

УДК 663.18

Бессараб О.С., к.т.н., професор

Гаган І.О., аспірант

Національний університет харчових технологій (НУХТ), м. Київ, Україна

ХАРЧОВІ ІНГРЕДІЄНТИ ТА БАД З ЕКСТРАКТУ ТОПІНАМБУРУ

Потреба [1] у створенні дієтичних продуктів з високим вмістом інуліну і фруктанів, що засвоюються організмом людини без участі інсуліну, викликана зростаючим рівнем небезпечних ендокринообмінних захворювань (цукровий діабет, атеросклероз тощо) та вкрай обмеженим асортиментом таких оздоровчих продуктів на вітчизняному ринку.

Топінамбур (*Helianthus tuberosus* L.) – одне з небагатьох природних джерел інуліну, [1] продукти з якого відіграють важливу роль в нормалізації обмінних процесів. Тому розроблення технологій дієтичних продуктів на основі топінамбура для життєзабезпечення хворих з порушеннями обміну речовин і профілактичного харчування є актуальною і соціально важливою задачею.

Одним із напрямів промислової переробки топінамбура для тривалого зберігання може стати виробництво порошку із висушеної стружки з максимальним збереженням вуглеводного комплексу і природної біологічної активності вихідної сировини.

Дослідження хімічних, фізико-хімічних і структурних перетворень, що відбуваються в процесі конвективного сушіння топінамбура з урахуванням специфіки складу і структури досліджуваної сировини обґрунтовано [2] вибір конвективного способу сушіння стружки топінамбура, як найбільш поширеного способу, що відкриває перспективу широкого впровадження технології в масове виробництво. Вивчений характер хімічних, фізико-хімічних і структурних перетворень біоорганічного комплексу топінамбура в процесі теплового конвективного сушіння.

На підставі досліджень впливу температури сушіння на азотисті речовини і амінокислотний склад топінамбура встановлено, що кількість загального азоту в процесі сушіння майже не змінюється, але співвідношення окремих його форм змінюється істотно в напрямку переходу з білкової в небілкову форму внаслідок теплової денатурації і гідролітичного розщеплення білків і пептидів (рис. 2). Зростання кількості небілкового азоту спостерігається в температурному інтервалі від 35 до 95 °С. Збільшення температури сушіння понад 95 °С призводить до одночасного зменшення кількості білкових і небілкових азотистих сполук, що може бути пов'язано з витрачанням низькомолекулярних продуктів гідролізу білків у реакціях Майяра, утворенням летких азотвмісних продуктів або новоутворенням речовин колоїдного характеру. Дослідженнями залежності вмісту пектинових речовин і співвідношення їх окремих фракцій від температури сушіння стружки топінамбура було встановлено, що під час сушіння відбувається поступовий гідроліз протопектину топінамбура і його перехід у водорозчинну форму. Деструктивна дія тепла на протопектин особливо посилюється з підвищенням температури сушіння понад 95 °С. При цьому можливі не лише структурні, але й істотні якісні зміни пектинових молекул (деметоксилування, руйнування внутрішньо- та міжмолекулярних водневих зв'язків тощо).

Дослідження кінетики набухання і визначення констант швидкості набухання показали, що найвища регідратаційна здатність була властива порошку із стружки топінамбура, висушеної при температурі 85 °С. Збільшення температури сушіння стружки до 100 і, тим більше, до 115 °С погіршувало регідратаційну здатність порошку та призводило до істотного зменшення констант швидкості набухання, що може свідчити про ущільнення та деформацію структури рослинної тканини та незворотні зміни в комплексі біополімерів топінамбура.

Досліджені гігроскопічні властивості порошку із стружки топінамбура за ізотермами сорбції-десорбції водяної пари і розраховані деякі параметри цього процесу (табл. 1). На підставі отриманих даних було зроблено ряд практичних висновків. Встановлено, що сушіння стружки топінамбура при температурі 100...115 °С веде до значного зниження

гідрофільності одержаного з неї порошку внаслідок деформації капілярно-пористої структури та зменшення об'єму мікропор рослинної тканини. Визначено, що порошок із топінамбура має високу гігроскопічність, тому процеси його одержання слід проводити в умовах відносної вологості повітря не вище 80 %, а зберігання можливе лише в герметичній тарі.

Таблиця 1 – Параметри процесу сорбції-десорбції вологи порошком із стружки топінамбура

Температура сушіння стружки, °С	Параметри сорбції-десорбції		
	Максимальна вологість порошку, %	Об'єм мікропор, см ³ /г	Характеристична енергія адсорбції, кДж/моль
35	35,0	0,068	7,58
55	35,0	0,072	7,73
75	35,0	0,072	7,67
95	32,0	0,070	7,59
115	20,0	0,066	7,51

Аналіз характеру поглинання і видалення вологи показав, що перший період сушіння стружки топінамбура, коли з матеріалу видаляється переважно вільна слабо зв'язана волога, можна проводити в більш жорстких температурних умовах. По закінченні цього періоду, коли починає видалятися волога гігроскопічного стану, температура вище 95 °С неприпустима, бо призводить до глибоких змін як в хімічному складі, так і в капілярно-пористій структурі рослинної тканини.

