

## RESEARCH SACCHARIFICATION PROCESS IN SYRUP PRODUCTION

I. Karpovych, I. Krapivnytska, O. Bruk  
National University of Food Technologies

Key words:	ABSTRACT
Saccharification Enzymes Glucoamylase Glucose solution Glucose equivalent	Over decades starch syrup production in Ukraine was in the state of crisis. During this time, production of edible starch has almost decreased by 4 times. The most powerful company nowadays is JSC «Dnipro Starch and Syrup Mill» which produces native starch from corn, starch syrup, gluten, glucose, oil and food. Starch and starch products technology has recently undergone significant changes. New enzymes and types of adsorbents start to be used in production. Due to wide application of enzymes in the world glucose-fructose and edible syrups, molasses with different carbohydrate composition, starch sugar and also more than 15 kinds of glucose products have been produced.
Article history: Received 12.10.2012 Received in revised form 01.11.2012 Accepted 10.11.2012	Technologies of fructose-content syrups are based on three enzymatic reactions: saccharification starch diluting by enzyme — bacterial amylase; diluted starch saccharification by enzyme — amyloglucosidase; isomerization of glucose into fructose through glucose — izomerase. In order to study saccharification hydrolysis process after suspended impurities removal from it a series of experiments has been carried out to choose glucoamylase enzyme preparation and establish its optimal quantities, determine of the process duration.
Corresponding author: I. Karpovych E-mail: inkarp@ukr.net	Therefore, there is a need to improve starch technology using glucoamylase enzymes for saccharification glucose solution yielded from wheat.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЗЦУКРЮВАННЯ У ВИРОБНИЦТВІ ХАРЧОВОГО СИРОПУ

I.V. Карпович, I.O. Крапивницька, O.I. Брук  
Національний університет харчових технологій

*Представлено результати дослідження ефективності використання глюкоамілазних ферментних препаратів для зцукрювання глюкозного розчину, одержаного з тиелниці. Встановлено оптимальні технологічні параметри проведення процесу.*

**Ключові слова:** зцукрювання, ферментні препарати, глюкоамілаза, глюкозний розчин, глюкозний еквівалент.

Понад десятки років крохмале-патокова промисловість України перебувала в кризовому стані. За цей час майже в чотири рази скоротилось виробництво крохмалю та крохмалепродуктів. Найпотужнішим підприємством на сьогодні залишається ВАТ «Дніпровський крохмале-патоковий комбінат», який виробляє з кукурудзи нативний крохмаль, крохмальну патоку, глютен, глюкозу, олію та корми. Крім комбінату на сьогодні в Україні є ще 7 крохмальних заводів [1, 6]. Технологія крохмалю та крохмале-

продуктів за останній час зазнала значних змін. У виробництві почали застосовуватись нові ферментні препарати та види адсорбентів. Тому з'явилась необхідність удосконалення технології крохмалепродуктів [6].

В Україні асортимент цукристих крохмалепродуктів є досить обмеженим, а сировина залишається традиційною — кукурудза. В той же час Україна має величезні посівні території з придатними ґрунтово-кліматичними умовами для вирощування пшениці. З урахуванням обсягів виробництва та цін на пшеницю шостого класу, масової частки в ній крохмалю, використання такої пшениці як нетрадиційної сировини є досить перспективною [2].

Продукти гідролізу крохмалю займають особливе місце в асортименті цукристих крохмалепродуктів, які одержують шляхом гідролізу [6, 7].

Завдяки широкому застосуванню ферментних препаратів у світі отримують глюкозно-фруктозні та харчові сиропи, патоки з різним вуглеводним складом, крохмальний цукор, а також понад 15 видів глюкозних продуктів [1].

Технології виробництва фруктозовмісних сиропів базується на трьох ферментативних реакціях: розріджування крохмалю за допомогою ферменту — бактеріальної амілази; зцукрювання розрідженого крохмалю за допомогою ферменту — амілоглюкозидази; ізомеризації глюкози у фруктозу під дією глюкоізомерази.

