

# ВИКОРИСТАННЯ КАРБЮЛОЗИ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МАКАРОННИХ ВИРОБІВ ПРОФІЛАКТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ПОКРАЩАННЯ ЇХ ЯКОСТІ

*Встановлено позитивний вплив карбюлози як харчової добавки на органолептичні показники та варильні властивості макаронних виробів. Здійснено оптимізацію процесу приготування макаронного тіста. Визначено оптимальні дозування карбюлози як поліпшувача якості виробів та для створення виробів функціонального призначення. Розроблена нормативно-технічна документація на макаронні вироби з карбюлозою.*

Якість макаронних виробів та їхні функціональні властивості – це важливі фактори виробництва, які визначають споживчий попит на вироби та підвищують їх конкурентоспроможність.

Дослідження літературних джерел показало, що карбюлоза є перспективною харчовою добавкою для покращання якості виробів

та надання їм певних функціональних властивостей. Харчова карбюлоза – полісахарид природного походження, який одержують шляхом лужного гідролізу природної рослинної сировини, є ефіром целюлози та гліколевої кислоти і дозволений МОЗ України для використання в харчовій промисловості. Формула карбюлози має вигляд:  $[(C_6H_9O_4)x_1 \cdot (OCH_2-COONa)x_2]_n$ .

Реалізується карбюлоза у вигляді білого порошку без запаху та смаку із ступенем подрібнення, який становить  $0,16 \pm 0,02$  мм. При розчиненні у воді вона утворює колоїдний розчин, має добру студнеутворювальну здатність.

У Національному медичному університеті встановлені сорбційні властивості карбюлози по відношенню до радіонуклідів та важких металів [2]. Профілактичні дози карбюлози складають 1,0 – 2,5 г на добу. Доведено, що дозування 0,3% карбюлози при виробництві хліба забезпечує його лікувально-профілактичні властивості, які полягають у зменшенні накопичення радіонуклідів в організмі людини. Внесення 0,3–0,5% карбюлози до маси борошна при його використанні зниженої якості дозволяє суттєво підвищити якість хліба [1].

З огляду на вищезазначене, вивчалась можливість використання карбюлози для виготовлення макаронних виробів з метою підвищення їх якості та надання профілактичних властивостей. Актуальність цього дослідження обумовлена екологічними умовами в Україні, а також тим, що промисловість нині переробляє не макаронне, а хлібопекарське борошно, до того ж з низькими технологічними властивостями.

Дослідження проводили в лабораторних умовах, макаронні вироби виготовляли на пресі МАКМА-М. Вологість тіста у всіх дослідах становила 35%. У роботі було використане хлібопекарське борошно вищого сорту зниженої якості, яке мало вміст клейковини 26,0%, розтяжність клейковини – 22 см, показник приладу ИДК-1 – 105 од., а також дещо підвищену автолітичну активність.

Карбюлозу вносили при замішуванні тіста у вигляді колоїдного розчину в кількості 0,2%; 0,4%; 0,6%; 0,8%; 1,0%; 1,2%; 1,5% до маси борошна. Добавку замочували у всій кількості води за рецептурою з температурою 50–60 °С. Тривалість замішування тіста становила 10 хв у всіх випадках. Сирі макаронні вироби у вигляді локшини розкладали на металотканних ситах і сушили в лабораторній сушильній установці "Борисфен" при температурі 35–40 °С. Аналіз готових макаронних виробів проводили через 6–14 днів. Якість виробів досліджували за органолептичними, фізико-хімічними показниками, варильними властивостями, а також визначали міцність виробів на модифікованому приладі Строганова.

За органолептичною оцінкою (табл. 1) макаронні вироби з вмістом 0,2% карбюлози не відрізнялись суттєво від контролю, а макаронні вироби з добавкою 0,4% карбюлози мали кремовий відтінок. При використанні 0,6 – 1,5% карбюлози відмічається сірувато-кремовий відтінок макаронних виробів. Вони мають скловидний злам, менш шорстку поверхню і не мають мікротріщин.

