

Министерство Высшего и Среднего Специального Образования УССР
Киевский ордена Трудового Красного Знамени технологический институт
пищевой промышленности

УДК 664.644.6

Доценко В.Ф., Горбатюк Л.О.

**ВЛИЯНИЕ ПРОДУКТОВ ИЗ ТОПИНАМБУРА НА СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ
СВОЙСТВА ПШЕНИЧНОГО ТЕСТА**

Киев – 1991

В последнее время неуклонно возрастает число больных, страдающих различными заболеваниями обмена веществ. К числу таких хронических заболеваний относится сахарный диабет.

Обязательным условием лечения при сахарном диабете является строгое соблюдение специальной диеты, ограничивающей употребление легкоусвояемых углеводов.

Ассортимент же диетических продуктов питания для больных сахарным диабетом в настоящее время чрезвычайно беден, спрос на эти продукты постоянно не удовлетворяется.

Расширить узкий ассортимент диабетических продуктов, в том числе хлебобулочных изделий, позволит использование сырья, содержащего фруктозу и ее производные, поскольку фруктоза в отличие от глюкозы усваивается организмом человека без участия инсулина.

Перспективным сырьем с этой точки зрения может служить топинамбур и созданные на его основе новые продукты [1, 2]. Топинамбур отличается ценной способностью накапливать в клубнях инулин [3]. Инулин – полимер фруктозы. Метаболизм его в организме человека осуществляется без участия инсулина, сам же инулин является хорошим стимулятором работы поджелудочной железы, что особенно важно при относительной инсулиновой недостаточности.

На основе изучения химического состава и свойств топинамбура в КТИПП разработаны технологии получения из него пюре, сиропа, пасты и порошка. В настоящее время исследуется возможность использования продуктов из топинамбура в хлебопечении [4, 5].

Составной частью проводимых комплексных исследований стало изучение вопроса о влиянии продуктов из топинамбура на реологические свойства пшеничного теста.

Структура мучного теста определяется состоянием основных его полимеров: крахмала, белка, клетчатки. Компоненты химического состава продуктов из топинамбура способны активно воздействовать на свойства полимеров теста [6].

В связи с этим значительный теоретический интерес представляет изучение влияния продуктов из топинамбура на структурно-механические свойства пшеничного теста.

Известно, что хлебопекарное тесто является твердо-жидким телом и обладает одновременно и упруго-эластичными и вязко-пластичными свойствами [7].

Исходя из этого упруго-эластичные свойства определяли с помощью фаринографа фирмы "Брабендер", а вязко-пластичные характеристики - пользуясь ротационным вискозиметром "Реотест-2". Оценивали также количественные и качественные характеристики клейковины.

В работе использовали пшеничную муку высшего сорта со средними хлебопекарными свойствами. В качестве исследуемых добавок применяли стерилизованное пюре из клубней топинамбура с содержанием сухих веществ 13% и порошок из клубней топинамбура влажностью 9%.

Для оценки влияния различных дозировок продуктов из топинамбура на реологические свойства теста его замешивали одинаковой влажности (45%). Влияние указанных продуктов на реологические параметры изучали также, сравнивая между собой образцы одинаковой консистенции (500 ед. прибора).

Исследования выполнялись при соблюдении следующего условия: количество сухих веществ в месилке фаринографа должно быть одинаково для всех вариантов и равно количеству сухих веществ в контрольном варианте (тесте без добавок). Исходя из этого условия и принятых дозировок пюре и порошка из топинамбура вычислялось количество муки для замеса образцов.

В табл. 1 представлены результаты исследований, проведенных на фаринографе, по изучению влияния на реологические свойства теста пюре из топинамбура (ПТ).

Таблица 1

Показатели фаринограмм теста с пюре из топинамбура

Дозировка ПТ, % к массе муки	Водопогло- ти-тельная способность, мл на 100 г	Консистенц ия, ед. прибора	Время тестообразова ния, мин	Устойчиво сть теста, мин	Эластично сть теста, ед. прибора	Разжиже ние теста, ед. прибора
Контроль (без добавок)	67,2	500	2,0	3,0	110	180
10	57,6	500	2,0	3,0	120	180
15	50,2	500	2,3	3,0	120	200
20	48,2	500	3,0	3,5	120	200
25	44,0	500	3,5	3,5	120	200
30	40,8	500	4,0	3,5	130	200

Как видно из полученных данных, добавление в тесто ПТ в дозировках, равномерно возрастающих от 10 до 30% к массе муки, приводит к снижению ее водопогло-
тительной способности.

