

**ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ БІЛКОВОЇ ДОБАВКИ НА
КОНФОРМАЦІЙНИЙ СТАН БІЛКІВ
БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ТІСТА**

**Шаніна О.М., д.т.н., проф., Гавриш Т.В., к.т.н., доц.,
Галясний І.В., аспірант**

*(Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка)*

У статті досліджено теоретичні та практичні аспекти впливу концентрату тваринного білка (Сканпро Т95) на конформаційний стан біополімерів борошняного тіста на основі безглютенової сировини. Встановлено, що смуга коливання Амід А свідчить про наявність міжмолекулярних водневих зв'язків, а детальний аналіз смуги коливання Амід II свідчить про утворення додаткових піків для зразків тіста з борошняної суміші (особливо в присутності Сканпро Т95), що вказує на утворення паралельного упакування поліамідних ланцюгів та відповідні міжмолекулярні білок-білкові взаємодії

Ключові слова: *безглютенове борошно, концентрат тваринного білка, конформаційний стан біополімерів, міжмолекулярні взаємодії.*

Постановка задачі. Асортимент безглютенових борошняних виробів на ринку України формується в основному за рахунок імпоротної продукції, яка має досить високу вартість. Крім того, більшість доступних в країні безглютенових продуктів є борошняними кондитерськими виробами або сумішами для випічки в домашніх умовах. Зрозуміло, що приготування низки харчових продуктів з виключенням глютену є в першу чергу дієтичним аспектом. Але у виробництві безглютенових хлібобулочних виробів відсутність глютену стає серйозним технологічним викликом і вимагає вирішення низки технологічних питань.

Білки зазвичай включаються в безглютенове тісто для того, щоб збільшити модуль пружності шляхом перехресного зшивання, підвищити притаманну якість за рахунок покращення смаку та аромату, а також поліпшення структури за допомогою драглеутворення та спінення [1, 2]. Тому, дослідження конформаційного стану білків борошняного тіста є вкрай важливим для розуміння можливих механізмів регулювання структури

безглютенового тіста за наявності білкової добавки.

Мета досліджень. Метою дослідження було встановити можливість впливу білкової добавки на конформаційний стан біополімерів борошняного тіста на основі безглютенової борошняної сировини.

Узагальнення даних проводили, базуючись на експериментальних дослідженнях із застосуванням ІЧ-спектроскопічного аналізу.

Основні матеріали досліджень. Інфрачервона спектроскопія – це сучасний і точний метод вивчення будови молекул. Інтерпретація зсувів характеристичних частин і їхньої інтенсивності дозволяє пояснити вплив різних факторів на конформаційні зміни в макромолекулах біополімерів. З усього випромінювання, яке падає, молекула поглинає випромінювання тільки в тих значеннях довжини хвиль, які можуть змінити її енергетичний стан. Найчастіше для аналізу білків застосовують такі смуги ІЧ-спектрів [3] (рис. 1): смуга Амід А – 3300 см^{-1} ; іноді $3100 - 3080\text{ см}^{-1}$ (Амід В); Амід І – $1700-1600\text{ см}^{-1}$; Амід ІІ – $1600-1500\text{ см}^{-1}$; Амід ІІІ – $1350-1570\text{ см}^{-1}$.

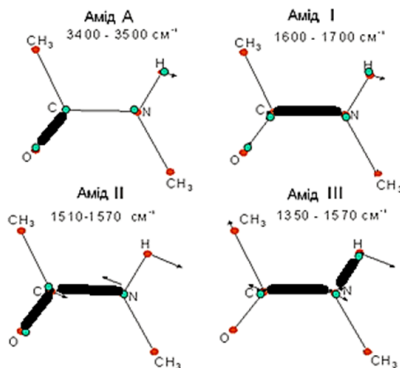


Рис. 1. Діапазони частот різних амідних смуг у модельних структурах

Основні положення максимуму смуг поглинання у спектрі води, обрані нами для дослідження, наступні: крутильне $V_L - 780\text{ см}^{-1}$; деформаційне $V_2 - 1645\text{ см}^{-1}$; складове $V_L + V_2 - 2150\text{ см}^{-1}$; валентне симетричне $V_1 - 3450\text{ см}^{-1}$; валентне асиметричне $V_3 - 3600\text{ см}^{-1}$; обертони $2V_2 - 3290\text{ см}^{-1}$ [4].