В процесі зцукрювання відбувається накопичення низькомолекулярних сахаридів під дією глюкоамілази, яка розщеплює  $\alpha$ -1,4,  $\alpha$ -1,6 та  $\alpha$ -1,3-глікозидні зв'язки. Гідроліз глюкоамілазою  $\alpha$ -1,6-глікозидних зв'язків відбувається тільки у випадку, коли за  $\alpha$ -1,6-зв'язком слідує  $\alpha$ -1,4-зв'язок. Механізм гідролізу — множинна атака, тобто послідовний гідроліз кількох глікозидних зв'язків в одній молекулі субстрату [3, 4].

З метою дослідження процесу зцукрювання гідролізату після видалення з нього завислих домішок було проведено ряд дослідів з метою вибору глюкоамілазного ферментного препарату та встановлення його оптимальної кількості, визначення тривалості проведення процесу.

Нині існує велика кількість ферментних препаратів другого покоління, які відрізняються високою чистотою та термостабільністю [2, 3].

Для проведення процесу зцукрювання було проведено дослідження з високоочищеними ферментними препаратами Amilo 300 (комплексний ферментний препарат фірми Novo Nordisk, що містить глюкоамілазу, грибову  $\alpha$ -амілазу і бактеріальну нейтральну протеїназу. Взаємодія цих ферментів забезпечує найкращі результати зцукрювання. Оптимум дії: температура 55...65 °С; рН 5,0...6,0; кількість ферментного препарату — 0,8...1,2 л на одну тону крохмалю) та SAN-Супер 240 L (фірми Янке — рідка амілоглюкозидаза, отримана із селективного штаму Asp. niger і є аналогом SAN-Супер. Цей ферментний препарат каталізує гідроліз як  $\alpha$ -D-1,4, так і  $\alpha$ -D-1,6 глюкозних зв'язків крохмалю, декстрину або мальтози в глюкозу. Amilo 300 має дуже низьку реверсну активність, яка допускає високий вихід глюкози. Активність ферментного препарату виражається в АГІ/мл. АГІ одиниця — це кількість ферменту, яка утворює один мікромоль декстрази за одну хвилину при стандартних умовах методу. Оптимальні параметри: рН 4,5; температура 60 °С; доза — 17600 АГІ/кг сухих речовин крохмалю. Фермент 6 місяців зберігає більше 90 % своєї активності при температурі 20 °С або нижче), які використовуються в спиртовій промисловості.

Пшеничну суспензію з концентрацією 25 % розріджували у дві стадії з використанням ферментного препарату Termamyl 120 L у кількості 2,5 од.АА/г крохмалю до досягнення глюкозного еквіваленту 20 %. Процес проводили за оптимальних для дії ферментного препарату умов. Після цього рН гідролізату доводили до 4,5 і розділяли на дві однакові проби. Першу пробу відфільтровували і далі проводили процес зцукрювання при температурі 60 °С з використанням глюкоамілази SAN-Супер 240 L. Другу пробу без фільтрування направляли на зцукрювання і визначали в отриманому глюкозному розчині загальний вміст білкових речовин та його забарвленість. Встановлено, що у глюкозному розчині з відділенням твердої фази до зцукрювання загальний білок складає 2,35 %, без відділення твердої фази — 4,23 %.

Для встановлення основних технологічних параметрів процесу зцукрювання використовували відфільтрований глюкозний розчин, отриманий після розріджування пшеничної суспензії, в який додавали ферментні препарати, в кількості від 1,0 до 5,0 од. ГлА/г крохмалю. Зцукрювання проводили при температурі 60 °С та рН 4,5 протягом 72 годин.

З результатів, представлених на рис. 1., видно, що при використанні ферментного препарату Amilo 300 в кількості 3,0...4,0 од.ГлА/г крохмалю глюкозний еквівалент становить лише 89...90 %. Збільшення витрат ферментного препарату до 4,5... 5,0 од.ГлА/г крохмалю не призводить до суттєвого підвищення величини глюкозного еквіваленту.

Аналіз процесу зцукрювання гідролізату (рис. 1.) показує, що при використанні ферментного препарату САН-Супер 240 L досягається більш високий глюкозний еквівалент (93...95 %).