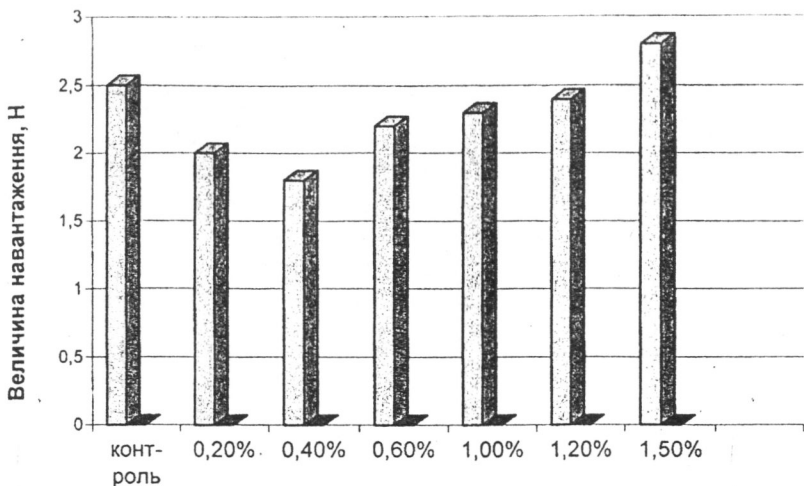
## Вплив карбюлози на якість макаронних виробів

Показники	Контроль (без добавок)	Доза карбюлози, в % до маси борошна						
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,5
Органолептичні показники:								
Колір	Білий		Кремований сірувато-кремований					
Стан поверхні	злегка шорстка		менш шорстка					
Стан злому	незначна мучнистість		скловидний					
Наявність мікротріщин	немає		немає					
Варильні властивості:								
Коефіцієнт збільшення об'єму ( $K_v$ )	1,94	1,90	1,86	1,66	2,57	2,57	2,50	2,41
Коефіцієнт збільшення маси ( $K_m$ )	1,59	1,50	1,46	1,28	1,74	1,93	1,78	1,43
Тривалість варіння, хв	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
Стан виробів після варіння	не злипаються, деякі втрачають форму		не злипаються не втрачають форму					
Перехід сухих речовин у варильну воду, %	7,0	7,0	6,8	6,6	–	7,5	–	8,6

Визначення варильних властивостей макаронних виробів при варінні за показниками коефіцієнтів збільшення маси, об'єму і перехід сухих речовин у воду показали, що після варіння вони не злипаються, добре зберігають форму, не мають стороннього смаку та запаху. Коефіцієнт збільшення маси ( $K_m$ ) та збільшення об'єму ( $K_v$ ) макаронних виробів з карбюлозою при однаковій тривалості варіння із збільшенням дозування від 0,2% до 0,6% закономірно зменшується у порівнянні з контролем. При подальшому збільшенні кількості карбюлози від 0,8% до 1,5% обидва ці показники зростають і є вищими, ніж у контрольному зразку. Вірогідно, що така залежність є наслідком утворення більш щільної структури макаронних виробів з низьким вмістом карбюлози (0,4 – 0,6%), яка сприяє збереженню форми і сповільнює їх набухання. При більшому дозуванні карбюлози, можливо, переважає ефект, який зумовлений поглинанням карбюлозою значної кількості води, що спричиняє суттєве збільшення  $K_m$  і  $K_v$ .

Перехід сухих речовин у воду при варінні зменшується при додаванні 0,4% – 0,6% карбюлози у порівнянні з контролем, а при більшому її дозуванні 1,0% – 1,5% – є вищим, ніж в контролі.

Одержані дані показують (див. рисунок), що міцність готових виробів з добавкою карбюлози 0,2 – 0,4% зменшується у порівнянні з контролем, а потім при підвищенні кількості добавки зростає, і при дозуванні 1,0–1,2% майже сягає контролю. Лише при дозуванні 1,5% карбюлози міцність готових виробів покращується у порівнянні з контролем.



