

ДОСЛІДЖЕННЯ МОЖЛИВОСТІ ОДЕРЖАННЯ ПРОДУКТІВ ЕКСТРУЗІЇ НА ОСНОВІ СУХОГО КАРТОПЛЯНОГО ПЮРЕ

Наведено результати вивчення можливості застосування сухого картопляного пюре у виробництві екструдованих продуктів харчування. Досліджено фізико-хімічні показники сухого картопляного пюре та продуктів з нього. Встановлено вплив процесу екструзії на ступінь гідролізу крохмалю. Визначено оптимальні параметри процесу екструзії сухого картопляного пюре.

Ключові слова: *сухе картопляне пюре, екструзія, екструдовані продукти, інфрачервона спектроскопія, гідроліз, масова частка вологи.*

Results of studying of an opportunity of use of a dry mashed potato in manufacture extrusion food stuffs are resulted. Physical and chemical parameters of a dry mashed potatoes and products from it are investigated. Influence of the extrusion on a degree of hydrolysis of starch is established. Optimum parameters of the extrusion a dry mashed potatoes are certain.

Key words: *dry mashed potatoes, extrusion, extrusion products, infra-red spectroscopy, hydrolysis, humidity.*

На сьогодні харчова промисловість виробляє цілий ряд харчоконцентратів методом екструзії використовуючи крохмалемістку сировину. Для цього використовують зернопродукти з високим вмістом крохмалю.

Іншою крохмалемісткою сировиною, яку можливо обробляти екструзією, є сухі картоплепродукти. Взагалі картопля є найбільш поширеним продуктом повсякденного харчування. Харчова цінність її є такою, що в народі її називають "другим хлібом".

За сучасними уявленнями в дієтології [6] непринятно, щоб добовому раціоні пересічного громадянина переважали продукти вуглеводного характеру, тому необхідно досліджувати можливості одержання продуктів з більш оптимальним хімічним складом.

Нами були проведені дослідження щодо одержання продуктів на основі сухого картопляного пюре (ОСТ 10-12-86) методом екструзії.

Дослідження були проведені на кафедрі хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів Національного університету харчових технологій.

Оскільки масова частка вологи сухого картопляного пюре не перевищує 12% [7], що є недостатнім для проведення процесу екструзії, були проведені дослідження щодо визначення оптимальної масової частки вологи. Екструдуювання проводилося на кафедрі технології зберігання і переробки зерна Національного університету харчових технологій на екструдері 1^м марки "ПЭК-40х5Р", виробник УКРНДПЛАСТМАШ при температурі 115–120 °С, тиск в екструдері становить 10 МПа.

Для екструзії були взяті 5 зразків сухого картопляного пюре з кроком масової частки вологи в ньому 4 %.

Екструдати були досліджені також за такими показниками: масова частка вологи екструдатів ГОСТ 15113.3-77, коефіцієнт спучування [7], об'ємна маса [7], міцність [3], ступінь набухання [2], водопоглинальна здатність [2], кількість водорозчинних речовин [2].

Як видно з рис. 1 коефіцієнт спучування набував найбільшого значення при масовій частці вологи сировини 16 %. Це можна пояснити, що саме при такому її значенні утворюється та кількість пари, яка необхідна для доброго спучування екструдату. При меншій масовій частці вологи вихідної сировини пари, що утворюється під час екструзії недостатньо. При більшій кількості вологи у вихідній сировині ця маса є менш пористою, оскільки вода не здатна до стиснення.

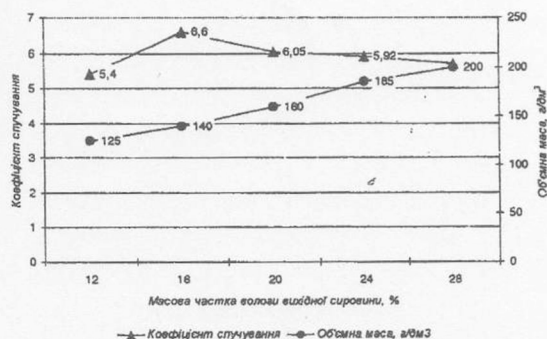


Рис. 1. Залежність коефіцієнта спучування та об'ємної маси від масової частки вологи сировини

Об'ємна маса змінювалась прямопропорційно щодо масової частки вологи сировини (рис. 1). Ця залежність пояснюється впливом вологи на реологічні

властивості маси та характер релаксації напруг, які ведуть до утворення екструдатів з малим числом повітряних пор. Вони (пори) мають великі розміри, товсті стінки (1,5 — 0,5 мм), що і визначає ріст об'ємної маси екструдатів. При зменшенні вологи в сировині об'ємна маса зменшується, оскільки зменшується пористість.

