

## **ФРАКЦІЙНИЙ СКЛАД ТА БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ БІЛКІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**

Азотисті сполуки харчової сировини, до складу яких у переважаючій кількості входять білки, амінокислоти, рослинні основи, є найважливішим компонентом їжі людини. Потреба живого організму в цих сполуках залежить від віку, статі, характеру трудової діяльності. В організмі здорової людини має існувати рівновага між кількістю тих білків, що надійшли, і тих, що виділились з продуктами розкладу. Тому для оцінки білкового обміну введено поняття азотного балансу [1]. В молодому організмі йде накопичення білкової маси і рівновагу азотного балансу зміщено в позитивну сторону – кількість азоту, що надійшла з їжею, переважає кількість виведеного з організму. У людей старшого віку, ослаблених та хворих, при недостатці в раціоні харчування білків, незамінних амінокислот, вітамінів спостерігається негативний азотний баланс. При його тривалій дії організм гине.

Результати власних досліджень, аналіз експериментальних даних зарубіжних та вітчизняних дослідників показав, що в цукрових буряках – однієї із найважливіших сільськогосподарських культур України – частка білкового азоту складає 55...62 % до загальної маси азотистих сполук.

Відомо, що біологічна цінність продукту визначається не лише вмістом у ньому білка, а й його якістю. Найважливіший показник якості білка – перетравлюваність, тобто здатність його гідролізуватись ферментами шлунково-кишкового тракту. Цю властивість вивчають методами *in vitro* та *in vivo*. Відомі методи визначення перетравлюваності білків *in vitro* добре узгоджуються з даними, отриманими *in vivo* [2]. Визначення *in vitro* широко використовується

для порівняльної характеристики харчових продуктів одного типу, в тому числі і рослинної сировини, тому ми і використали цей метод при з'ясуванні біологічної цінності цукрових буряків.

В роботі було використано продукти низькотемпературного сушіння цукрового буряка, моркви, амаранту та білків молока як стандартного субстрату. Перетравлюваність визначали таким чином. За розробленим фотоколориметричним методом [3] знаходили масову частку білка до і після ферментативного гідролізу. Різниця між цими величинами являє собою кількість гідролізованого білка. Відношення цієї кількості до вихідного вмісту білка, виражене у відсотках, характеризує перетравлюваність білка.

Умови протеолізу, визначені в результаті підбору фермент-субстратного співвідношення, оптимальна тривалість проведення реакції такі. До наважки досліджуваного кріоматеріалу додавали водний розчин пепсину, підкисленого HCl до рН 2, в концентрації фермент : субстрат 1 : 12,5. Тривалість гідролізу – 3 години, температура 37,5 °С. Після зазначеного часу фермент інактивували додаванням 20 % ТХУ. Проби витримували ще деякий час. Потім їх центрифугували для найповнішого осадження білків і визначали в центрифугах вміст білка. Перетравлюваність трипсином знаходили таким же чином, приливаючи до наважки зразка 1%- ний розчин ферменту в 0,05 М фосфатному буфері рН 7,0. Потім визначали ступінь пептидазного гідролізу.

Виявилось, що білки буряків відзначаються високою біологічною цінністю, а за амінокислотним складом (табл. 1) наближаються до білків тваринного походження. Про це свідчать отримані нами результати вивчення гідролізу білків буряків після низькотемпературного зневоднення, у порівнянні зі стандартним білком молока та легкоперетравними білками зерна амаранту і моркви.

Результати досліджень виражали в ммоль NH<sub>2</sub> на 1 г білка.

