

Біологічна цінність зеленої маси буряків

Сімахіна Галина Олександрівна

д.т.н., професор, завідувач кафедри технології оздоровчих продуктів,

Стеценко Наталія Олександрівна

к.х.н., доцент кафедри технології оздоровчих продуктів
Національного університету харчових технологій

Буряк звичайний (*Beta vulgaris* L. родини мареві *Chenopodiaceae*) є добре знаною сільськогосподарською рослиною. Його було окультурено в давні часи. Як лікарська рослина буряк відомий ще за 1500-2000 років до нашої ери у Вірменії, Ірані. У Київській Русі його почали вирощувати як овочеву рослину у X-XI століттях. На початку XIX ст. буряк стали використовувати як сировину для отримання цукру. Культурний буряк звичайний поділяють на 2 підвиди *ssp. cicla* – мангольд, який використовують як листовий овоч, та *ssp. esculenta* – коренеплідний буряк. Його різновиди – буряк столовий *Beta vulgaris* var *conditiva*, буряк цукровий *Beta vulgaris* var *saccharifera*, буряк кормовий *Beta vulgaris* var *crassa* [1].

Результати власних досліджень, аналіз експериментальних даних зарубіжних та вітчизняних учених свідчать, що в надземній частині усіх трьох підвидів буряків міститься значна частина білку (від 1,5 до 3,1%), причому вона переважає вміст білку у коренеплодах [2, 3].

Отже, білок і буряків, і їхньої надземної частини може стати істотним джерелом протеїну в раціоні харчування людини, зважаючи на ту величезну увагу, котра приділяється сьогодні проблемам пошуку нових джерел білку, виділення легкозасвоюваних високобілкових композицій із рослинної сировини традиційних і нетрадиційних для харчової промисловості видів.

Тому метою цієї роботи є вивчення протеїнового складу надземної частини буряків та здатності білків до перетравлювання в умовах, що моделюють процес у шлунково-кишковому тракті людини.

Установлено, що білки буряків відзначаються високою біологічною цінністю, а за амінокислотним складом наближаються до білків тваринного походження. Про це свідчать отримані нами результати вивчення гідролізу білків буряків, у порівнянні зі стандартним білком молока (таблиця 1). Результати досліджень виражали в ммоль NH₂ на 1 г білку.

Таблиця 1. Кількість гідролізованих *in vitro* білків надземної частини буряків

Вид матеріалу	Стадія протеолізу			
	Пепсинова	Трипсинова	Пептидазна	Загальний протеоліз
Буряк цукровий	3,08±0,26	11,48±1,22	15,78±0,09	30,34±0,92
Буряк кормовий	2,65±0,76	11,02±0,54	14,80±0,14	28,47±0,48
Буряк столовий	2,32±0,14	10,36±0,62	13,94±0,38	26,62±0,09
Білки молока (контроль)	3,66±0,12	12,10±0,34	15,32±0,09	31,08±0,22

З таблиці 1 видно, що білки надземної частини буряків усіх підвидів відзначаються досить високим ступенем перетравлюваності, зіставним із перетравлюваністю контрольного білку – молока (78...82%).

Разом з тим виявлено, що на всіх стадіях протеолізу до білків молока за ступенем перетравлюваності максимально наближаються білки цукрового буряку. Загалом білки надземної частини буряку при надходженні в організм людини в шлунково-кишковому тракті під дією протеолітичних ферментів легко розпадатимуться до амінокислот і повністю всмоктуватимуться в кров.

Амінокислотний склад білків надземної частини буряків відзначається широким спектром компонентів. Результати представлено в таблиці 2. Згідно з даними таблиці, білок надземної частини досліджених видів буряків містить усі незамінні амінокислоти, котрі підтримують в організмі людини азотну рівновагу і без яких неможливе нормальне його функціонування. На їхню частку припадає близько третини усіх амінокислот буряку.

Значну кількість амінокислот складає метіонін (5,065 г/100 г – для надземної частини цукрових буряків, 4,526 г/100г – для кормових буряків, 3,773 г/100г – для столових), котрий постачає організм сіркою, запобігає ожирінню печінки, бере участь у синтезі холіну, вітаміну B₁₂, фолієвої кислоти, адреналіну.

