



УДК 664.64.016.8

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ІНУЛІНУ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТІСТОВИХ МАС ДЛЯ БОРОШНЯНИХ КОНДИТЕРСЬКИХ ВИРОБІВ

Дорохович В.В.

Для України дуже важливою проблемою є розробка, розширення та покращення асортименту кондитерських виробів для хворих на цукровий діабет. Цукровий діабет – це біда усіх розвинених країн. Ця хвороба отримала широке розповсюдження в ХХ сторіччі та гігантськими кроками перейшла в ХХІ сторіччя. Зараз у всіх розвинених країнах кількість хворих на цукровий діабет складає від 2 до 5 %.

В Україні внаслідок аварії на ЧАЕС кількість хворих на цукровий діабет збільшується з кожним роком дуже швидко. Особливо прикро те, що діабет "помолодшав". Різко збільшилась кількість дітей хворих на цукровий діабет.

Одним із шляхів розширення та покращення асортименту діабетичних кондитерських виробів може бути використання сировини, яка має властивість знижувати рівень цукру у крові.

Таку властивість має інуліномістка сировина, це – топінамбур, цикорій, жоржина. Топінамбур є найбільш перспективною сировиною як для застосування у вигляді продуктів його переробки: пюре, сиропу, соку, порошку тощо, так і для виготовлення чистого інуліну.

Топінамбур, або земляна груша (*Helianthus tuberosus*), – бульбова рослина із сімейства складноцвітих. Людина вперше відкрила для себе топінамбур приблизно в ХІ сторіччі в Північній Америці. Топінамбур – багаторічна рослина з високим стеблом, великим шорхуватим листям та жовтими квітами. Бульби починають розвиватись в останній декаді липня – на початку серпня, основна маса наростає в кінці серпня та на початку вересня. Кількість бульб буває від 15 до 30 штук, вага однієї бульби від 10 до 50 г. Із сортів, які вирощують в Україні, найбільше розповсюдження отримали Білий Київський, Інтерес, Находка. Ці сорти досить істотно відрізняються один від одного за врожайністю, вмістом та складом вуглеводів тощо. Багато робіт як вітчизняних, так і закордонних вчених присвячено дослідженню хімічного складу та біохімії топінамбуру. Результатами всіх досліджень підтверджується високий вміст у ньому поліфруктозанів, широкий спектр мінеральних речовин, органічних кислот, вітамінів. Хімічний склад бульб за Айзенбергом: вода – 78,7, загальна кількість сухих речовин – 21,2, загальний азот – 0,43, сирий протеїн – 2,7, білковий азот – 0,19, безазотисті та екстрактивні речовини – 16,49, у тому числі пентозани – 0,45, пектин – 0,60, інулін – 11,01, фруктоза – 2,50, зола – 1,09 [1, 2].

Вавілов В.І. назвав топінамбур дивним даром природи. Він доклав багато зусиль, щоб привернути увагу до топінамбуру вчених всього світу. У 1936 році була проведена перша конференція по топінамбуру. І тільки в 1989 р. в Іркутську була проведена друга конференція. Зараз використання топінамбуру та продуктів його переробки знаходить досить широке застосування.

Найціннішим цінним компонентом топінамбуру є інулін. Поряд з чистим інуліном у бульбах топінамбуру міститься велика кількість інулідів (полімерів фруктози з меншим ступенем полімеризації). Бульби топінамбуру багаті пектином, діетичною клітковиною, органічними кислотами, вітамінами. Серед важливих макроелементів, які входять до складу топінамбуру, потрібно відмітити калій та магній, з мікроелементів – залізо, цинк.



Завдяки наявності калію продукти переробки топінамбуру можуть виконувати роль радіопротекторів. Залізо у складі топінамбуру міститься у двохвалентній формі, і це обумовлює чималу здатність топінамбуру для лікування малокрів'я.

У НУХТ розроблені технології переробки топінамбуру на пюре, концентрати, порошок [3].

Пюре з топінамбуру отримують шляхом протирання бланшированих бульб. Ступінь подрібнення залежить від діаметра сита протиральної машини. Пюре має темно-сірий колір, рідку консистенцію, запах, властивий бульбам топінамбуру.