Таблиця 1

Кількість гідролізованих *in vitro* білків сублімованих матеріалів

Вид кріоматеріалу	Стадія протеолізу							
	пепсинова	$\sigma_{\pm}$	трипсинова	$\sigma_{\pm}$	пептидазна	$\sigma_{\pm}$	загальний протеоліз	$\sigma_{\pm}$
Білки молока (контроль)	3,50	0,76	11,24	0,39	15,27	0,34	30,01	1,46
Буряк	3,14	0,34	11,19	1,44	15,04	0,19	29,37	0,94
Зерно амаранту	1,22	0,14	11,07	0,56	16,52	2,32	28,81	1,16
Морква	2,65	0,82	11,04	0,48	14,92	0,11	28,61	0,32

З наведених даних видно, що на всіх стадіях протеолізу перетравність білків буряка дуже мало відрізняється від аналогічних показників для контрольного білка – молока і дещо переважає показники для амаранту і моркви. Тому білки буряка при надходженні в організм людини в шлунково-кишковому тракті під дією протеолітичних ферментів легко розпадатимуться до амінокислот і всмоктуватись в кров.

Щоб максимально зберегти в готовому продукті весь нативний біокомплекс сировини, обробку буряків треба проводити в найбільш щадних технологічних умовах.

При переробленні білокмістких матеріалів традиційними тепловими методами білки зазнають небажаних різноманітних перетворень, котрі погіршують їх властивості, змінюючи, зокрема, здатність до гідратації. Має місце деструкція полімерів, втрата летких ароматичних сполук, модифікація текстури, збільшення нерозчинного білкового залишку, котрий не засвоюється організмом людини.

У крохмалистій сировині після термічного оброблення спостерігається утворення білково-крохмальних комплексів, що не перетравлюються протеолітичними ферментами. Це пов'язано з підвищенням ступеню агрегації і денатурації білків і залежить від інтенсивності утворення міжмолекулярних ковалентних S-S-зв'язків в результаті окислення SH-груп.

Відомо, що за розчинністю у різних системах білкові сполуки поділяються на альбуміни, глобуліни, проламіни та глютеліни. Альбуміни – водорозчинні білки – характеризуються найбільшою харчовою та біологічною цінністю. Вони з мінімальними витратами енергії перетворюються в організмі людини та найбільш збалансовані за амінокислотним складом. Глобуліни – солерозчинні білки – також відзначаються високою біологічною цінністю, але здебільшого лімітовані за сіркомісткими амінокислотами. В спирто- та лужнорозчинних фракціях білків (глютеліни та проламіни) відсутні деякі незамінні амінокислоти, вони важче піддаються дії протеолітичних ферментів і своєю присутністю знижують біологічну цінність харчових продуктів.

В літературі відсутні дані щодо фракційного складу білків буряків, тому такі дослідження було проведено в цій роботі. Білкові сполуки буряків за розчинністю у різних середовищах фракціювали таким чином: масу тонко подрібнених коренеплодів екстрагували відповідними розчинниками при кімнатній температурі та перемішуванні відповідно до умов, наведених в табл. 2. Витяжки отримували на центрифугі протягом 15 хвилин при 6000 об/хв. Осад промивали і промивними водами доводили об'єм кожної витяжки до 150 см<sup>3</sup>. Вміст білкових речовин буряка визначали у відповідних витяжках та в осаді після останнього екстрагування за розробленим нами методом, заснованим на біуретовій реакції.

Таблиця 2

Умови фракціонування білків буряка

Умови аналізу	Фракції білкових сполук			
	альбуміни	глобуліни	глютеліни	проламіни
Розчинники	вода	1 М NaCl у 0,1 М фосфатному буфері (рН 6,8)	0,1 н NaOH	70 % етиловий спирт
Бурякова ма-са: розчинник	1 : 3	1 : 3	1 : 2,5	1 : 2,5
Час екстрагування, хв.	60	60	60	60

Отримані результати фракційного складу білків буряка за розчинністю у різних розчинниках наведено в табл. 3.

Таблиця 3

Фракційний склад білків бурякаів

Фракція білка	Масова частка фракціонованих білків, % від загального білка	$\sigma \pm$
Водорозчинна (альбуміни та легкорозчинний глобулін)	44,4	0,36
Солерозчинна (важкорозчинні глобуліни)	23,9	0,89
Лужнорозчинна (глютеліни)	10,4	0,17
Спирторозчинна (проламіни)	3,06	0,44
Нерозчинний залишок	18,1	0,67

Результати таблиці ще раз підтверджують доцільність отримання харчових добавок з буряків, оскільки їхні білкові сполуки майже на 70,0 % представлені легкорозчинними компонентами високої біологічної цінності.