Таблиця 2. Амінокислотний склад білків надземної частини буряків (г/100 г білку)

Амінокислоти	Матеріали		
	Буряк цукровий	Буряк кормовий	Буряк столовий
Валін	1,557	1,089	1,240
Ізолейцин	5,856	2,727	2,315
Лейцин	2,275	сліди	1,920
Лізин	2,11	0,580	1,340
Метіонін	5,065	4,526	3,773
Цистин	0,010	-	-
Сума сірковмісних	5,075	4,526	3,854
Треонін	3,288	0,958	1,465

Фенілаланін	2,628	3,388	2,040
Тирозин	5,278	3,292	3,450
Сума ароматичних	8,273	6,680	7,640
Триптофан	2,844	1,117	1,324
Аланін	5,935	2,613	3,152
Аргінін	9,352	9,679	6,670
Аспарагінова к-та	9,237	3,022	5,040
Гістидин	5,196	4,079	2,583
Гліцин	3,526	1,348	5,470
Глютамінова к-та	14,045	12,987	12,322
Пролін	21,123	20,966	34,514
Срїин	3,959	1,347	7,244

Тирозин на сьогодні вважається одним із найефективніших засобів боротьби зі стресом, депресіями, втому. Резерви нейромедіаторів, що допомагають людині справлятися зі стресом, – зокрема адреналіну та норадреналіну – величезною мірою залежать від наявності тирозину.

Загальний вміст сірковмісних амінокислот у надземній частині цукрових та кормових буряків дещо вищий, ніж у моркві (4,412 г/100 г), і втричі більший, ніж у зернових, наприклад зерні амаранту (1,685 г/100 г). Це узгоджується з відомими літературними даними щодо того, що у більшості зернових, бобових, картоплі сірковмісні кислоти становлять усього 50...60% оптимальної кількості.

Високим є вміст ізолейцину, особливо у надземній частині цукрових буряків – 5,856 г/100 г. Ця амінокислота відповідає за збереження м'язів, і її називають «паливом для м'язів». Вона та інші амінокислоти з розгалуженими ланцюгами захищають тканини м'язів від розпаду, що є частиною природного обміну речовин.

У ряду всіх визначених амінокислот за вмістом на третьому місці знаходиться аргінін (майже 10 г/100 г). Він ефективно підвищує імунний захист організму, знижує рівень холестерину.

Глютамінова кислота – складова білку, присутня в організмі у найбільших кількостях. Деякі учені вважають, що вона також є найбільш важливою. З даних таблиці 2 видно, що у надземній частині буряків вміст глютамінової кислоти майже найвищий, особливо у цукрових буряках. Значущість глютамінової кислоти для живого організму – в тому, що вона є найкращим джерелом азоту, а це – основна умова позитивного азотного балансу. Лише небагато препаратів, які використовуються в медицині, можуть зрівнятися із глютаміновою кислотою за широтою спектру дії – від лікування шлунково-кишкових хвороб до зняття наркотичної залежності [4].

Аналогічну характеристику можна надати й іншим амінокислотам. Загальний висновок один – надземна частина всіх досліджених видів буряків відзначається істотною біологічною цінністю, і це підтверджує можливість розглядати її як багате нетрадиційне джерело харчового протеїну.

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 сірковмісними 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.

У літературі відсутні дані щодо фракційного складу білків надземної частини буряків, тому такі дослідження було проведено в цій роботі.

Отримані результати фракційного складу білків надземної частини цукрового буряку за розчинністю у різних розчинниках наведено в таблиці 3.

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

Таблиця 3. Фракційний склад білків надземної частини цукрового буряку

Фракція білку	Масова частка фракціонованих білків, % від загального вмісту білку
Водорозчинна (альбуміни)	46,8 ± 0,24
Солерозчинна (глобуліни)	26,0 ± 0,73
Лужнорозчинна (глютеліни)	9,7 ± 0,28
Спирторозчинна (проламіни)	4,1 ± 0,56
Нерозчинний залишок	13,4 ± 0,57

Надземна частина буряків є сезонною сировиною, тому для забезпечення виробництва протеїновмісних композицій упродовж року необхідно зробити достатні запаси вихідних матеріалів. Для цього використовують один із відомих методів консервування. Щоб максимально зберегти в готовому продукті весь нативний біокомплекс сировини, оброблення надземної частини буряків треба проводити в найбільш щадних технологічних умовах.

При переробленні білковмісних матеріалів традиційними тепловими методами білки зазнають небажаних різноманітних перетворень, котрі погіршують їх властивості, змінюючи, зокрема, здатність до гідратації. Відбувається деструкція полімерів, втрата летких ароматичних сполук, модифікація текстури, збільшення нерозчинного білкового залишку, котрий не засвоюється організмом людини. У крохмалістій сировині після термічного оброблення спостерігається утворення білково-крохмальних комплексів, що не перетравлюються протеолітичними ферментами. Це пов'язано з підвищенням ступеня агрегації і денатурації білків і залежить від інтенсивності утворення міжмолекулярних ковалентних S-S-зв'язків у результаті окиснення SH-груп. Тому найбільш придатним способом зневоднення надземної частини буряків є її низькотемпературне сушіння при температурах, нижчих від 20 °C [5].

Цікаві дані отримано у дослідженнях із перерозподілу фракційного складу білків надземної частини цукрових буряків при різних температурних методах її оброблення. Їх наведено у таблиці 4 у зіставленні з контрольним зразком – білками свіжої надземної частини буряків.

