

4. Смирнов, Н. В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений [Текст] / Н. В. Смирнов, И. В. Дунин-Барковский. – М. : Наука, 1969. – 512 с.

5. Полевич, В. В. Статистична перевірка гіпотез [Текст] : методичні вказівки / В. В. Полевич, Ж. А. Крутовий. – Х. : ХДАТОХ, 1993. – 22 с.

Отримано 30.09.2009. ХДУХТ, Харків.

© Л.М. Крайнюк, Ж.А. Крутовий, Л.О. Касілова, О.Т. Старчасенко, Н.В. Манжос, 2009.

УДК 664.2.031

**Ю.О. Савгіра**, канд. хім. наук, проф.

**І.С. Пілюгіна**, ст. викл.

### **ВЗАЄМНИЙ ВПЛИВ ОКСИДУ СІРКИ (IV) І ВОДИ ПІД ЧАС ЇХ ПОГЛИНАННЯ ЗЕРНОМ КУКУРУДЗИ**

*Досліджено взаємний вплив оксиду сірки (IV) і води під час набрякання зерна кукурудзи. Проаналізовано вплив молекул оксиду сірки (IV) на швидкість набрякання зерна кукурудзи і величину граничного ступеня набрякання. Розраховано константи набрякання кукурудзи у воді і розчині  $SO_2$ . Визначено, що попереднє набрякання зерна кукурудзи не впливає на процес сорбції оксиду сірки (IV).*

*Исследовано взаимное влияние оксида серы (IV) и воды при набухании зерна кукурузы. Проанализировано влияние молекул оксида серы (IV) на скорость набухания зерна кукурузы и величину граничной степени набухания. Рассчитано константы набухания кукурузы в воде и растворе  $SO_2$ . Определено, что предварительное набухание зерна кукурузы не влияет на процесс сорбции оксида серы (IV).*

*A mutual influence of  $SO_2$  and water at swelling of maize seed was investigated. An influence of  $SO_2$  molecules on velocity of swelling of maize seed and value of limit degree of swelling was analyzed. The constants of swelling of maize in water and  $SO_2$  were calculated. It was determined, the preliminary swelling of maize seed don't make any influences on process of  $SO_2$  sorption.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Першою технологічною стадією переробки кукурудзи на крохмале-патокових підприємствах є набрякання зерна в розчині  $SO_2$  з вихідною концентрацією 0,04...0,05 моль/л. Час набрякання складає 48...50 годин. Зменшення часу цього процесу призводить до зниження чистоти і якості крохмалю. Багато досліджень проводиться з метою зменшення тривалості набрякання. Усі вони мають певні недоліки і тому до теперіш-

нього часу класична технологія виробництва кукурудзяного крохмалю мало в чому змінилася.

На наш погляд суттєвий прогрес в цьому напрямку може з'явитися тільки тоді, коли буде вивчено механізм поглинання  $\text{SO}_2$ , фізико-хімічну дію його в зерні і вплив на процес набрякання.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Один із запропонованих способів зменшення часу набрякання зерна полягає у введенні в замочний розчин сильної кислоти до концентрації 0,05...0,15% [1]. Із сильних кислот використовують сульфатну, хлоридну або нітратну. Додавання однієї з вище перелічених кислот через 4 години після початку процесу набрякання зерна дозволяє підтримувати рН замочного розчину у межах 2,3...3,7, що забезпечує високу швидкість хімічних процесів у замочуванні зерна внаслідок відновної дії сірчистої кислоти, результатом чого і є прискорення процесу замочування.

Досліджені процеси і встановлені основні чинники, які визначають ефективність існуючих технологічних операцій по руйнуванню структури зерна і вилучення гранул крохмалю [2]. Запропоновані технології, в яких набряканню зерна передують мокрий помел зерна з додаванням епаатогенних бактерій [3], промивку подрібненого зерна в декілька етапів і виділення з промивної води протейну методом зворотного осмосу [4]. Доведено, що тривалий час набрякання розмолотого зерна негативно впливає на якості крохмалю [5].

На наш погляд, основним недоліком усіх нових технологій є те, що не досліджено процес масообміну між зерном і розчином. Не виявлена різниця набрякання цілого і розмолотого зерна, а також роль тиску набрякання в процесі руйнування білкових оболонок у крохмальних зернах.

**Мета та завдання статті.** Під час набрякання зерна відбувається одночасна сорбція води і ангідриду сірки. Тому мета нашої роботи полягала у дослідженні одного з найважливіших чинників, що впливають на тривалість замочування і якість крохмалю – взаємного впливу  $\text{SO}_2$  і води під час їх поглинання зерном кукурудзи.

