 1,41	0	324,0	81,0
	6	+ 1,41	0	341,0	82,8
	7	0	- 1,41	330,0	81,3
	8	0	+ 1,41	345,5	83,0
Опыты в центре плана	9	0	0	344,0	83,7
	10	0	0	345,0	83,0
	11	0	0	344,5	83,5
	12	0	0	344,0	83,0
	13	0	0	343,5	83,7

$$Y_1 = 344,22 + 5,76X_1 + 4,996X_2 - 7,55X_1^2 - 4,90X_2^2; \quad (1)$$

$$Y_2 = 83,38 + 0,51X_1 + 0,74X_2 - 0,91X_1^2 - 0,78X_2^2; \quad (2)$$

где  $X_1$  – кодированные значения факторов.

Полученные уравнения адекватно описывали экспериментальные данные (при уровне значимости 5 %).

Для анализа поверхности отклика, описываемых уравнениями 1 и 2 и выбора

$$Y_1 - 344,041 = -4,9Z_1^2 - 7,545Z_2^2; \quad (3)$$

$$Y_2 - 83,627 = -0,78Z_1^2 - 0,91Z_2^2; \quad (4)$$

где  $Z_1$  и  $Z_2$  – переменные, связанные с кодированными переменными.

Анализ канонического уравнения позволяет сделать вывод о том, что искомые поверхности имеют вид  $Y_1, Y_2$  – «холм», а линии равного уровня представлены эллипсами. Для поиска оптимальных значений независимых переменных  $X_1$  и  $X_2$  вы-

полнили графический анализ поверхностей отклика, представленных линиями равного уровня, при этом задача оптимизации сформулирована следующим образом: необходимо выбрать такие значения влажности теста и дозировки пюре из клубней цикория, при которых будут выполняться условия (5):

$$330 \leq Y_1 \leq 340; 82 \leq Y_2 \leq 84; \quad (5)$$

При этом значения влажности теста и дозировки должны варьироваться в следующих пределах:

$$43 \leq X_1 \leq 47; 10 \leq X_2 \leq 15; \quad (6)$$

Полученные путем математической обработки результатов эксперимента дозировки были оценены по результатам пробных лабораторных выпечек. Из табл. 3 видно, что готовые изделия, полученные с применением пюре из клубней цикория, имеют более высокие показатели качества, чем изделия, приготовленные известным способом, а также имеют профилактическую направленность, в частности, диабетическую. При внесении в тесто пюре из клубней цикория менее 10 % и продолжительности брожения более 130 мин происходит ухудшение органолептических и физико-химических показателей готовых изделий, а также снижение профилактической ценности. Ухудшение качества готовых изделий было отмечено и при внесении в тесто пюре из клубней цикория более 15 % и продолжительности брожения менее 110 мин.

Таким образом, был сделан вывод о том, что рациональной является дозировка 12,5 %, обеспечивающая наилучшие органолептические и физико-химические пока-

затели готовых изделий. На основе полученных результатов предложена рецептура и параметры процесса приготовления хлеба (табл. 4).

Благодаря содержанию в пюре из клубней цикория усвояемых сахаров, минеральных веществ и витаминов, органических кислот, основную часть которых составляют уксусная, яблочная, янтарная, молочная и винная в опытной пробе значение кислотности было более благоприятно для жизнедеятельности дрожжевых клеток, процессы газообразования и кислотонакопления протекали интенсивнее, чем в контроле, что позволило сократить продолжительность брожения со 160 – 180 мин до 100 – 120 мин.

Об улучшающем действии компонентов пюре судили также по бродильной активности теста. Бродильная активность сразу после замеса составила 15 мин, а в конце брожения - 3 мин. В контроле эти значения были равны 17 и 7 мин соответственно.

**Таблица 3.** Органолептические и физико-химические показатели хлеба

Показатели	Контроль	Предложенный способ по содержанию пюре из клубней цикория, %		
		1 (10 %)	2 (12,5%)	3 (15%)
<b>1. Органолептические</b>				
1.1 Внешний вид:				
- форма	Правильная			
- поверхность	Без трещин и подрывов			
- цвет	Светло-желтый	Светло-коричневый		
1.2 Состояние мякиша:				
- пропеченность	Пропеченный, не липкий			
- промес	Без следов непромеса			
- эластичность	Эластичный			
- пористость	Мелкая, неравномерная	Мелкая, равномерная		
1.3 Вкус	Пресный, невыраженный	Хорошо выраженный, с легким привкусом цикория	С горьким привкусом	
1.4 Запах	Невыраженный	Хорошо выраженный, без постороннего запаха		
<b>2. Физико-химические</b>				
2.1 Влажность, %	44,0	44,0	44,0	44,0
2.2 Кислотность, град	1,8	2,0	2,2	2,4
2.3 Пористость, %	78,0	80,0	83,7	84,0
2.4 Удельный объем, см <sup>3</sup> / 100 г	302	330	344	347
2.5 Белизна, условных единиц прибора БЛИК-РЗ	14,6	10,2	9,3	8,5