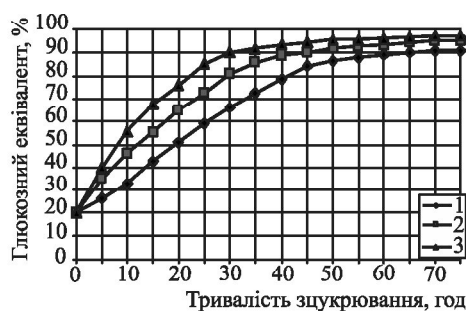
Отже, для проведення подальших досліджень доцільним є використання ферментного препарату САН-Супер 240 L, який гарантує отримання глюкозного сиропу з більш високим глюкозним еквівалентом.

На тривалість процесу зцукрювання значний вплив має кількість ферментного препарату, що додається в розчин.

На рис. 2 представлено кінетику зцукрювання гідролізату за різної кількості ферментного препарату САН-Супер 240 L. Як видно з наведених даних величина глюкозного еквіваленту досягає 93...95 % вже через 65...70 годин від початку зцукрювання.



**Рис. 1.** Залежність величини глюкозного еквіваленту глюкозного розчину від кількості доданого глюкоамілазного ферментного препарату:  
1 — Amilo 300; 2 — САН-Супер 240 L



**Рис. 2.** Кінетика зцукрювання гідролізату за різної кількості ферментного препарату САН-Супер 240 L, од.ГлА/г крохмалю:  
1 — 2,5; 2 — 3,5; 3 — 4,5

Специфічна дія глюкоамілазного ферментного препарату САН-Супер 240 L дозволяє значно скоротити тривалість процесу зцукрювання та одержати гідролізат з високим значенням глюкозного еквіваленту.

Встановлено, що при додаванні ферментного препарату в гідролізат в кількості 2,5 од.ГлА/г крохмалю тривалість процесу зцукрювання становить 75 годин, а величина глюкозного еквіваленту при цьому досягає лише 90 %. Збільшення кількості ферментного препарату до 4,5 од.ГлА/г крохмалю скорочує процес зцукрювання до 65 год з досягненням величини глюкозного еквіваленту 95 %, однак це є економічно не доцільним. За витрат ферментного препарату САН-Супер 240 L в кількості 3,5... 4,0 од.ГлА/г крохмалю при температурі 60 °С відбувається скорочення тривалості процесу зцукрювання на 4...5 год, вміст ГЕ при цьому становить 93...95 %.

Отже, на підставі отриманих результатів доцільно використовувати ферментний препарат в кількості 3,5 од. ГлА/г крохмалю, що призводить до скорочення тривалості процесу зцукрювання на 4,0...5,0 год.

**Література**

1. *Гرابовська О.В.* Розвиток наукових основ, розроблення та удосконалення технології цукристих крохмалепродуктів Дис. д-р техн. наук: 05.18.05. — К.: НУХТ, 2006. — 320 с.
2. *Башта А.О.* Розроблення технології високоцукреної патоки із пшениці. Дис. канд. техн. наук: 05.18.05. — К.: НУХТ, 2007. — 258 с.
3. *Крутошикова А.Н., М. Угер.* Подслащивающие вещества в пищевой промышленности / Под ред. предисл. И.Ф. Бугаенко. — М.: Агропромиздат. — 1988. — 158 с.
4. *Архипович Н.А.* Общая технология сахаристых веществ. — К.: Вища школа, 1970. — 518 с.
5. *Галкина Г.В.* Использование ферментов в производстве патоки и других крахмалопродуктов / Г.В.Галкина, Т.А. Ладур. // М.: ЦНИИТЭИпищепром — 1964. — 35 с.
6. *Лагода В.А.* Розроблення способу одержання глюкозно-фруктозного сиропу із пшениці / В.А.Лагода, І.В.Карпович, Н.І.Штангеева, В.О. Маринченко // Наукові праці УДУХТ. — 2000. — № 7. — С.95 – 99.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОСАХАРИВАНИЯ  
В ПРОИЗВОДСТВЕ ПИЩЕВОГО СИРОПА**

**И.В. Карпович, И.А. Крапивницкая, О.И. Брик**  
*Национальный университет пищевых технологий*

*Представлены результаты исследований эффективности использования глюкоамилазных ферментных препаратов для осахаривания глюкозного раствора, полученного с пшеницы. Определены оптимальные технологические параметры проведения процесса.*

**Ключевые слова:** *осахаривание, ферментные препараты, глюкоамилаза, глюкозный раствор, глюкозный эквивалент.*