**Виклад основного матеріалу досліджень.** Для дослідження використовували колби з притертими пробками, які змащували силіконовим мастилом. У колби поміщали по 60 г зерна і витримували 1 годину у термостаті за температури 20 або 50 °С. Потім заливали 0,04 М розчином  $\text{SO}_2$  за відповідної температури у співвідношенні 1:3. Для урахування витрат, що виникають під час переливання, відразу відбирали пробу та встановлювали концентрацію  $\text{SO}_2$  йодометричним методом. Дослідження полягало в тому, що через певні інтервали часу визначали концентрацію розчину  $\text{SO}_2$  і масу кукурудзи. Масу кукурудзи

визначали гравіметричним методом. Потім за відомими формулами розраховували сорбцію  $\text{SO}_2$  і ступінь набрякання зерна.

На рис. 1 наведено залежність ступеня набрякання зерна кукурудзи від часу і температури у воді та розчині  $\text{SO}_2$ .

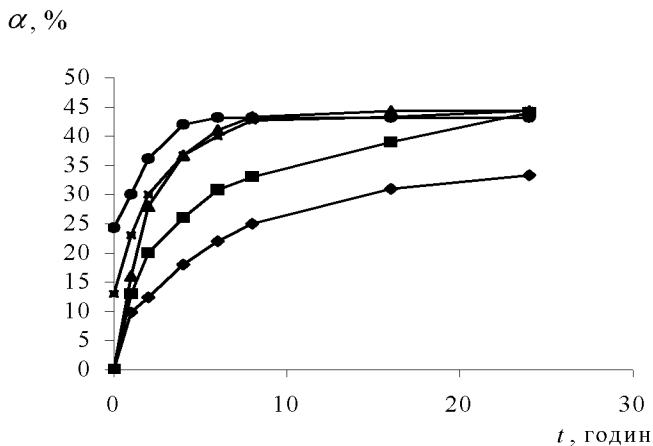


Рисунок 1 – Залежність ступеня набрякання кукурудзи від часу набрякання за різних умов:  $\blacklozenge$  – 20° С;  $\blacksquare$  – 50° С;  $\blacktriangle$  – набрякання кукурудзи під час сорбції  $\text{SO}_2$  за температури 50° С;  $\blacksquare$  – набрякання кукурудзи під час сорбції  $\text{SO}_2$  за температури 50° С з попереднім набряканням кукурудзи 3 години;  $\bullet$  – набрякання кукурудзи під час сорбції  $\text{SO}_2$  за температури 50° С з попереднім набряканням кукурудзи 8 годин

Для порівняння швидкості набрякання за різних умов розраховані константи швидкості набрякання за відомим рівнянням:

$$K = \frac{1}{\tau} \ln \frac{\alpha_{max}}{\alpha_{max} - \alpha_{\tau}}$$

де  $\alpha_{max}$  і  $\alpha_{\tau}$  – відповідно максимальний ступінь набрякання і ступінь набрякання за час  $\tau$ . Усі  $\alpha$  взяті з кривих рис. 1. Результати розрахунків наведено у таблиці.

З таблиці видно, що температура збільшує швидкість набрякання, що природно для полімерів у відповідному розчиннику. Зерно можна розглядати як природну суміш біополімерів. У розчині  $\text{SO}_2$  швидкість набрякання збільшується у 3-4 рази.

Попереднє набрякання зерна протягом 3 годин з вихідним ступенем набрякання 12% не впливає на швидкість подальшого набрякання в розчині SO<sub>2</sub>, а попереднє набрякання протягом 8 годин з вихідним ступенем набрякання 25% збільшує константу набрякання на 37%.

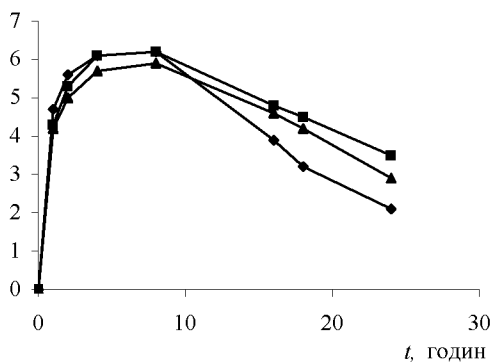
Таблиця – Константи набрякання кукурудзи у воді і розчині SO<sub>2</sub>

Середовище набрякання	T, K	Час попереднього набрякання за даної температури, год.	K, год. <sup>-1</sup>
H <sub>2</sub> O(дистильована)	293	–	0,165
H <sub>2</sub> O(дистильована)	323	–	0,193
0,04 M розчин SO <sub>2</sub>	323	–	0,580
0,04 M розчин SO <sub>2</sub>	323	3	0,580
0,04 M розчин SO <sub>2</sub>	323	8	0,800

Максимальний ступінь набрякання зерна досягається у 5 разів скоріше і мало залежить від попереднього набрякання.

Залежність сорбції SO<sub>2</sub> за сталої температури (293 K) від попереднього набрякання зерна кукурудзи наведено на рисунку 2.

A · 10<sup>5</sup>, моль/г



Рисунк 2 – Залежність сорбції SO<sub>2</sub> кукурудзою залежно від часу попереднього набрякання: ♦ – 0 годин; ■ – 3 години; ▲ – 8 годин

Видно, що сорбція  $\text{SO}_2$  практично не залежить від того, одночасно з водою відбувається процес поглинання  $\text{SO}_2$  чи поглинання починається зерном, яке вже має певний ступінь набрякання.