З даних таблиці видно, що після високотемпературного оброблення надземної частини буряків частка нерозчинного залишку зростає майже у чотири рази, істотно знижуючи біологічну цінність білків і продуктів, отриманих на його основі.

Виявлено зміну і інших властивостей білків надземної частини буряків під дією різних температур. Температура сушіння впливає передусім на біологічну цінність, одним із основних показників якої є перетравлюваність білків протеолітичними ферментами шлунково-кишкового тракту. Результати показали, що найбільш доступними для дії цих ферментів є легкорозчинні білкові фракції надземної частини буряків після низькотемпературного сушіння. Швидкість ферментативного гідролізу білків оцінювали за величиною приросту оптичної густини гідролізатів водорозчинної фракції білку надземної частини буряків після низькотемпературного і теплового сушіння, визначеною на спектрофотометрі СФ-16 при довжині хвилі 280 нм. Контроль – білки свіжої надземної частини буряків.

Отримані дані показали, що білок надземної частини буряків після низькотемпературного сушіння перетравлюється навіть краще, ніж білок свіжої маси. Причина полягає в тому, що під дією низьких температур частина білків із нерозчинного переходить у розчинний стан. Ймовірно, що у свіжій масі буряків внаслідок певного вмісту зв'язаної води білкові молекули міцно агреговані, і цей стан ускладнює розщеплення білків ферментами. Температурний шок, якому піддаються клітини матеріалу при швидкому зниженні температури, сприяє руйнуванню цих агрегатів, вивільненню значної кількості білкових молекул, їх частковій деструкції і збільшенню числа вільних амінокислот, що підвищує біологічну цінність отриманих продуктів [5].

Таблиця 4. Перерозподіл фракційного складу білків надземної частини цукрового буряку при різних методах оброблення

Умови експерименту	Масова частка фракцій білків, % від загальної маси білку				
	Водорозчинна	Солерозчинна	Лужнорозчинна	Спирторозчинна	Нерозчинний залишок
Свіжа надземна частина буряків	46,8	26,0	9,7	4,1	13,4
Надземна частина буряку при зберіганні (4...8 °С) протягом 7 діб	44,0	25,2	9,4	3,6	17,8
Надземна частина буряку після низькотемпературного сушіння (0...25 °С)	42,2	24,0	8,6	3,8	21,4

Надземна частина буряку після теплового сушіння (100...110 °С)	27,4	13,6	7,8	3,0	48,2
--	------	------	-----	-----	------

Після теплового сушіння, навпаки, в декілька разів збільшується частка нерозчинного білкового залишку, і ступінь розщеплення білку таких продуктів різко падає. Особливо це виявляється на стадії хімотрипсिनного гідролізу – моделі процесів, які відбуваються в тонкому кишечнику. В цьому випадку значення перетравності білку свіжої маси буряку і висушеної тепловим способом відрізняється в 2,5...2,7 рази.

Висновки. Білки надземної частини усіх досліджених видів буряків відзначаються високою біологічною цінністю, зумовленою переважним вмістом водо- та солерозчинної фракції, які характеризуються найкращою збалансованістю за амінокислотним складом та перетравлюються в організмі людини протеолітичними ферментами з мінімальними витратами енергії. Одним із способів підвищення біологічної цінності біокомпонентів надземної частини буряків є її зневоднення при температурах, що не перевищують 20 °С. При цьому зростає частка водо- та солерозчинної фракцій, зменшується вміст нерозчинного залишку, що загалом позитивно впливає на процеси засвоєння амінокислот організмом людини і їх використання на синтез власних білків.

Список використаної літератури

1. Упир Л.В. Дослідження біологічно активних речовин буряка звичайного / Л.В. Упир, В.М. Ковальов // Фізіологічно активні речовини. – 2000. – №2. – С. 82-86.
2. Петров В.А. Свекловодство / В.А. Петров, В.Ф. Зубенко. – 3-е изд., стереотипное. – М. : Колос, 2001. – 258 с.
3. Сімахіна Г.О. Розроблення та вдосконалення технологій цукристих речовин та цукромістких харчових добавок : дис. на здобуття наукового ступеня д-ра техн. наук (05.18.05) / Галина Сімахіна. – К., 1999. – 456 с.
4. Покровский А.А. Роль биохимии в развитии науки о питании : некоторые закономерности ассимиляции пищевых веществ на уровне клетки и целостного организма / Алексей Покровский. – М. : Наука, 1974. – 178 с.
5. Сімахіна Г.О. Низькі температури у технологіях оздоровчих продуктів : монографія / Г.О. Сімахіна, Н.В. Науменко. – К. : Видавництво «Сталь», 2011. – 363 с.