Такое воздействие как тесто по нашему мнению оказывают низкомолекулярные углеводы пюре, являющиеся пластификаторами структуры, в результате чего уменьшается количество воды, необходимой для сохранения консистенции на уровне контрольного образца. Инулин, хотя и является полимером, но коллоидными свойствами не обладает и поэтому усиливать водопоглощение не может.

Продолжительность тестообразования увеличивается от 2 мин в контрольном образце до 4 мин при добавлении 30% пюре, то есть в два раза. Наряду с этим было отмечено, что внесение топинамбура в виде порошка практически не изменяет длительности образования теста. Такое различие в поведении двух продуктов связано, вероятно, с тем, что сухие вещества топинамбура в пюре и в порошке находятся в неодинаковом состоянии. В отличие от порошка, имеющего низкую влажность, частицы пюре находятся в условиях большого избытка влаги, удерживая часть воды силами адсорбции, капиллярного смачивания и другими. При смешивании с мукой эти силы препятствуют быстрому переходу влаги от гидратированных частиц пюре к набухающим частицам муки, вследствие чего процесс диффузии молекул воды внутрь частиц муки несколько замедляется во времени. Внешним проявлением этого процесса является отмеченное выше увеличение продолжительности тестообразования.

Устойчивость теста изменяется незначительно, возрастая лишь на 0,5 мин. Эластичность теста остается практически неизменной при всех дозировках ПТ и находится на уровне контроля.

Было отмечено некоторое увеличение разжижения теста через 20 мин после замеса. Уже при добавлении 15% ПТ величина разжижения теста по сравнению с контрольным образцом возрастает на 11% и остается на этом уровне и при дальнейшем увеличении дозировок. Наблюдаемое явление, вероятно, также связано с действием фруктанов различной молекулярной массы, общее содержание которых в исследуемом продукте достигает 68% к массе сухих веществ.

При внесении в тесто порошка из клубней топинамбура в количествах 3, 6, 9 и 12 % к массе муки подтвердились основные закономерности, характерные для пюре, о чем свидетельствуют данные табл.2.

Таблица 2

Показатели фаринограмм теста с порошком из топинамбура

Дозировка	Водопоглоти	Консистен	Время	Устойчив	Эластичн	Разж
-----------	-------------	-----------	-------	----------	----------	------

ПТ, % к массе муки	Водопогло- тельная способность, мл на 100 г	Консистен- ция, ед. прибора	Время тестообразо- вания, мин	Устойчивос- ть теста, мин	Эластич- ность теста, ед. прибора	Разжиже- ние теста, ед. прибо- ра
Контроль (без добавок)	62,4	500	1,0	0,2	60	90
3,0	59,2	500	1,0	0,5	70	120
6,0	55,6	500	1,3	0,5	80	120
9,0	55,0	500	1,3	0,5	80	125
12,0	54,2	500	1,3	0,5	80	130

Для более полного и всестороннего анализа найденных ранее зависимостей представляло также интерес изучение влияния продуктов из топинамбура на реологические характеристики пшеничного теста, имеющего одинаковую влажность (влажность контрольного образца). Результаты опытов приведены в табл.3. В качестве исследуемой добавки использован порошок из топинамбура.

Таблица 3

Влияние порошка из топинамбура на реологические параметры теста, имеющего одинаковую влажность

Дозир- овка ПТ, % к массе муки	Показатели фаринограм теста					
	Водопогло- тельная способность, мл на 100 г	Консистен- ция, ед. прибора	Время тестообразо- вания, мин	Устойчивос- ть теста, мин	Эластич- ность теста, ед. прибора	Разжиже- ние теста, ед. прибора
Контр- оль (без добав- ок)	62,4	500	1,0	0,2	60	90
3,0	62,4	400	1,0	0,2	50	70
6,0	62,5	350	1,2	0,5	40	50
9,0	62,6	320	1,2	0,5	30	40
12,0	62,7	290	1,2	0,5	25	10

Полученные данные свидетельствуют о том, что добавление порошка из топинамбура приводит к существенному снижению консистенции теста. С увеличением дозировки порошка наблюдается устойчивое понижение этого важного технологического показателя. Это необходимо учитывать при разработке новых сортов изделий,

содержащих порошок из топинамбура, поскольку для сохранения консистенции теста на уровне контроля необходимо снижать его влажность.