Концентрат (сироп) топінамбуру являє собою в'язку масу (медоподібну), при нагріванні в'язкість її зменшується. Вміст сухих речовин у сиропі – 70 %, загальна кількість вуглеводів – 69 %, із них фруктози – 53,8 %, рН – 5,6 %, золи – 0,2 %. При виробництві сиропу йде процес деполімеризації інуліну.

Сировиною для отримання порошку з топінамбуру служать свіжі бульби за РСТ УССР 1995-89. Рекомендується використовувати при виробництві порошку сорти: Интерес, Диетический розовый. Виготовлення порошку з топінамбуру відбувається за такою схемою: миття, інспекція, очистка, вторинна інспекція, нарізання, бланшування, сушіння, подрібнення, просіювання, упаковка.

Органолептичні показники порошку: зовнішній вигляд – жовто-білий або світло-сірий, смак – солодкуватий, запах – властивий топінамбуру. Порошок з топінамбуру має вологість не більше 6 %.

Інулін входить до складу багатьох рослин (топінамбур, цикорій, жоржина) [4]. Макромолекула інуліну відрізняється високим ступенем полімеризації. Фруктозани, які входять до складу інулінового комплексу, не мають редуруючих властивостей. Інулін був відкритий хіміком Розе в 1908 р. Свою назву отримав у 1911 р. від рослини *Inula helenium*. Тільки в 1950 році було визначено, що до складу молекули інуліну, поряд з фруктозними залишками, входить і глюкоза. Інулін представляє собою нерозгалужений ланцюг фруктофуранозних залишків; з'єднаних β -глікозидними зв'язками. Цим і пояснюється його здатність гідролізуватися мінеральними кислотами. Швидкість гідролізу інуліну й сахарози майже однакова. При повному гідролізі інуліну утворюється 94...97 % фруктози, 3...6 % глюкози. Фруктозні залишки, що входять до молекули інуліну, мають фуранозну структуру, глюкозні – піранозну. Інулін практично не розчинний у холодній воді. При температурі 600 °С він починає добре розчинятись. Якщо інулін супроводжується низькомолекулярними гомологами рослинного соку, то розчинність такого препарату значно збільшується в порівнянні з чистим інуліном. Крім того, відмічено, що інулін, осаджений з води, менш розчинний, ніж інулін, осаджений зі спирту.

Величина молекулярної маси, за думкою різних науковців, лежить у межах від 312 до 6000. Головною причиною такого великого розходження молекулярної маси є скоріше за все те, що інулін не був повністю відділений від інших супроводжуючих його фракцій фруктозанів.

Унаслідок малої розчинності у воді, при охолодженні гарячих соків, інулін випадає з розчину у вигляді білого осаду. Кількість інуліну, який може виділитись з охолоджених соків, залежить від природи самого топінамбуру, пори року його збору, умов зберігання сировини. Для отримання чистого інуліну його необхідно декілька разів перекристалізувати, при цьому вихід чистого препарату зменшується.

Інулін – цінний сировинний інгредієнт, який володіє лікувально-профілактичними властивостями. Медиками доведено, що він знижує рівень цукру у крові хворих на цукровий діабет, підвищує імунологічний статус організму. Зараз випускається спеціальний лікувальний препарат-таблетки на основі інуліну.



У рецептуру багатьох борошняних кондитерських виробів вводять крохмаль. У процесі термообробки крохмаль підлягає гідролізу, кінцевим продуктом якого є глюкоза, не бажана для хворих на цукровий діабет. Інулін при термообробці також підлягає гідролізу. Але кінцевим продуктом є фруктоза, яка не є шкідливою для хворих на цукровий діабет.

З метою визначення можливостей кількісного використання інуліну при виробництві діабетичних виробів і його раціональних доз необхідно було провести комплекс досліджень для встановлення його впливу на органолептичні та структурно-механічні характеристики тістових мас.

Тістові маси борошняних кондитерських виробів мають як пружні, так і пластичні властивості, які справляють значний вплив як на якість готової продукції, так і на технологічні параметри виробництва. Для того, щоб отримати дані з раціонального використання інуліну в рецептурних композиціях борошняних кондитерських мас, необхідно встановити, як він впливає на органолептичні та структурно-механічні властивості.