Водні розчини  $\text{SO}_2$  підпорядковуються закону Генрі і їх можна розглядати як ідеальні. У воді  $\text{SO}_2$  знаходиться здебільшого у вигляді молекул, які слабо взаємодіють з водою.

Результати експериментальних даних можна пояснити з точки зору негативної гідратації в розчинах  $\text{SO}_2$  [6]. Вона виникає тоді, коли часточки розчиненої речовини якби відштовхують від себе молекули води, що знаходяться у найближчому оточенні і тоді обмін молекула-вода у водних структурах посилюється. Молекули води і оксиду сірки (IV) мають схожі будови і близьку полярність. Дипольні молекули води і  $\text{SO}_2$  відповідно дорівнюють 1,84 і 1,61. Таким чином молекули  $\text{SO}_2$  можуть укоренятись в структурні утворення води і частково їх руйнувати. Рухливість молекул води збільшується, що і викликає збільшення ступеня набрякання. З іншого боку, якщо розглядати розчин  $\text{SO}_2$  як ідеальний, то рухливість молекул  $\text{SO}_2$  і їх сорбція зерном не залежить від сорбції води.

**Висновки.** Молекули  $\text{SO}_2$  суттєво впливають на швидкість набрякання зерна кукурудзи і величину граничного ступеня набрякання, що можна пояснити з позиції негативної гідратації.

Сорбція  $\text{SO}_2$  зерном кукурудзи практично не залежить від часу попереднього набрякання зерна.

#### *Список літератури*

1. Пат. 644839 СССР, М.Кл.<sup>2</sup> С 13 L 1/02. Способ замачивания зерна в производстве крахмала [Текст] / Захарченко Н. А., Гольдштейн В. Г. ; заявитель и патентообладатель Всесоюзный научно-исследовательский институт крахмалопродуктов. – № 2383897/28-13 ; заявл. 14.07.76 ; опубл. 30.01.79, Бюл. № 4. – 4 с.
2. Andreev, N. R. Some aspects of industrial starch extraction from different raw materials [Текст] / N. R. Andreev // 15 Междунар. конф. по крахмалу. – М., 2007. – С 16–17.
3. Пат. 1838326 А3 СУ, 5 С 08 В 30/02 // В 02 В 1/04. Способ мокрого помола кукурузы [Текст] / Нэнси Джейн Тоумз ; заявитель и патентообладатель Пайонир Хай-Бред Интернэшнл, Инк (US). – № 4831421/13 ; заявл. 22.10.90 ; опубл. 30.08.93, Бюл. № 32. – 4 с.
4. Пат. 1369673 А3 СУ, 4 С 08 В 30/04. Способ получения крахмала [Текст] / Амелио Чикуттини (IT) ; заявитель и патентообладатель СПС Интернэшнл Инк (US). – № 3337001/28-13 ; заявл. 01.09.81 ; опубл. 23.01.88, Бюл. № 3. – 6 с.

5. Haros, M. Effect of ground corn steeping on starch properties [Text] / M. Haros, W. Blaszczyk, O. E. Perez, J. Sadowska, C. M. Rosell // Eur. Food Res. and Technol. – 2006. – 222. – № 1-2. – С. 194–200.

6. Синюков, В. В. Вода известная и неизвестная [Текст] / В. В. Синюков. – М. : Знание, 1987. – С. 162.

Отримано 30.09.2009. ХДУХТ, Харків.

© Ю.О. Савгіра, І.С. Пілюгіна, 2009.

УДК 65.012.12:006.83

**С.В. Сорокіна**, канд. техн. наук

**З.П. Карпенко**, ст. викл.

**В.В. Полупан**, магістр

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ НОВОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТУ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

*Наведено результати досліджень з розробки та оцінки якості нового виду сметани з додаванням пасты з моркви та домішок пшеничних зародків. Досліджено вплив даної добавки на термін зберігання розробленого продукту. Доведено доцільність використання рослинних добавок у молочних продуктах з метою підвищення їх біологічної цінності.*

*Приведены результаты исследований по разработке и оценке качества нового вида сметаны с добавлением пасты из моркови и примесей пшеничных зародышей. Исследовано влияние данной добавки на срок хранения разработанного продукта. Доказана целесообразность использования растительных добавок в молочных продуктах с целью повышения их биологической ценности.*

*Results of researches are resulted on development and an estimation of quality of a new kind of the sour cream made of sour cream with addition of paste from carrots and impurity of wheaten germs. Influence of the given additive for the term of a retentivity of the developed product is investigated. The expediency of use of vegetative additives in dairy products with the purpose of increase of their biological value is proved.*

**Постановка проблеми у загальному вигляді.** Виробництво молочних продуктів постійно збільшується, підвищуються вимоги до їх якості. Тому актуальним питанням є необхідність покращення харчування шляхом збільшення випуску молочної продукції, збалансованої за хімічним складом та біологічно цінної. З метою більш раціонального використання молочних продуктів повинно також вирішувати-