

ВПЛИВ ПЛАСТИФІКАТОРІВ НА ВТОРИННУ СТРУКТУРУ СОЄВОГО БІЛКА

Самойленко Т.Ф., Яценко Л.М., Ярова Н.В., Бровко О.О.

Інститут хімії високомолекулярних сполук НАН України, s_t_f@ukr.net

Зважаючи на актуальні проблеми вичерпання викопних ресурсів і безпечної утилізації пластикових відходів, сьогодні зростає зацікавленість науковців у отриманні екологічно чистих матеріалів з відновлювальної рослинної сировини. Серед природних полімерів найбільш поширеними є полісахариди та білки, останні з яких характеризуються вищими механічними та бар'єрними властивостями [1]. Використання соєвого білка (СБ) є особливо важливим, оскільки як побічний продукт виготовлення соєвої олії він доступний у великій кількості та не споживається повністю [2].

Для можливості отримання білкових плівок з хорошими експлуатаційними властивостями білок частково денатурують і змішують з пластифікаторами [1]. В даній роботі ізолят соєвого білка (90%) денатурували лужним розчином натрій гідроксиду, кислотність якого (рН=9) істотно відрізняється від ізоелектричної точки СБ (рІ=4,5), що забезпечує ефективне розкручування складних білкових структур [2, 3]. Щоб підвищити гнучкість білкових плівок завдяки розсуванню макроланцюгів і збільшенню частки вільного об'єму [1], використовували пластифікатори у кількості 30% від маси білка: гліцерол (СБ-Г), сорбітол (СБ-С) або їх суміш у співвідношенні 1:2 (СБ-Г/С). Вибрані пластифікатори, які належать до класу багатоатомних спиртів, вважають одними з найефективніших, однак, зважаючи на наявність суперечливих літературних даних [3, 4], їхній вплив на властивості білкових матеріалів потребує подальшого вивчення. Описані зміни переважно торкаються вторинної структури білків, які детально можна вивчити за ІЧ-спектрами [5, 6]. Для цього широку смугу поглинання амід І у спектрах нативного СБ, а також оброблених лугом і запресованих з пластифікаторами СБ-Г, СБ-Г/С та СБ-С, розклали за методом Гауса (рис.).