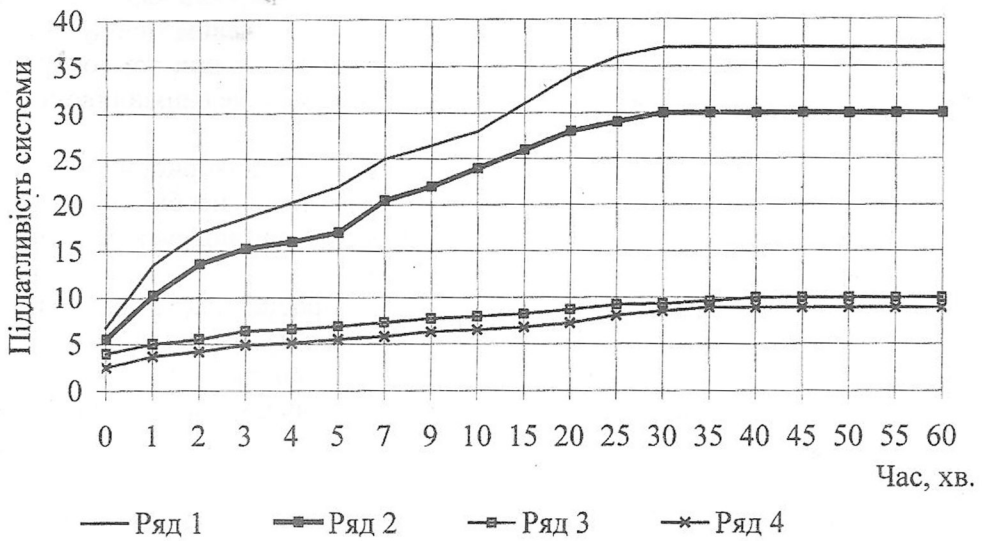
Для визначення впливу інуліну на структурно-механічні властивості різних видів тіста для борошняних кондитерських виробів готували тістові моделі. Перша – "борошно-вода – інулін 10 % до маси борошна", друга – "борошно-вода". Вологість першої та другої тістової моделі 40%. Дослідження проводили на плоско-паралельному еластопластометрі. На цьому приладі зсув здійснюється верхньою пластиною, яка з'єднана через блок з вантажем. Досліджувані тістові маси розміщують між двома пластинами, які мають рифлену внутрішню поверхню для фіксування тістової маси. Пластини з розташованою між ними тістовою масою стискають у спеціальному пресі для закріплення зчеплення між тістовою масою та пластиною. Нижня пластина за допомогою гвинта кріпиться до робочого стола, верхня – має з одного боку металеву голку, на яку наводиться мікроскоп, що має шкалу, з іншого боку до неї за допомогою нитки кріпиться вантаж, який опускається через блок. Навівши мікроскоп на голку, фіксується нульова відмітка на шкалі та пускається вантаж. Голка зміщується, показуючи миттєву деформацію. Через певні проміжки часу відмічають показники, отримується величина деформації від часу при постійному навантаженні. В експерименті в перші 5 хвилин відмічали показники через кожну хвилину, далі - через кожні 5 хвилин протягом однієї години.

У процесі виробництва борошняних кондитерських виробів з різних причин не вся тістова маса може бути одразу направлена на формування. Це може бути пов'язане з продуктивністю формувальних машин, перебоїв у роботі обладнання тощо. Тому представлялось доцільним визначити, як буде впливати вилежування на структурно-механічні властивості тістових моделей з інуліном. Тістові маси підлягали вилежуванню протягом однієї години, після чого визначали ні властивості.

За результатами досліджень були розраховані піддатливість (рисунок 1), модуль пружності (рисунок 2), деформація зсуву (рисунок 3).

