

КОМПЛЕКСОУТВОРЮВАЛЬНА ЗДАТНІСТЬ ХЛІБА З ПРОДУКТАМИ ПЕРЕРОБКИ ЛЮПИНУ

Арсеньєва Л.Ю., канд. техн. наук, **Бондар Н.П.**, аспірант, **Усатюк С.І.**,
канд. техн. наук

Національний університет харчових технологій

Після Чорнобильської аварії захист внутрішнього середовища організму людини від потрапляння радіоактивних речовин є однією з найактуальніших проблем екології в Україні. Радіонукліди разом з харчовими продуктами та водою потрапляють в організм і формують дозове навантаження, негативно впливаючи на стан здоров'я людини. Поряд з цим, в раціонах харчування населення України останніх років спостерігається переважання рафінованої їжі, що означає нестачу повноцінного білка та мікронутрієнтів і також завдає істотної шкоди здоров'ю людей.

Ці обставини сприяли появі та формуванню нових уявлень про оптимальне харчування, які враховують умови та стиль життя сучасної людини. Відповідно до них структура харчування та фізіологічні норми потреби людини в основних харчових речовинах були істотно змінені: зменшена добова потреба в енергії з 3000 ккал до 2400 ккал, переглянуто співвідношення тваринних та рослинних білків в щоденному раціоні, зменшена норма жирів з рівномірним розподілом між насиченими, мононенасиченими та поліненасиченими жирними кислотами, збільшена кількість добової потреби в складних вуглеводах [1, 2].

В умовах впливу іонізуючої радіації рекомендовано збільшити в раціоні кількість некрохмальних вуглеводів (пектинових речовин, харчових волокон, полісахаридів) та, навпаки, зменшити або вилучити прості вуглеводи (цукор, кондитерські вироби). Рекомендації зі збільшення вмісту складних вуглеводів обумовлено їх радіозахисними властивостями [3].

Пектинові речовини містять вільні карбоксильні групи полігалактуронової кислоти, яка входить до їх складу. Вони здатні зв'язувати в органах тра-

влення іони двох- та трьох- валентних важких металів з утворенням нерозчинних комплексів, які не всмоктуються в кишечнику і виводяться із організму. Харчові волокна (ХВ) та пектинові речовини (ПР) впливають на мінеральний обмін в організмі, здатні змінювати значення рН деяких позаклітинних рідин організму. В основі цих процесів лежать катіонообмінні властивості, що обумовлюють здатність ХВ та ПР зв'язувати та виводити з організму важкі метали, радіонукліди, пестициди, інші токсичні речовини [4].

Окрім захисних властивостей ПР та ХВ сприяють підвищенню моторики та секреторної діяльності шлунково-кишкового тракту, видільної функції кишечника. Тому введення до раціону харчування людини продуктів, що містять ХВ, сприяє підвищенню опору організму до впливу шкідливих факторів довкілля, а також попереджає розвиток таких захворювань, як цукровий діабет, ожиріння, атеросклероз, гіпертонія, ішемічна хвороба тощо.

Першочергове значення в забезпеченні організму людини ПР та ХВ належить фруктам, овочам і ягодам. Поряд з ними все більшого попиту знаходять продукти, збагачені ХВ, клітковиною. Серед таких продуктів хлібобулочні вироби заслуговують особливої уваги, як продукти щоденного вживання, і за допомогою регулювання їх хімічного складу можна впливати на стан здоров'я людей.

Хлібні вироби, особливо з сортового борошна, містять незначну кількість високомолекулярних вуглеводів (клітковини, целюлози, геміцелюлози, лігніну), оскільки вони містяться переважно в оболонці та зовнішніх шарах зерна. Тому в хлібі з борошна високих виходів їх більше. Вміст ХВ у хлібі становить 0,1-2,0 % залежно від сорту борошна, з якого він виготовлений. Порівняно високим вмістом ХВ відрізняються хлібні вироби з житнього борошна, з обойних сортів пшеничного борошна, а також вироби з пшеничними висівками.

Продукти переробки бобових в хлібопеченні переважно використовують як білкові збагачувачі виробів, оскільки вони характеризуються високим (у

порівнянні з пшеничним борошном) вмістом білка, збалансованого за амінокислотним складом. Білий харчовий люпин – одна з перспективних бобових культур. Насіння люпину є джерелом не лише повноцінного білка (до 56 % СР), ненасичених жирних кислот, а й харчових волокон (до 28 %), значна частина яких представлена пектиновими речовинами.