Міцність екструдатів зменшувалася зі збільшенням масової частки вологи у вихідній сировині, проте оскільки ця різниця незначна, то цей параметр не може бути обмежувальним у виборі масової частки вологи вихідної сировини (дані досліджень наведені в таблиці).

Ступінь набухання як і водопоглинальна здатність зменшуються при збільшенні масової частки вологи сировини (дані досліджень наведені в таблиці). При більшій кількості води у вихідній сировині відбувається більш глибока клейстеризація з подальшим його гідролізом, що і призводить до зменшення вмісту крохмалю в екструдаті, що зменшує його ступінь набухання та водопоглинальну здатність.

Зі збільшенням вмісту вологи у сировині кількість водорозчинних речовин в екструдатах збільшується, оскільки при екструзійному обробленні крохмалемісткої сировини в момент декомпресії загальний вміст крохмалю зменшується з-за розщеплення молекул амілози та амілопектину, одночасно збільшується кількість декстринів та олігосахаридів. Це обумовлює підвищення вмісту водорозчинних речовин (дані досліджень наведені в таблиці).

Міцність, ступінь набухання, водопоглинальна здатність та кількість водорозчинних речовин екструдатів в залежності від масової частки вологи вихідної сировини

Масова частка вологи досліджуваних зразків, %	Міцність, N	Ступінь набухання, мл/г	Водопоглинальна здатність, г/г сухого продукту	Кількість водорозчинних речовин, %
12	9,05	8,9	7,03	25,78
16	8,93	8,4	6,88	28,17
20	8,75	7,6	6,63	29,40
24	8,48	6,8	6,30	30,10
28	8,33	6,1	6,05	30,76

Крім цього, був проведений інфрачервоний (ІЧ) спектральний аналіз сухого картопляного пюре на кафедрі органічної хімії Національного університету ім. Т.Г. Шевченка для того, щоб з'ясувати наскільки глибокі хімічні зміни проходять в картопляному пюре під час екструзії. Отримані ІЧ-спектри наведені на рис. 2 та 3.

З аналізу спектрів рис. 2 (картопляне пюре до екструзії) та рис. 3 (картопляне пюре після екструзії) випливає, що вони повністю ідентичні, навіть в нехарактеристичній області спектра (400–1000 см⁻¹), що, як відомо, дуже важливо для ІЧ-спектрів, так як в цій області проявляються багаточисленні валентні коливання зв'язків С-С, С-N, N-O і деформаційні коливання, що практично не піддаються певному віднесенню.

Ця область коливань вуглецевого скелету молекули, що різко реагує на незначні зміни в структурі молекули. Нехарактеристичні коливання складають