Об'єктами досліджень були зразки тіста з наступних видів борошна: рисового ($B_{рис}$), кукурудзяного ($B_{кук}$) та їх суміш відповідно 70/30 % без добавок та в присутності концентрату тваринного білка

Сканпро Т95 (КТБ). У якості рідкої фази тіста застосовували воду.

Результати представлено на рис. 2, 3 та в табл. 1. Основні відмінності стосуються піків поглинання, позначених на рис. 2 як А, Б, В, Г, Д, Ж та З.

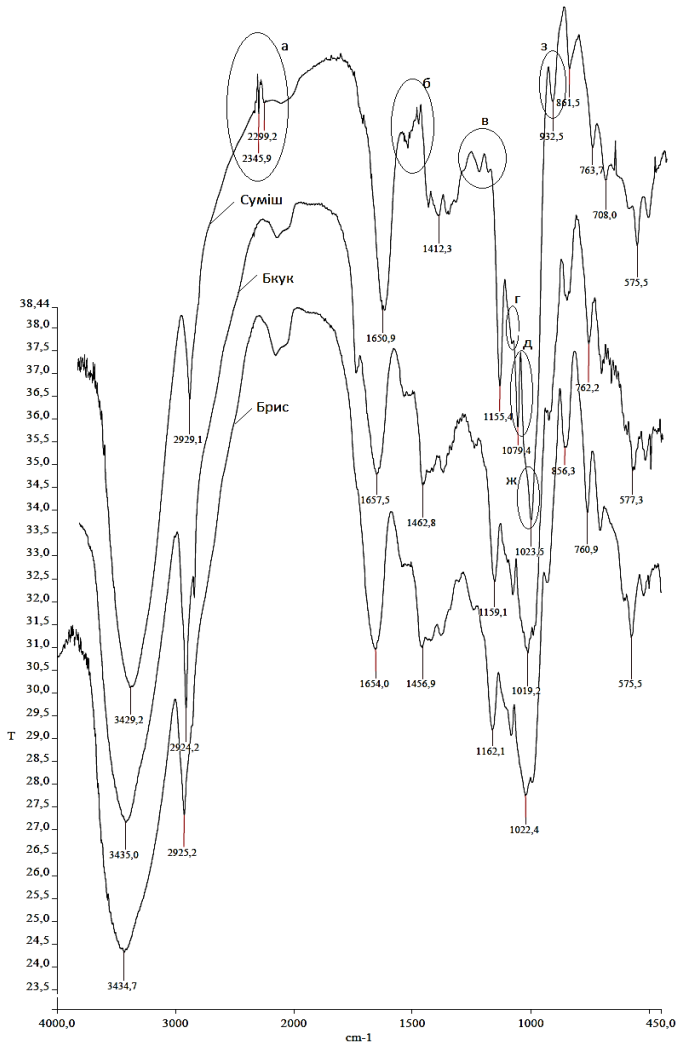


Рис. 2. Порівняльний аналіз ІЧ-спектрів тіста з борошна рисового, кукурудзяного та їх суміші 70/30 %