Аналогичное влияние на консистенцию теста оказывает и пюре из топинамбура, однако степень его воздействия значительно слабее, поскольку содержание сухих веществ, вносимых с пюре, невелико. Кроме того, набухшие частицы пюре, как уже отмечалось, имеют гидратную оболочку, что снижает их реакционную активность.

Определение вязко-пластичных свойств теста с исследуемыми добавками на ротационном вискозиметре "Реотест-2" подтвердило установленные ранее закономерности (рис.1). Как и следовало ожидать, "внесение пюре из топинамбура даже в количестве 15% к массе муки приводит к снижению эффективной вязкости теста после замеса в 1,8 раза. С увеличением дозировки пюре до 30% эффективная вязкость уменьшается более чем в 6 раз.

Указанные изменения хорошо коррелируют с данными по снижению консистенции теста и обусловлены на наш взгляд как низкой водопоглотительной способностью инулина топинамбура, так и большим количеством низкомолекулярных фруктанов, наряду с инулином присутствующих в пюре. Взаимодействуя с полимерами муки, они разрушают часть межмолекулярных связей и блокируют реакционноспособные группы. При этом величина силового поля между молекулами ослабевает, что выражается в падении вязкости структуры.

Представляет интерес тот факт, что к концу 3-х часов брожения вязкость опытных образцов приближалась к вязкости контрольного теста, то есть первоначальный пластифицирующий эффект топинамбурного пюре значительно ослабевает за время брожения и к моменту выпечки практически не ощущается.

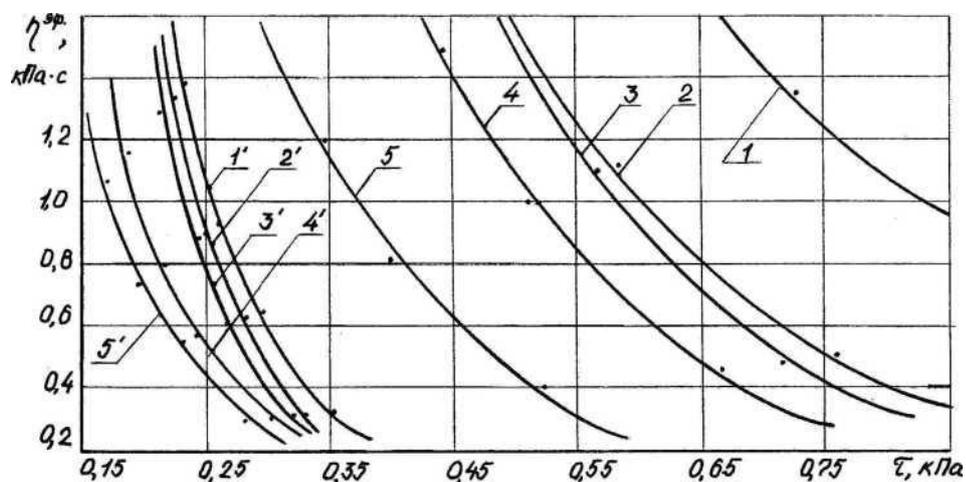


Рис. 1. Зависимость эффективной вязкости от напряжения

сдвига для теста с пюре из топинамбура:

1-5-через 30 мин после замеса, 1'-5'-через 3 ч брожения;
 1-1'-без добавок, 2-2'-с 15% ПТ, 3-3'-с 20% ПТ, 4-4'-с 25% ПТ,
 5-5'-с 30% ПТ.