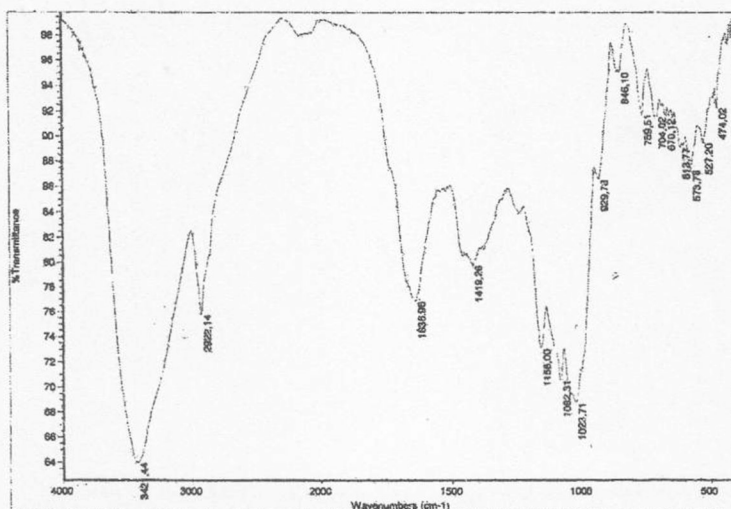


Рис. 2. ІЧ-спектр сухого картопляного пюре до екструзії

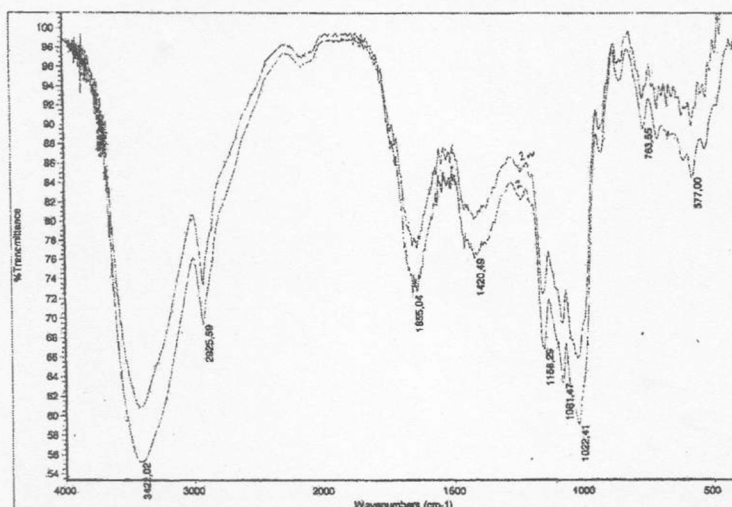


Рис. 3. ІЧ-спектр сухого картопляного пюре після екструзії (дві лінії, 2 та 2W, спектру належать одному продукту проте взятому у різних концентраціях)

основу частину спектру і для кожної речовини утворюють свій неповторний набір смуг. Не існує сполук за винятком енантіомерів (оптичні антиподи), які мали б однакові ІЧ-спектри. З літератури відомо [1, 4], що саме цим фактором користуються для встановлення тотожності речовин, так як збіг ІЧ-спектрів є переконливим доказом ідентичності зразків, що досліджувалися. Іншими словами ІЧ-спектри речовини є його важливими характеристиками, що мають більшого значення ніж температура плавлення або кипіння.

В умовах екструзії ($t \sim 130^\circ\text{C}$, $W=16\%$) білки картопляного пюре частково денатурують та гідролізують, що призводить до зміни просторової конфігурації ланцюгів (первинної, вторинної, третинної, четвертинної), які мають іншу область коливань, що не впливають на деформаційні δ C-H коливання, яке в спектрі екструдату (рис.3) знаходиться при $1655,04\text{ cm}^{-1}$. Власне, для з'ясування віднесення цих смуг ($1636,96\text{ cm}^{-1}$ рис. 2 та $1655,04\text{ cm}^{-1}$ рис. 3), були зроблені ІЧ-спектри картопляного крохмалю до та після екструзії (спектри №3 та 4, рис. 4).

В спектрі № 3 та № 4 (рис. 4) δ C-H знаходяться при $1654,35\text{ cm}^{-1}$, повністю збігається з δ C-H екструдату картопляних пластівців ($1655,04\text{ cm}^{-1}$), що

підтверджує вище наведене міркування щодо змін в білкових речовинах в процесі екструзії.

Смуга $1158,00\text{ cm}^{-1}$ належить валентним коливанням зв'язків ν C-O, так як відомо, що в спиртах та ефірах ν C-O проявляється відносно інтенсивною смугою (в складних ефірах — двома смугами) в області $1000\text{--}1275\text{ cm}^{-1}$. Звідси подвійна смуга $1023,71\text{--}1082,31\text{ cm}^{-1}$ безумовно належить валентним коливанням зв'язків ν C-O-C за допомогою яких з'єднані залишки.