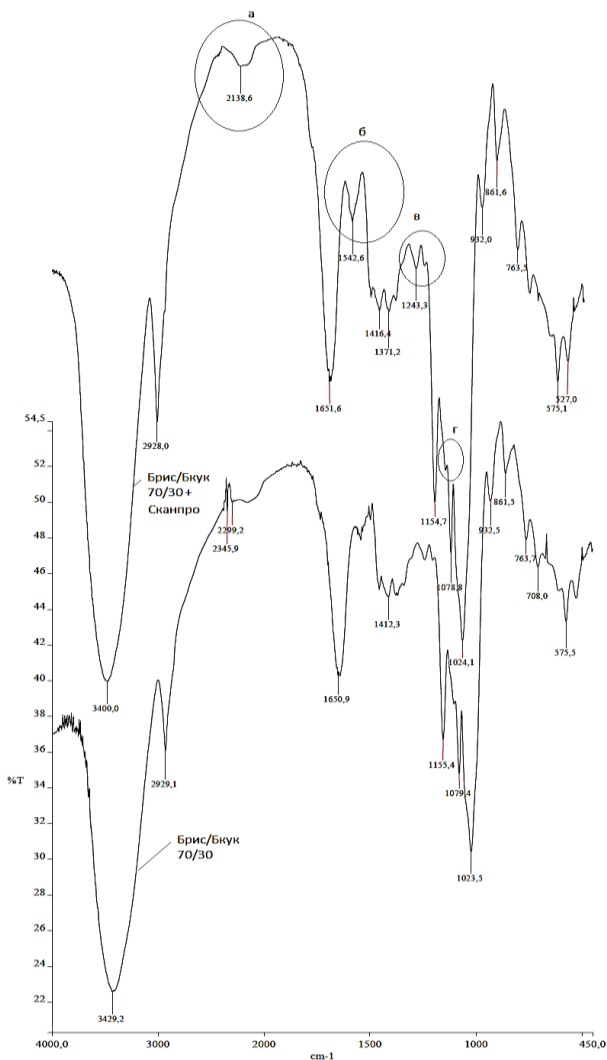


Рис. 3. Порівняльний аналіз ІЧ-спектрів тіста з борошняної суміші Б_{рис}/Б_{іук} 70/30% з додаванням Скандро Т95

Як видно зі спектрів, пік смуги поглинання Амід А за інтенсивністю є приблизно однаковим для всіх зразків. Широка смуга поглинання в інтервалі 3450...3200 см⁻¹ свідчить про наявність міжмолекулярних водневих зв'язків. Зазначимо, що частоту основного максимуму в інтервалі від 3280 до 3310 см⁻¹ мають α- і β-

форми поліпептидів, а також конформація неупорядкованого клубка білкової макромолекули. Пік поглинання в області 2900...2850 см⁻¹ відповідає валентним коливанням С-Н у -СН₃ та -СН₂-, які притаманні напевне боковим радикалам різної природи. Спектри усіх зразків мають інтенсивну смугу карбонільного поглинання (Амід І).

Таблиця 1

Дані інтерпретації ІЧ-спектрів зразків тіста з борошна рисового, кукурудзяного, суміші Б_{рис}/Б_{кук} 70/30% та з додаванням КТБ

Діапазон хвильових чисел смуги поглинання, см ⁻¹	Вид коливання	Положення максимуму поглинання, см ⁻¹			
		Б _{рис}	Б _{кук}	70/30	70/30+КТБ
3450 / Валентні коливання –ОН (сильні)		3434	3435	3429	3400
3400...3300 / Амід А					
2950...2850 / Валентні коливання С-Н у -СН ₃ та -СН ₂ - (слабкі коливання)		2925 плече	2924 2853	2929	2928
2200...2100 / Вода, складове V _L + V ₂		2155	2154	-	2138
1725...1700 / Коливання RCOOH		-	1742 1757 1762	1738 плече	-
1700...1600 / Амід І		1654	1657	1650	1651
1575...1480 / Амід ІІ		1456	1462	1544, 1417 1379	1542, 1416 1371
1300...1230 / Амід ІІІ		-	-	1244	1243
1160 / Валентні коливання >C=O та >C-C<O; деформаційні маятникові >СН ₂ ; деформаційні >C-OH; складно-ефірних сульфатних зв'язків		1162	1159	1155	1154
1030...1100 / Ймовірні скелетні коливання пептидної групи		-	1006 плече	1104	1104
		1082	1083	1079	1078
		1022	1019	1023	1024
930 / Коливання містку 3,6-ангідро-галактози		925	-	932	932
850 / Коливання містку С-О-S у зв'язку з С-4		856	854	861	861

Спектральні характеристики смуг Амід І усіх зразків тіста (а саме, ширина цих смуг) дозволяють зробити припущення щодо

можливості існування різних молекулярних форм білків (α -спіралей і β -форм).