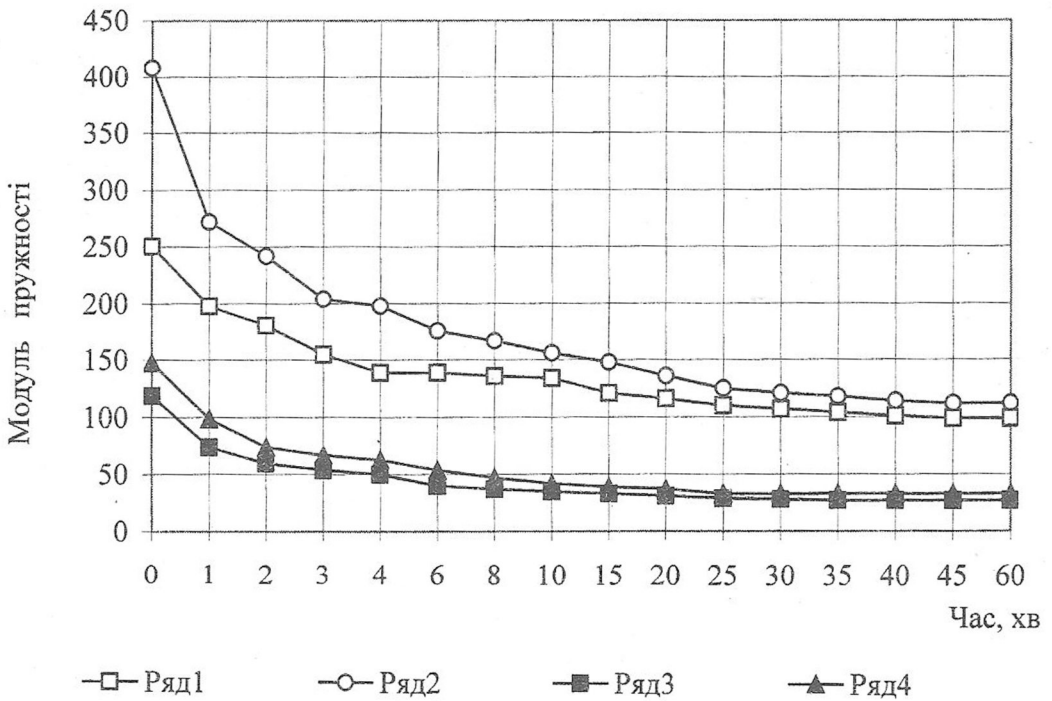
Аналіз отриманих даних свідчить, що інулін знижує піддатливість тістової маси. Так, піддатливість тістової моделі з інуліном на п'ятій хвилині експерименту склала 7 од., контролю – 22 од., тобто піддатливість тістової моделі з інуліном більше ніж у 3 рази менша. На 15-й хвилині експерименту відповідно – 8 од. і 30 од., що також більше ніж у 3 рази менша. На 25-й хвилині експерименту піддатливість тістової моделі з інуліном також більше ніж у 3 рази менша за піддатливість контрольного зразка. Тобто протягом всього експерименту співвідношення між піддатливістю досліджуваних тістових моделей зберігається.

Отримані дані показали, що в тістовій моделі з інуліном, на відміну від контрольної, вилежування не справляє істотного впливу на піддатливість тіста.



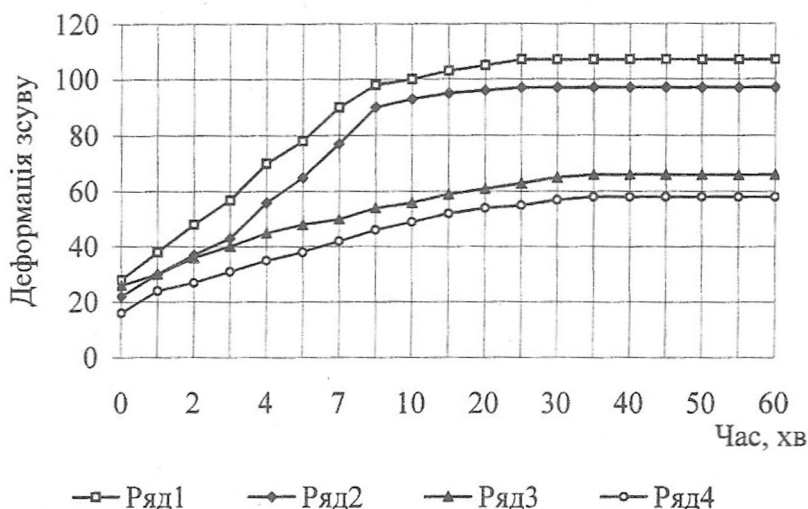
Ряд 1 – борошно-вода до вилежування;
 ряд 2 – борошно-вода після вилежування;
 ряд 3 – борошно-інулін-вода до вилежування;
 ряд 4 – борошно-інулін-вода після вилежування.