### Вплив карбюлози на міцність макаронних виробів

Таким чином, аналіз макаронних виробів з карбюлозою виявив суперечливі дані стосовно їх якості: органолептичні показники, варильні властивості покращуються при дозуванні 0,4–0,6%, але втрачається міцність виробів.

Найменше знижується міцність виробів при дозуванні 1,0–1,2% карбюлози. Вироби також зберігають форму при варінні, але при цьому трохи зростає (на 0,5%) перехід сухих речовин у воду при варінні та змінюється колір виробів.

З огляду на ці залежності та враховуючи досить високу вартість добавки, можна передбачити дозування мінімальної кількості карбюлози 0,4% для покращання якості макаронних виробів та 1% – для створення виробів профілактичного призначення. Крім того, питання дозування покращуючої добавки слід уточнювати одночасно з визначенням оптимальних режимів приготування тіста.

Проведення оптимізації технологічних режимів приготування макаронного тіста на основі математичного моделювання цього процесу здійснювалось методом математичного планування багатофакторного експерименту для задач типу "Склад – технологія – властивість" (М-Т-Q). Експеримент був поставлений за Д-оптимальним планом. Керуючими факторами були вибрані вологість тіста ( $X_1$ ), температура води на заміс ( $X_2$ ) та кількість добавки ( $X_3$ ). Рівні факторів та інтервали їх варіювання, вибір яких призначався для роботи на пресах малої потужності у випадку застосування хлібопекарського борошна, наведені в табл.2. Враховуючи, що карбюлоза вноситься у вигляді водозбагачувальної суміші із всієї кількості води і добавки, останню замочували у воді з температурою, відповідною наведеній в табл. 2, термостатували необхідний час, а потім колоїдний розчин з такою ж температурою вносили у тістозмішувач.

## Рівні факторів та інтервали їх варіювання

Показники	Значення факторів		
	Вологість тіста, $x_1, \%$	Температура води, $x_2, ^\circ\text{C}$	Кількість карбюлози, $x_3, \%$
Нульовий рівень, $X_s^0$	34	60	0,4
Інтервал варіювання, $\lambda_s$	1	10	0,2
Верхній рівень, $X_s^+$	35	70	0,6
Нижній рівень, $X_s^-$	33	50	0,2

За вихідні параметри процесу були вибрані швидкість пресування ( $V_{пр}$ ), а також показники варильних властивостей макаронних виробів – коефіцієнти збільшення маси ( $K_m$ ) та коефіцієнт збільшення об'єму макаронних виробів ( $K_v$ ).

При проведенні оптимізації процесу у разі вибору за критерій оптимальності швидкості пресування макаронних виробів обмежувачими факторами мають бути показники якості макаронних виробів: стан поверхні, колір, а також міцність та стан виробів після варіння, що не повинні виходити за певні межі. Оптимізація здійснюється з метою забезпечення найкращої якості макаронних виробів. Тому за критерій оптимальності вибрано показник варильних властивостей: коефіцієнти збільшення об'єму виробів. Цей показник можна максимізувати при умові, що вироби після варіння зберігають форму, не злипаються.

Проведення експерименту та оброблення експериментальних даних (табл. 3) дало змогу отримати такі математичні моделі процесу приготування макаронного тіста (рівняння 1–3):