Детальний аналіз смуги коливання Амід II свідчить, що для зразків тіста з борошняної суміші спостерігається розщеплення цієї смуги на два компоненти – додатково з'являються піки 1542 см^{-1} та 1544 см^{-1} (особливо в присутності КТБ). Це однозначно вказує на утворення паралельного упакування поліамідних ланцюгів та відповідні міжмолекулярні білок-білкові взаємодії. Також у вказаних зразках з'являються смуги поглинання Амід III, що може бути пов'язано зі скелетними коливаннями бокових ланцюгів за участю кутів типу CCH.

На підтвердження цієї думки, поява піків поглинання 1104 см^{-1} та посилення інтенсивності піків поглинання 1079 см^{-1} та 1023 см^{-1} . Можливо, підсилення вказаних змін зумовлює зменшення коливання містку C-O-S (861 см^{-1}).

Висновки. Таким чином, встановлені зміни ІЧ-спектрів досліджених зразків тіста можуть бути пояснені наступними обставинами: по-перше, виникненням міжмолекулярних взаємодій між білковими макромолекулами та, по-друге, певним обмеженням рухомості молекул води в тісті. Припущення, що вказані обставини є наявними, підтверджено відмінностями в характері зв'язування іонів білковими речовинами в присутності добавок [5].

Список літератури

1. J. Taylor, and C. Rosell, "Functionality of cereal based non-gluten dough systems", Journal of Cereal Science, vol. 67, pp. 1-122, 2016.
2. J. R. N. Taylor, J. Taylor, O. H. Campanella, and B. R. Hamaker, "Functionality of the storage proteins in gluten-free cereals and pseudocereals in dough systems", J. Cereal Sci., vol. 67, pp. 22-34, 2016.
3. Л. Беллами, "Инфракрасные спектры сложных молекул", Москва, Россия: Изд-во иностр. л-ры, 1963.
4. Г. В. Юхневич, "Инфракрасная спектроскопия воды", Москва, Россия: Наука, 1973.
5. І. В. Галясний, Т. В. Гавриш, та О. М. Шаніна, "Дослідження іонозв'язувальної здатності білків безглютенового борошна в

присутності тваринних білків", Вісник НТУ «ХП». Нові рішення в сучасних технологіях, № 9(1285), с. 179-184, 2018.

Аннотация

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ БЕЛКОВОЙ ДОБАВКИ НА КОНФОРМАЦИОННОЕ СОСТОЯНИЕ БЕЛКОВ БЕЗГЛЮТЕНОВОГО ТЕСТА

В статье исследованы теоретические и практические аспекты влияния концентрата животного белка (Scanpro T95) на конформационное состояние биополимеров мучного теста на основе безглютенового сырья. Установлено, что полоса колебания Амид А свидетельствует о наличии межмолекулярных водородных связей, а детальный анализ полосы колебания Амид II свидетельствует об образовании дополнительных пиков для образцов теста на основе мучной смеси, что указывает на образование параллельной упаковки полиамидных цепей и соответствующие межмолекулярные белок-белковые взаимодействия.

Ключевые слова: *безглютеновая мука, концентрат животного белка, конформационное состояние биополимеров, межмолекулярные взаимодействия.*

Abstract

RESEARCH OF PROTEIN SUPPLEMENT ON CONFORMATIONAL STATE OF PROTEINS OF GLUTEN-FREE DOUGH

The article studies theoretical and practical aspects of influence of animal protein concentrate (Scanpro T95) on conformational state of flour dough biopolymers based on gluten-free raw materials.

It was established that Amid A vibration band indicates presence of intermolecular hydrogen bonds, and a detailed analysis of the Amid II vibration band indicates the formation of additional peaks for the dough samples based on flour mixture, which indicates the formation of parallel packing of polyamide chains and corresponding intermolecular protein-protein interactions.

Keywords: *gluten-free flour, animal protein concentrate, conformational state of biopolymers, intermolecular interactions.*