Виявлено зміну властивостей білків буряків під дією різних температур, що впливає, перш за все, на їхню біологічну цінність, одним із основних показників якої є перетравність білків протеолітичними ферментами шлунково-кишкового тракту. Результати показали, що найбільш доступними дії цих ферментів є легкорозчинні білкові фракції після заморожування буряків рідким азотом. Нерозчинний білковий залишок ні пепсином, ні хімотрипсином не розщеплюється.

Швидкість ферментативного гідролізу білків оцінювали за величиною приросту оптичної густини гідролізатів, визначеною на спектрофотометрі СФ-16 при довжині хвилі 280 нм. На рисунку наведено результати визначення густини гідролізатів водорозчинної фракції білка буряків після низькотемпературного і теплового сушіння. Контроль – білки свіжих буряків.

Із кривих рисунка видно, що білок буряків після низькотемпературного сушіння перетравлюється навіть краще, ніж білок свіжих буряків. Причина полягає в тому, що під дією низьких температур частина білків з нерозчинного переходить у розчинний стан. Ймовірно, що у свіжих буряках завдяки певному

вмісту зв'язаної води білкові молекули міцно агреговані і цей стан ускладнює розщеплення білків ферментами. Температурний шок, котрому піддаються

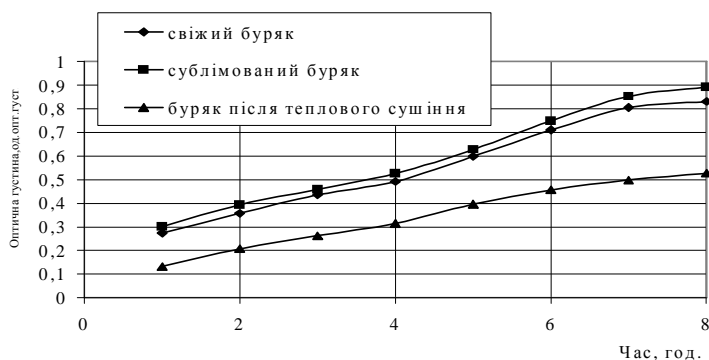


Рис. Кінетика гідролізу білків буряків ферментами

клітини матеріалу при швидкому зниженні температури, сприяє руйнуванню цих агрегатів, вивільненню значної кількості білкових молекул, їх частковій деструкції і збільшенню числа вільних амінокислот, що загалом підвищує

біологічну цінність отриманих кріопродуктів.

Після теплового сушіння, навпаки, в декілька разів збільшується частка нерозчинного білкового залишку і ступінь розщеплення білка таких продуктів різко падає. Особливо це виявляється на стадії хімотрипсिनного гідролізу, моделюючого процесу, що відбуваються в тонкому кишечнику. В цьому випадку значення перетравності білка свіжого буряка і висушеного тепловим способом відрізняється в 2,5...2,7 рази.

**Висновки.** Білки цукрових буряків відзначаються високою біологічною цінністю, зумовленою переважаючим вмістом водо- та солерозчинної фракцій, які характеризуються найкращою збалансованістю за амінокислотним складом та перетравлюються в організмі людини протеолітичними ферментами з мінімальними витратами енергії. Одним із засобів підвищення біологічної цінності біокомпонентів цукрових буряків є їх перероблення при температурах, нижчих нуля.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Покровский А.А. Роль биохимии в развитии науки о питании: Некоторые закономерности ассимиляции пищевых веществ на уровне клетки и целостного организма. – М.: Наука, 1974.

2. Методы белкового и аминокислотного анализа растений / Под ред. В.Г. Канарева. - Л.: Из-во Ленинградского университета, 1973.

3. Рева Л.П., Симахина Г.А. Быстрый метод количественного определения белков в соках сахарного производства // Реф. сб. "Сах. пром-сть". - М.: ЦНИИТЭИпищепром, 1982. - Вып.1.

*Надійшла до редколегії 28.10.99 р.*