Рисунок 1 – Піддатливість системи тістової моделі



Ряд 1 – борошно-інулін-вода до вилежування;
 ряд 2 – борошно-інулін-вода після вилежування;
 ряд 3 – борошно-вода до вилежування;
 ряд 4 – борошно-вода після вилежування.

Рисунок 2 – Модуль пружності тістової моделі



Ряд 1 – борошно-вода до вилежування;
 ряд 2 – борошно-вода після вилежування;
 ряд 3 – борошно-інулін-вода до вилежування;
 ряд 4 – борошно-інулін-вода після вилежування.

Рисунок 3 – Деформація зсуву тістових мас

Уведення інуліну до рецептурних компонентів борошняних кондитерських мас збільшує пружність тістових мас більше ніж у 3 рази. Після вилежування пружність обох моделей збільшується, що свідчить про зміцнення структури тіста.

Уведення інуліну до рецептурних компонентів борошняних кондитерських мас знижує деформацію зсуву тістових мас. Під час вилежування деформація зсуву тістових мас як з інуліном, так і без нього знижується.

За деформацією зсуву були розраховані наступні характеристики: умовно-миттєво-пружна деформація E_y , пружно-еластична деформація E_{ye} , еластична деформація E_e , загальна пружно-еластично-пластична деформація E_{yep} , пластична деформація E_n .

Для того, щоб можна було зробити висновки про пружні, еластичні, пластичні характеристики тістових моделей, величина загальної деформації була прийнята за 100 % і проведений перерахунок величин усіх деформацій.

У тістовій моделі з інуліном умовно-миттєва деформація E_y складає 40 %, тоді як у контрольному зразку – 24 %; еластична деформація E_e в моделі з інуліном – 32 %, у контролі – 28 %; пластична деформація E_n у моделі з інуліном – 44 %, у контрольній – 32 %.

Представляло також інтерес визначити, як інулін впливає на в'язкість тістової моделі. За даними експерименту на еластопластометрі були проведені розрахунки, результати яких представлені в таблиці 1.

Аналізуючи отримані дані можна зробити висновок, що тістова модель, яка містить інулін, має в'язкість у 5...6 разів більшу за в'язкість контрольної тістової моделі.

Підводячи підсумок проведених досліджень, можна зробити висновок, що інулін значно зміцнює структуру тіста. Щоб мати можливість формувати тістові заготовки на існуючому обладнанні, потрібно вводити до складу їхніх рецептурних композицій таку сировину, яка послаблює структуру тіста. Як показали проведені раніше дослідження, [5], використання фруктози сприяє послабленню структури тіста до 40 % по відношенню до тістових мас, в рецептуру яких вводили в рівній кількості цукор.



Таблиця 1 – В'язкість тістових моделей, Па·с

Час, сек	Тістові моделі	
	борошно-інулін-вода	борошно-вода
0	5892	883
60	7856	1178
180	9427	1767
360	14140	2570
600	21644	3280
900	26186	4740
1200	29460	6130
1500	34211	6670
2100	40402	6670
2400	44190	6670
2700	44190	6670

Отже, сумісне використання інуліну та фруктози може дати бажаний ефект, що дозволить формувати маси на існуючому обладнанні. Крім того, фруктоза покращує органолептичні властивості і є тим природним цукром, що дозволений до вживання хворим на цукровий діабет, а інулін має лікувальну та профілактичну дію.

Список літератури

1. Топінамбур – сонячний корінь / За ред. Л.Д. Бобрівника. – К.: Урожай, 1995. – 32 с.
2. Степанец Н.Ф. Исследование технологических свойств топинамбура и разработка эффективных способов хранения. Автореф. дис...канд. техн. наук. – К., 1993. – 16 с.
3. Гулий І., Бобрівик Л., Ремесло Н. Топінамбур у технології харчових виробництв // Харчова і переробна промисловість. – 1996. – № 5. – С. 22-23.
4. Кахана Б.Н. Изучение полисахаридов тыквы и топинамбура. Автореф. дис...канд. техн. наук. – Кишинев, 1970. – 17 с.
5. Калакура М.М., Дорохович В.В. Разработка рациональных технологий диабетических пряников, сдобного печенья на основе фруктозы // Материалы междунар. научн. конф. "Торты и пирожные 2000". – М., 2000. – С. 71-72.