Аналіз ІЧ-спектрів сухого картопляного пюре до екструзії та після екструзії, а також спектрів картопляного крохмалю до та після екструзії показує, що всі чотири спектри повністю ідентичні (за винятком двох смуг в спектрі № 1, рис. 2, $1636,96\text{ cm}^{-1}$ та в спектрі №2, рис. 3, $1655,04\text{ cm}^{-1}$, що було вже пояснено), а це означає, що в умовах екструзії не проходять хімічні процеси, що впливають на зміну хімічної структури крохмалю (зміна типу зв'язків, поява нових функціональних груп та ін.). Враховуючи інші показники, що були досліджені (ступінь набухання, водопоглинальна здатність, кількість водорозчинних речовин та ін.) можна стверджувати, що під час екструзії крохмаль клейстеризується та частково гідролізує до декстринів різної молекулярної маси. Під час гідролізу

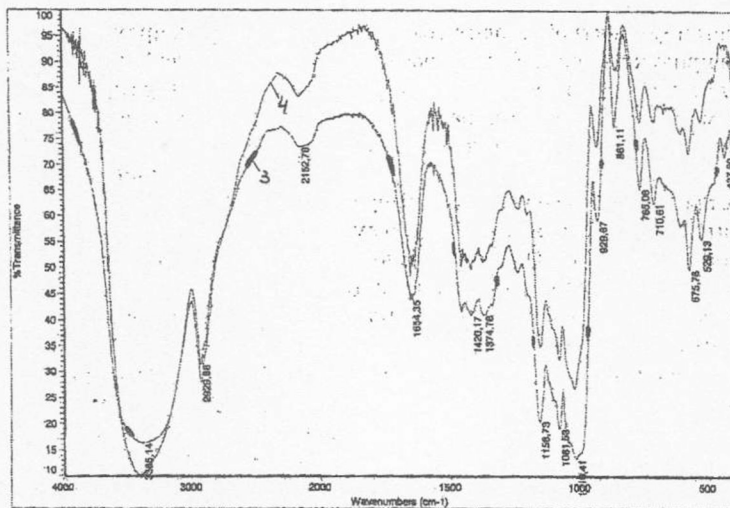


Рис. 4. ІЧ-спектри картопляного крохмалю до (№3) та після (№4) екструзії

утворюються карбонільні (альдегідні) групи, але в ІЧ-спектрах вони відсутні, оскільки одразу, завдяки явищу таутомерії ці кінцеві глюкозні залишки з карбонільної форми переходять в глюкопіранозну.

Висновки. Сухе картопляне пюре може використовуватися як сировина для продуктів екструзії. Продукт з неї має добрі органолептичні показники, що є передумовою створення закусочного продукту. Проте ще необхідно підібрати додаткову сировину для створення продукту підвищеної харчової цінності (сіль, смакові та функціональні добавки).

Змінюючи масову частку вологи у вихідній сировині та досліджуючи окремі фізико-хімічні показники встановлено оптимальне значення масової частки вологи у вихідній сировині (16 %).

Встановлено, що під час екструзії глибокі хімічні перетворення не проходять зі складовими сухого картопляного пюре. Цей факт дає можливість припускати, що можливі для застосування функціональні добавки не втратять своєї цінності для організму людини. Отже це значно розширює спектр застосовуваних добавок, хоча для остаточного ствердження необхідні дослідження кожної добавки окремо до та після екструзії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бранд Дж., Еглінтон Г. Применение спектроскопии в органической химии. — М.: Мир, 1967. — 279 с.
2. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств / А.А. Виноградова, Г.М. Мелькина, Л.А. Фомичева и др. / Под ред. Л.П. Ковальской. — М.: Агропромиздат, 1991. — 335 с.
3. Медведев Г.М., Чернов М.Е., В.П. Негруб В.П. Справочник по макаронному производству. — М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1984. — 304 с.
4. Миронов В.А., Янковский С.А. Спектроскопия в органической химии. Сборник задач: Учеб. пособие для вузов. — М.: Химия, 1985. — 232 с.
5. Покровский А.А. Химический состав пищевых продуктов. — М.: Пищ. пром-сть, 1976. — 227 с.
6. Смоляр В.И. Рациональное питание. — К.: Наук. думка, 1991. — 368 с.
7. Экструзия в пищевой технологии / А.Н. Остриков, О.В. Абрамов, А.С. Рудометкин — СПб.: ГИОРД, 2004. — 288 с.