Таблиця 3

## Результати експерименту, проведеного за Д-оптимальним планом

№ дос-ліду	Матриця експерименту			Значення вихідних показників								
				$V_{пр}(Y_1), \text{мм} \cdot \text{с}^{-1}$			$K_m(Y_2)$			$K_v(Y_3)$		
	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$Y_1^1$	$Y_1^2$	$Y_1^{сеп}$	$Y_2^1$	$Y_2^2$	$Y_2^{сеп}$	$Y_3^1$	$Y_3^2$	$Y_3^{сеп}$
1	-1	-1	+1	7,47	7,37	7,47	1,20	1,28	1,24	1,56	1,86	1,71
2	+1	-1	-1	11,06	10,03	10,55	1,50	1,52	1,51	1,50	1,70	1,60
3	-1	+1	-1	9,09	8,07	8,58	1,70	1,58	1,64	2,14	2,23	2,19
4	+1	+1	+1	12,16	10,27	11,22	1,20	1,17	1,18	1,78	1,70	1,71
5	-1	0	0	9,89	8,17	9,03	1,18	1,30	1,24	1,30	1,50	1,44
6	+1	0	0	11,82	11,58	11,70	1,40	1,44	1,42	1,38	1,50	1,42
7	0	-1	0	10,50	8,60	9,55	1,58	1,54	1,56	1,86	1,88	1,87
8	0	+1	0	11,59	10,99	10,29	1,30	1,36	1,33	2,14	2,06	2,10
9	0	0	-1	12,28	10,30	10,97	1,60	1,58	1,59	1,63	1,88	1,75
10	0	0	+1	11,07	8,83	9,95	1,40	1,46	1,43	1,79	1,97	1,88
11	0	0	-1	11,46	10,09	10,78	1,30	1,36	1,33	1,89	1,97	1,91

$$Y_1 = 10,658 + 1,335x_1 + 0,370x_2 - 0,420x_3 + 0,297x_1x_2 + 0,087x_1x_3 + 0,105x_2x_3 - 0,264x_1^2 - 0,709x_2^2 - 0,259x_3^2 \quad (1)$$

$$Y_2 = 1,410 + 0,90x_1 - 0,115x_2 - 0,080x_3 - 0,101x_1x_2 + 0,133x_1x_3 - 0,136x_2x_3 - 0,100x_1^2 + 0,014x_2^2 + 0,079x_3^2 \quad (2)$$

$$Y_3 = 1,774 - 0,008x_1 + 0,116x_2 + 0,066x_3 - 0,158x_1x_2 + 0,029x_1x_3 - 0,138x_2x_3 - 0,311x_1^2 + 0,242x_2^2 + 0,076x_3^2 \quad (3)$$

Як свідчать отримані залежності, швидкість пресування макаронних виробів зростає із збільшенням вологості тіста та температури води, але зменшується із збільшенням дозування карбюлози у вибраних межах.

Оптимізація цих параметрів, проведена розрахунковим шляхом, показала, що  $Y_1^{\max}$  досягається при таких значеннях змінних в кодованому виразі  $X_1 = 1,000$ ,  $X_2 = 0,425$ ,  $X_3 = -0,559$  або в натуральному виразі  $X_1 = 35,0\%$ ,  $X_2 = 65^\circ\text{C}$ ,  $X_3 = 0,30\%$ .

На показники варильних властивостей дозування карбюлози впливає позитивно.

Максимальне значення  $K_v$  ( $Y_3^{\max}$ ) досягається при таких параметрах:  $X_1 = 34\%$ ,  $X_2 = 70^\circ\text{C}$  та  $X_3 = 0,6\%$ .

Таким чином, математичне моделювання та оптимізація технологічного процесу приготування макаронного тіста дозволяє зробити висновок, що обґрунтовані вище дозування карбюлози для покращання якості виробів з урахуванням вартості добавки знаходяться в оптимальних межах. Крім того, доведено, що оптимальними параметрами технологічного процесу є вологість тіста – 34% та температура води на заміс – 70°C.

На підставі проведених досліджень була розроблена та затверджена нормативно-технічна документація на макаронні вироби "Селянські", які включають рецептури виробів з використанням карбюлози як покращувача, та вироби, 100 г яких містять денну профілактичну дозу карбюлози.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Іщенко Т.І., Доценко В.Ф., Дробот В.І. Хліб з карбюлозою // Харчова і переробна промисловість. – 1993. – № 10 – С. 14.
2. Чекман І.С., Голота Л.Г., Самарская Т.Г., Самарский В.А., Нижневская И.В. Защитное действие натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы при отравлении солями металлов // Химия, медико-биологическая оценка и использование пищевых волокон : респ.науч.конф.: Тез.докл. – Одесса, 1988. – С.15–16.