На кафедрі технології хліба проводяться дослідження з підвищення біологічної та харчової цінності хлібобулочних виробів шляхом їх збагачення продуктами переробки бобових (сої, гороху, люпину). Оскільки соя та горох містять значно меншу кількість ХВ у порівнянні з люпином: соя – 7,4 %, горох – 14,7 % (з яких 4,6 % приходить на пектин), представляло інтерес визначити вміст пектинових речовин (водорозчинного пектину та протопектину) в борошні з цілозмеленого насіння люпину сортів “Дієта”, “Володимир”, а також у борошні з їх солодів та дослідити комплексоутворювальну здатність хліба з цими продуктами.

Методи досліджень. Вміст пектинових речовин в борошні і солоді насіння люпину визначали за пектатом кальцію [4]. Суть методу базується на переведенні пектинових речовин в розчин, перетворенні їх в пектинову кислоту та осадженні останньої у вигляді солі кальцію, облік якої проводили ваговим способом. Даний метод дозволяє окремо визначити водорозчинний пектин та протопектин, а також врахувати їх суму.

Особливості хімічного складу насіння люпину, а саме значний уміст білка та жиру (до 12 %) зумовлюють проведення попередньої додаткової підготовки продуктів з люпину, яку проводили таким чином. Зразки знежирювали методом Соксклету, з наважки вилучали спиртом цукри і після цього екстрагували водорозчинний пектин. Залишок обробляли ферментним препаратом нейтразою (протеаза) з метою гідролізу білкових речовин, зв'язаних з протопектином, та переводу їх у водний розчин, який відділяли центрифугуванням. Подальше вилучення протопектину проводили за методикою [4].

На процес зв'язування іонів важких металів ХВ впливають ряд факторів: їх хімічна будова, розмір частинок і особливо рН середовища. Тому дослідження сорбційної здатності хліба до важких металів проводили в умовах *in vitro* при рН=2,0-2,5 та рН=8,2-8,5, яке є приблизно в шлунку та кишечнику людини. Комплексоутворювальну здатність хліба до іонів свинцю визначали за методикою, суть якої полягає в наступному.

Випікали хліб, готували суспензію з 20 г подрібненої м'якушки і 75 см³ розчину соляної кислоти з рН=2,0-2,5, ретельно розтирали і вносили 3 см³ стандартного розчину Pb(NO₃)₂, в 1 см³ якого міститься 2,0 мг свинцю. Суміш залишали на 15 хв для комплексоутворення, після чого додавали 50 см³ 0,04 % р-ну пепсину, перемішували і термостатували при температурі 37 °С протягом 1,5 години, періодично перемішуючи. Далі суміш нейтралізували і доводили рН до 8,2-8,5 1,0 н розчином NaOH, вносили фермент трипсин і також залишали на 1,5 години при тих же умовах. По закінченню термостатування суміш центрифугували 5 хв при 5000 хв⁻¹, осад двічі промивали дистильованою водою і висушували. В сухому нерозчинному залишку вміст іонів свинцю визначали методом інверсійної вольтамперометрії на твердому індикаторному електроді за допомогою аналізатора АВА-2. Здатність хліба до зв'язування іонів свинцю вираховували за різницею між введеною кількістю іонів свинцю і визначеною.

Результати та їх обговорення. Вміст пектинових речовин в борошні і солоді насіння люпину представлено в табл. 1.

Таблиця 1

Пофракційний склад ПР в борошні та солоді насіння люпину

Продукт	Водорозчинний пектин, % СР	Протопектин, % СР	Сума ПР, % СР
Борошно люпину	1,68	9,0-9,6	10,68-11,3
Солод люпину	1,75	7,2-7,7	8,95-9,45

Як видно з таблиці, борошно з солоду насіння люпину містить пектинових речовин на 16,2-20,8 % менше, ніж борошно з насіння того ж сорту, що можна пояснити особливостями технології отримання солоду, яка передбачає

відокремлення ростків та частини насінневих оболонок. З метою встановлення основного місця концентрації ПР в насініні, визначали вміст пектинових фракцій окремо – в ядрі та оболонках (табл. 2).