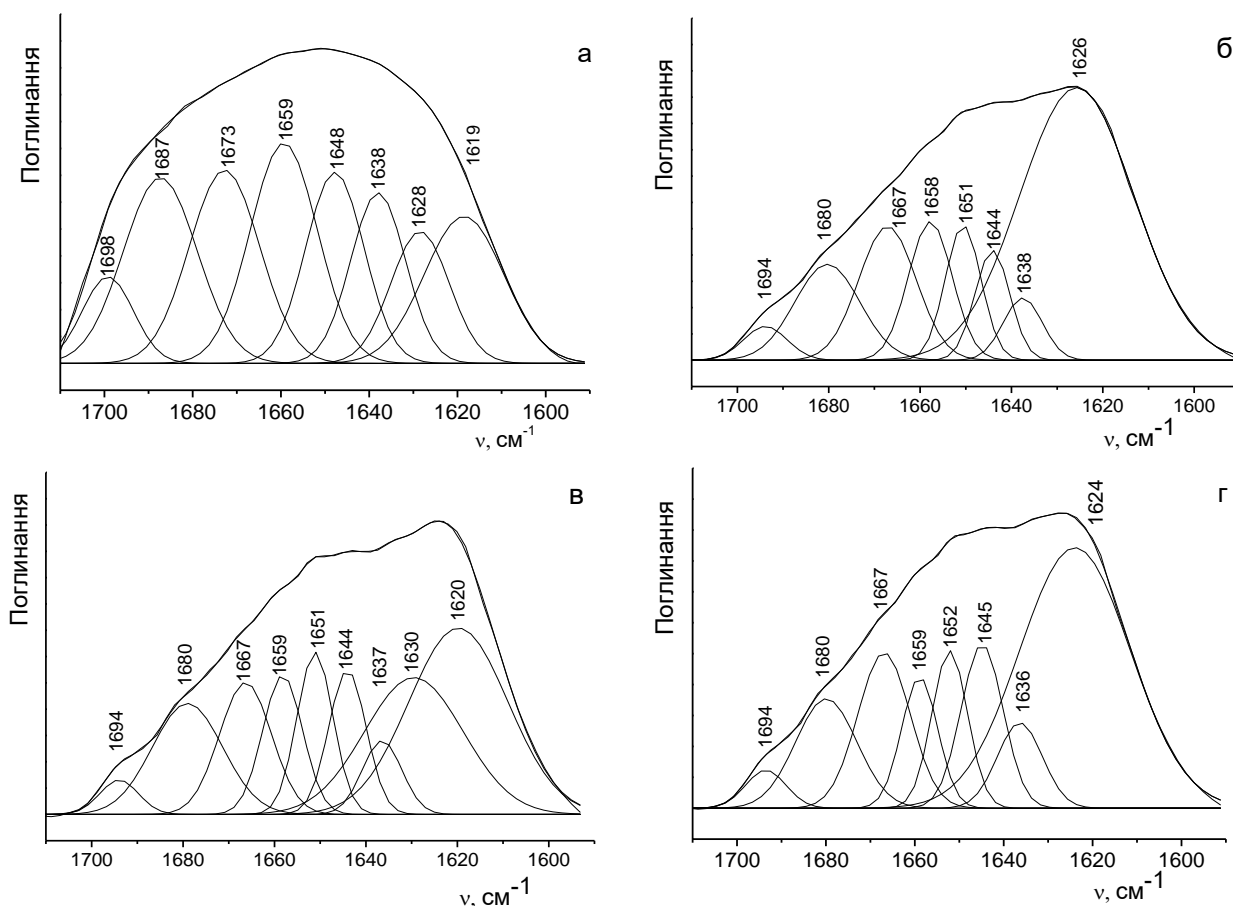


Рис. ІЧ-спектри плівок в діапазоні смуги поглинання амід І після розкладання за методом Гауса: а – нативного СБ; б – СБ-Г; в – СБ-Г/С; г – СБ-С

З літератури [5, 6] відомо, що певні піки, отримані внаслідок розкладання даної смуги, відповідають різним видам вторинної структури білка, основними з яких є α -спіралі при $\sim 1659 \text{ cm}^{-1}$, β -складчасті структури (β -листи) при ~ 1619 і 1628 cm^{-1} , β -повороти (β -петлі) при ~ 1673 , 1687 і 1699 cm^{-1} , а також неорганізовані (невпорядковані) структури при ~ 1638 і 1648 cm^{-1} . За площею відповідних піків розраховано відносний відсотковий вміст цих структур, який подано в таблиці.

Таблиця

Відносна частка вторинних структур СБ у зразках

Зразки	Склад вторинної структури білка, %		
	β -листи	α -спіралі/неорганізовані структури (сума)	β -повороти
нативний СБ	27,61	17,12/23,69 (40,81)	31,54
СБ-Г	48,83	9,56/17,54 (27,10)	24,20
СБ-Г/С	47,18	8,21/20,91 (29,12)	23,69
СБ-С	44,78	7,01/24,07 (31,08)	24,14

Моніторинг змін конформацій молекул білків дозволяє дослідити ефективність їх денатурації та пластифікування, а також спрогнозувати механічні властивості білкових матеріалів. Відомо, що α -спіралі характеризуються щільною системою внутрішньомолекулярних водневих зв'язків, в той час як β -листи майже максимально розтягнуті, оскільки їх водневі зв'язки утворюються між відносно віддаленими один від одного амінокислотами або ж різними ланцюгами білка.

З таблиці видно, що у вторинній структурі нативного СБ найбільш поширені α -спіралі та неорганізовані структури. Однак після денатурації розчином луку та пресування з пластифікаторами, які здатні утворювати водневі зв'язки з білковими макроланцюгами, значна частина даних структур перетворюється на більш розгорнуті β -листи. Одночасно зменшується відносний вміст β -поворотів.

Порівнюючи зразки СБ з додаванням різних пластифікаторів, можна зробити висновок, що використання гліцеролу забезпечує найвищий вміст β -листів і найнижчий – α -спіралей / неупорядкованих структур. Використання ж сорбітолу призводить до протилежних наслідків – при найнижчій частці β -листів частка α -спіралей і неупорядкованих структур лишається найвищою серед пластифікованих зразків. Водночас при заміні гліцеролу на сорбітол кількість β -поворотів майже не змінюється. При застосуванні суміші гліцеролу та сорбітолу отримані результати є проміжними. Таку різницю в поведінці пластифікаторів можна пояснити меншим розміром молекули гліцеролу порівняно з молекулою сорбітолу і, відповідно, легшим розсуванням полімерних ланцюгів СБ під його впливом.

1. Cuq B., Gontard N., Guilbert S. Proteins as agricultural polymers for packaging production // *Cereal Chem.* – 1998. – 75. – P. 1–9.

2. Kumar R., Choudhary V., Mishra S., Varma I.K., Mattiason B. Adhesives and plastics based on soy protein products // *Ind. Crops Prod.* – 2002. – 16. – P. 155–172.

3. Wan V.C.-H., Kim M.S., Lee S.-Y. Water vapor permeability and mechanical properties of soy protein isolate edible films composed of different plasticizer combinations // *J. Food Sci.* – 2005. – Vol. 70, No. 6. – P. 387-391.

4. Kim K.M., Marx D.B., Weller C.L., Hanna M.A. Influence of sorghum wax, glycerin, and sorbitol on physical properties of soy protein isolate films // *J. Am. Oil Chemists' Soc.* – 2003. – 80. – P. 71-76.

5. Grdadolnik J. A FTIR investigation of protein conformation // *Bull. Chem. Technol. Macedonia.* - 2002. - Vol. 21, No 1. - P. 23-34.

6. Božič M., Majerič M., Denac M., Kokol V. Mechanical and barrier properties of soy protein isolate films plasticized with a mixture of glycerol and dendritic polyglycerol // *J. Appl. Polym. Sci.* - 2015. - Vol. 132, No 17. - 41837.