Методом диференційно-термічного [3] аналізу досліджено термостійкість і характер зв'язку вологи в тканині бульб і порошках із стружки топінамбура. Встановлено, що температурний інтервал внутрішньомолекулярної дегідратації в моносахаридних кільцях порошку знаходиться в межах 150...198 °С. Подальше нагрівання викликає екзотермічне руйнування порошку: тління з відщепленням і спалахуванням летких продуктів термолізу. В цілому порошок із топінамбура характеризується значною термостійкістю і може використовуватись як добавка в складі харчових продуктів, що підлягають термообробці.

Методом електронної мікроскопії досліджені структурні зміни тканини топінамбура під час сушіння. Порівняння клітинної структури тканини топінамбура в залежності від температурного режиму сушіння стружки показало, що найбільш сприятливим для збереження структури даного виду сировини виявилось сушіння при помірній температурі 85 °С. Це дозволило одержати продукт із задовільною розрихленою рівномірною пористою структурою. В результаті висушена стружка і порошок із неї мали високу регідратаційну здатність і відновлюваність при оводненні.

Для характеристики впливу температурного режиму сушіння на хімічний склад і перетворення біокомпонентів топінамбура був використаний метод лазерної спектроскопії комбінаційного розсіювання. З його допомогою було встановлено, що із збільшенням температури сушіння стружки до 95 °С і вище в хімічному складі топінамбура відбуваються принципові зміни в напрямку деполімеризації високомолекулярних вуглеводів, термічної дегідратації та інтенсивного окислення складових біоорганічного комплексу. Подальше підвищення температури сушіння призводило до поглиблення цих негативних процесів.

Таким чином на підставі зіставлення і узагальнення результатів проведених досліджень зроблено висновок, що температура сушіння стружки топінамбура в умовах постійного температурного режиму для одержання якісного продукту не повинна перевищувати величини 80...90 °С, яку для даного виду сировини можна вважати максимально допустимою критичною температурою.

Дослідження кінетичних [4] закономірностей конвективного сушіння стружки топінамбура обґрунтовано величину кінцевої вологості стружки топінамбура 6,5 %, яка повинна забезпечувати її високу мікробіологічну стабільність, стійкість до ферментативних і неферментативних хімічних змін, оптимальні для здійснення наступного подрібнення в порошок структурно-механічні властивості.

Визначення впливу температури і швидкості руху сушильного агента в діапазоні 35...115 °С і 1,0...2,0 м/с на кінетику видалення вологи показало, що період постійної швидкості сушіння становить 13...22 % від загальної тривалості сушіння і закінчується при досягненні матеріалом першого критичного вологовмісту, який знаходиться в межах 130...180 %. Застосування теплоносія з температурою 40...60 °С не дозволяє або ускладнює висушування стружки до низької (6,5 %) кінцевої вологості. Підвищення температури сушильного агента значно інтенсифікує процес, що позначається в зростанні максимальної швидкості і скороченні тривалості сушіння, але збільшення температури сушильного агента до 100...115 °С призводить до побуріння і підгоряння сировини внаслідок глибоких змін в її хімічному складі.

Висновки. Таким чином, враховуючи вищесказане на основі теоретичних, експериментальних і виробничих досліджень, здійснених для вирішення поставленої в роботі наукової мети, розроблено технологію нового дієтичного продукту харчування – високовуглеводного порошку біологічно активної дії із стружки топінамбура, призначеного для безпосереднього споживання, а також використання як добавки в складі інших харчових продуктів з метою надання їм дієтичних властивостей.

Проведено комплексне дослідження характеру хімічних, фізико-хімічних і структурних змін біоорганічного комплексу топінамбура в залежності від температурного режиму конвективного сушіння. Встановлені умови процесу, що призводять до принципових незворотних змін хімічного складу топінамбура в напрямку термічної дегідратації та інтенсивного окислення його складових, на підставі чого визначені межі максимально допустимої критичної температури сушіння, яка для даного виду сировини становить 80...90 °С.

Література

1. Проданчук М.Г., Подрушняк А.Є., Данік Л.М. Проблеми безпечності біологічно активних добавок // Проблеми харчування. — 2004. — № 2. — С.4-9; 2.
2. Тутельян В.А. Стратегия разработки, применения и оценки эффективности БАД // Вопросы питания 1996. — № 6; Гичев Ю.Ю., Гичев Ю.П. Руководство по биологически активным пищевым добавкам. — М., 2001.
3. Сипало Л.О., Бобрівник Л.Д., Бодров В.С., Ремесло Н.В., Сидорченко О.І. Кінетичні та технологічні характеристики процесу конвективного сушіння інуліновмісної сировини – топінамбура // Харчова промисловість / Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – К.: УДУХТ. – 1998. – Вип.43-44. – С. 82-88.
4. Горбатюк Л.О., Бобрівник Л.Д., Бодров В.С., Ремесло Н.В., Сидорченко О.І. Гігроскопічні властивості порошку з топінамбура // Харчова промисловість / Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – К.: УДУХТ. – 2000. – Вип. 45. – С. 169-172.
5. Горбатюк Л.О., Бобрівник Л.Д., Ремесло Н.В., Сидорченко О.І. Зміна комплексу речовин колоїдної дисперсності топінамбура в процесі конвективного сушіння // Харчова промисловість / Міжвідомчий тематичний науковий журнал. – К.: УДУХТ. – 2001. - № 1 (46). – С.36-38.