Таблиця 2

Пофракційний вміст ПР в складових насіння люпину

Продукт	Водорозчинний пектин, % СР	Протопектин, % СР	Сума ПР, % СР
Ядро насіння	0,88	7,10	7,98
Оболонки насіння	9,90	25,80	35,70
Ядро солоду	1,22	6,40	7,60
Оболонки солоду	12,50	24,50	37,0

Дані таблиці свідчать, що в процесі солодоращення в ядрі та оболонках насіння люпину відбувається збільшення кількості водорозчинного пектину на 38,6 % та 26,3 % відповідно та зменшення кількості протопектину на 9,8 % та 5 % відповідно. Вказаний перерозподіл фракцій відбувається під дією пектолітичних ферментів та внаслідок неферментативних гідролітичних процесів під час пророщування насіння. Обидві фракції пектинових речовин сконцентровані переважно в оболонці – 82-83 %, і лише 17-18 % - в ядрі насіння.

Таким чином, доведена можливість при використанні борошна з цілозмеленого насіння збагатити хліб не лише повноцінним білком, а й харчовими волокнами. Споживання цих виробів буде сприяти поліпшенню стану здоров'я населення, особливо людей з розладами травлення, ожирінням та цукровим діабетом.

Наступним етапом роботи було проведення досліджень детоксикаційних властивостей хліба з продуктами переробки люпину. Досліджували 6 зразків хліба: контроль (хліб з пшеничного борошна 1 сорту) та хліб з добавками, які вносили в кількості 10 % до маси борошна в тісті. Використовували такі добавки: борошно з цілозмеленого насіння люпину (БЛ) сорту “Дієта”, борошно з солоду (СЛ) та борошно з екструдату солоду люпину (ЕСЛ), яке отримували на лабораторному екструдері марки “ПЭК-40х5Р”, а також для порівняння

– борошно з сої (БС) сорту “Успіх -2” та борошно з гороху (БГ) сорту “Харківський еталонний”.

Визначення комплексоутворювальної здатності хліба проводили за методикою, описаною вище та визначали за формулою:

$$КУЗ = \frac{A}{B}$$

де А – кількість свинцю, зв’язаного в нерозчинні комплекси, мг/кг;

В – внесена кількість свинцю, мг/кг.

Як показали результати досліджень, наведені в табл. 3, хліб з борошном люпину зв’язує свинцю на 56,4 % більше, ніж контрольний зразок, з борошном солоду – на 55,0 %, з борошном екструдату – на 42,2 %. Хліб з гороховим борошном зв’язує свинець на 25,3 % , з соєвим на 11,3 % більше ніж хліб без добавок. Тобто, комплексоутворювальна здатність хліба з продуктами переробки люпину у 2,3-2,7 разів більша ніж для контрольного зразку, тоді як для хліба з гороховим та соєвим борошном лише у 2,0 і 1,5 рази відповідно більша у порівнянні з контролем.

Таблиця 3

Комплексоутворювальна здатність хліба

Хліб	Внесено свинцю, мг/20 г хліба	Зв’язано свинцю хлібом	
		мг/ кг	% до внесеного
Контроль	6,0	557	32,5
10 % БЛ	6,0	1524	88,9
10 % СЛ	6,0	1500	87,5
10 % ЕСЛ	6,0	1280	74,7
10 % БГ	6,0	990	57,8
10 % БС	6,0	750	43,8

Висновок. Продукти переробки люпину (борошно, солод, екструдат солоду) є перспективною сировиною для розроблення рецептур хлібобулочних виробів підвищеної біологічної цінності. Встановлено, що люпин містить по-

над 10 % СР пектинових речовин, які, головним чином, зосереджені в оболонках насіння. Використання борошна з цілозмеленого насіння люпину та його солоду дозволяє збагатити хлібні вироби харчовими волокнами. Доведена здатність таких виробів зв'язувати та виводити з організму людини іони важких металів.

Література

1. Смоляр В.І. Формування нової концепції харчування // Проблеми харчування. – 2004. - № 3(4). – С. 8-13.
2. Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії (наказ МОЗ України 3272 від 18.11.99 р.) // Офіційний вісник. – 1999. - № 49. – С. 340-347.
3. Смоляр В.І. Оздоровче харчування (з рецептами натуропатичної кухні). – К.: Здоров'я, 1999. – 184 с.
4. Пектин. Производство и применение / Н.С. Карпович, Л.В. Донченко, В.В. Нелина и др.; Под ред. Н.С. Карповича. – К.: Урожай, 1989. – 88с.

Адреса для листування:

НУХТ 01033, Київ, вул. Володимирська, 68

Кафедра технології хліба, кондитерських, макаронних виробів та харчоконцентратів

Арсеньєва Л.Ю.

тел.: (044) 227-96-50