**Таблица 4.** Рецепт и параметры процесса приготовления теста

Наименование сырья и показателей процесса	Расход сырья и параметры процесса	
	Проба 1 (контроль)	Проба 2
Мука пшеничная высшего сорта, г	100,0	100,0
Дрожжи хлебопекарные прессованные, г	2,5	2,5
Соль поваренная пищевая, г	1,3	1,3
Пюре из клубней цикория, г	-	12,5
Вода, г	По расчету	
Влажность, %	45	45
Температура начальная, °С	32-34	32-34
Продолжительность замеса, мин	5-7	5-7
Продолжительность брожения, мин	160-180	100-120
Кислотность конечная, град, не более	3,0-3,2	3,2-3,4

В процессе брожения теста его динамическая вязкость снижалась, причем за 120 мин брожения в контроле уменьшалась с 1240 до 598 Па·с, а в пробе – с 784 до 475 Па·с. Такие результаты объясняются более интенсивным кислотообразованием в опытных пробах с применением пюре

из клубней цикория, в результате чего снижается активность ферментов, оказывающих негативное воздействие на структурный каркас теста.

Изделия, полученные с применением 12,5 % пюре из клубней цикория, по пористости и удельному объему, превосхо-

дили контроль на 5,7 и 14 % соответственно. Содержание бисульфитсвязывающих веществ, характеризующих ароматический комплекс готовых изделий, мг-экв J<sub>2</sub>/100 г СВ в опытной пробе было значительно выше (табл. 5).

Улучшение органолептических показателей изделий объясняется тем, что пюре

из клубней цикория становится дополнительным источником сахаров. При взаимодействии аминокислот и восстанавливающих сахаров изделия образуются темноокрашенные продукты (меланоидины), в результате изделия приобретают более насыщенную окраску и более выраженный вкус и аромат.

**Таблица 5.** Химический состав хлеба

Показатели качества	Пробы	
	1 (контроль)	2
Влажность, %	44,0	44,0
Белизна, усл. единиц прибора БЛИК-РЗ	14,6	9,3
Массовая доля сахара, %	1,18	1,23
Массовая доля сырого протеина, %	12,4	13,12
Массовая доля жира, %	1,1	1,24
Массовая доля легкоусвояемых углеводов, %		
крахмал и декстрины	45,2	44,8
моно- и дисахара	1,2	1,4
Массовая доля неусвояемых углеводов, %	4,4	4,7
Массовая доля инулина, %	0	4,56
Содержание бисульфитсвязывающих веществ, мг-экв/100 г СВ		
в мякише	13,4	33,9
в корке	43,5	163,3

Реализация предложенного способа приготовления хлебобулочных изделий «Эврика» в промышленных условиях производится с помощью оборудования, имеющегося на предприятии, необходима установка дозатора для пюре из клубней цикория.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Яценко А.А., Корниенко А.В., Жужжалова Т.П. Цикорий корнеплодный. – Воронеж: ВНИИСС, 2002. – 135 с.

2. Гельгор В. Цикорий// Химия и жизнь. – 1997. - №6 – С. 57-59.

3. Машанов В. И., Покровский А.А. Пряно-ароматические растения. – М.: Агропромиздат, 1991. – 87 с.

4. Бугаенко И. Ф. Заменители сахара. – М, 1996. – 41 с.

5. Дугин П.И., Иванихина Л.Н., Иванихин А.А. Проблемы становления и развития рынка цикория// Междунар. с.-х. журнал. – 2000. - №1. – С. 51-56.

**THE PROSPECTS OF THE CHICORY APPLICATION IN THE MANUFACTURE OF  
DIABETIC BAKERY PRODUCTS**

Pashchenko L.P., Ryabikina Yu.N., Kolomnikova Ya.P., Korniyenko A.V.\*

*Voronezh State Technological Academy*

*\*All-Russia A.L. Mazlunov Research Institute of Sugar beet*

The rhizocarposon chicory is the unique raw material as except for an inulin (up to 61 %) and a fructose (up to 3 %) contains the whole complex of valuable substances: a fructose (10 – 20 %), tannins, organic acids, vitamins B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, PP, macro- and microelements, proteins, pectin, a bitter glycoside intybine. The inclusion of products of its processing in the new foodstuff formula allows to correct their contents and to provide them with the functional and treatment-and-prophylactic properties.

The bread 'Eureka' with the replacement of sugar by the puree from chicory root crops has higher quality parameters than the products prepared by known way, and also has treatment-and-prophylactic orientations, in particular, diabetic.