Причиной указанных изменений, очевидно, является развитие упруго-эластичных свойств бродящего теста, происходящее в результате сложного перераспределения влаги между его твердой и жидкой фазой. Кроме того, набухшие коллоиды муки под давлением образующегося углекислого газа увеличиваются в объеме, поверхность межмолекулярного контакта возрастает, а значит возрастают и силы взаимодействия полимеров. При этом структура упрочняется, пластифицирующее действие пюре снижается.

Отмеченное стабилизирующее воздействие пюре из топинамбура на пшеничное тесто было подтверждено изучением качества отмытой из этого теста клейковины (табл. 4).

Таблица 4

Влияние пюре из топинамбура на клейковину теста после 3-х часов брожения

Дозировка ПТ, в % к массе муки	Масса сырой клейковины, %	Масса сухой клейковины, %	Гидратация, %	Сжимаемость на ИДК-1, ед. прибора	Растяжимость, см
Контроль (без добавок)	28,6	10,2	180	61	17
15	28,3	10,1	179	56	16
20	28,3	10,0	177	50	15
25	28,3	9,8	173	47	15

Как показали полученные при этом данные, добавление в тесто пюре из топинамбура оказывает легкое укрепляющее воздействие на клейковину, Наблюдается снижение ее гидратационной способности, уменьшение сжимаемости и растяжимости.

Повышение дозировки пюре до 25% к массе муки затрудняло отмывание клейковины сразу после замеса. Она крошилась, плохо держала структуру. Очевидно, при этом сказывается влияние на белково-протеиназный комплекс основных составляющих пюре: фруктанов, пектина, клетчатки, препятствующих слипанию белковых пленок и образованию губчатого клейковинного каркаса.

Результаты проведенных экспериментов дают основание сделать следующие выводы:

1. При добавлении исследуемых продуктов – пюре и порошка из топинамбура в тесто из пшеничной муки после замеса отмечено пластифицирующее воздействие, проявляющееся в устойчивом снижении консистенции и эффективной вязкости теста с увеличением дозировок указанных продуктов.
2. В процессе брожения эффект пластификации значительно ослабевает, упруго-эластичные свойства теста усиливаются. К моменту выпечки тесто с исследуемыми продуктами по своим реологическим характеристикам не уступает контрольному образцу.
3. Указанные изменения в структурно-механических свойствах бродящего теста подтверждены анализом отмываемой после брожения клейковины. Отмечено улучшение ее упругости, снижение растяжимости и сжимаемости.

Анализ выявленных в процессе изучения реологических свойств закономерностей и сделанные при этом выводы и предположения подтверждены впоследствии пробными выпечками.

Литература

1. Гулый И.С., Бобровник Л.Д., Ефимов А.С., Пасько Н.М. Топинамбур и его использование. – Пищевая промышленность, 1987, № 1, с. 40-42.
2. Barta Josef. Технология производства продуктов с большим содержанием фруктозы на основе топинамбура. – Konzerv Is prrikair, 1989, № 3, с. 104-107.
3. Гринь В.П. Топинамбур (земляная груша) овощного и технического назначения. – В кн.: Топинамбур и подсолнечник – проблемы возделывания и использования: II Всесоюзная науч.-техн. конф.: Тез. докл., Иркутск, 1990, с.65.
4. Создание диетических сортов хлеба на основе продуктов из топинамбура/ В.И. Дробот, В.Ф. Доценко, Л.О. Горбатюк и др. – В кн.; Топинамбур и подсолнечник – проблемы возделывания и использования: II Всесоюзная науч.-техн. конф.: Тез докл., Иркутск, 1990, с.61-62.
5. Некоторые особенности использования продуктов из топинамбура в хлебопечении / В.Ф. Доценко, В.И. Дробот, Л.О. Горбатюк и др.- В кн.: Топинамбур и подсолнечник – проблемы возделывания и использования: III Всесоюзная науч.-техн. конф.: Тез. докл., Одесса, 1991, с.95.

6. Влияние пюре и пасты из топинамбура на качество хлеба / В.И. Дробот, Л.Д. Бобровник, В.Ф. Доценко и др.- Рукопись деп. в УкрНИИНТИ, 12.04.90, № 701-Ук 90.
7. Николаев Б.А. Структурно-механические свойства мучного теста. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 247с.