

# ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ХМЕЛЮ НА МІКРОФЛОРУ ХЛІБА

**В.ЮРЧАК,**  
доктор технічних наук,  
професор  
**Н.ГРЕГІРЧАК,**  
кандидат технічних наук,  
доцент  
**В.РАК, М.ГАНЖА,**  
аспіранти  
Національний університет  
харчових технологій

Таблиця 1. Площа ураження хліба мікроорганізмами-контамінантами

Вид мікроорганізмів	Контроль (без хмелю)		Хліб із додаванням хмелю, %			
			0,04		0,08	
	загальна площа, мм <sup>2</sup>	зменшення площі ураження, %	загальна площа, мм <sup>2</sup>	зменшення площі ураження, %	загальна площа, мм <sup>2</sup>	зменшення площі ураження, %
<i>B. subtilis</i>	1043	-	932	-10,6	520	-50,1
<i>Asp. niger</i>	1691	-	1891	+11,8	1127	-33,3
<i>Pen.chrisogenum</i>	412	-	402	-2,5	284	-31,1

Використання хмелю у хлібопеченні традиційно пов'язують із застосуванням для виробництва хліба хмелевих заквасок або, як їх ще називають, хмелевих дріжджів, які у класичному варіанті в даний час не використовуються. Технологічна роль хмелю полягає у застосуванні його як антисептика для запобігання розвитку сторонньої мікрофлори у хмелевих заквасках спонтанного заквашування чи на чистих культурах мікроорганізмів [1, 2]. Відомо також, що хліб на хмелевих заквасках в меншій мірі ушкоджується пліснявою та картопляною хворобою.

Незважаючи на те, що антибіотичні властивості хмелю є доведеними, невідомо, в якій мірі затримка розвитку плісняви та картопляної хвороби зумовлена компонентами хмелю, оскільки хліб на хмелевих заквасках готувався переважно з борошна низьких сортів і мав високу кислотність, що само по собі запобігає розвитку захворювання хліба. Нами не виявлено наукових даних щодо впливу концентрації хмелю у хлібі на розвиток мікрофлори та кількісної оцінки цього впливу. Крім того, має значення хімічний склад хмелю, який істотно відрізняється для різних сортів - гірких та ароматичних. У відомих дослідженнях з використання хмелю у хлібопеченні або немає інформації про хімічний склад і сорти хмелю, або ж вона стосується гірких сортів.

У даній роботі ставилась мета вивчити й дати кількісну оцінку впливу хмелю на розвиток як контамінуючої, так і використаної у технології випікання хліба мікрофлори - молочнокислих бактерій та дріжджів. Дослідження проводили із застосуванням ароматичного сорту хмелю "Слов'янка". Вміст  $\alpha$ -кислот у ньому становив 6,0 % до СР, поліфенолів - 4,8, ефірних олій - 2,8 % до СР.

Нами встановлено, що дозування ароматичних сортів хмелю при виробництві хліба може бути збільшено до 0,08-0,10 %. У дослідах щодо впливу хмелю на мікрофлору хліба його дозування становило 0,04 і 0,08 %. Було вивчено вплив хмелю на розвиток збудника картопляної хвороби хліба *Bacillus subtilis* та пліснявілих грибків *Penicillium chrisogenum* і *Aspergillus niger*. Використовували чисті культури з колекції кафедри біотехнології мікробного синтезу НУХТУ.

Для дослідження готували суспензії п'ятидобових грибків концентрацією 106 конідій в 1 см<sup>3</sup> стерильної води та суспензію дводобових бактерій *Bacillus subtilis* концентрацією 1011 КУО в 1 см<sup>3</sup>. Випікали три зразки хліба: контроль (без хмелю), з дозуванням хмелю 0,04 і 0,08 % до маси борошна. Тісто готували безопарним способом, хміль вносили у вигляді 1-відсоткового відвару. Тривалість екстрагування становила 60 хв. Шматки хліба поміщали в чашки Петрі й стерилізували 20 хвилин в автоклаві під тиском 0,01 МПа.

Таблиця 2. Вплив відвару хмелю на розвиток мікроорганізмів

Мікроорганізми	Діаметр зони затримки росту, мм		
	Концентрація відвару хмелю, %		
	0,1	0,5	1,0
<i>E. coli</i>	-	18	30
<i>B. subtilis</i>	-	15	25
<i>S. cerevisiae</i>	-	-	-

Потім на шматки наносили по 1 см<sup>3</sup> суспензії *B. subtilis* (3 зразки), на інші 3 шматки - по 1 см<sup>3</sup> суспензії *Asp. niger* і ще на 3 відповідних зразків - по 1 см<sup>3</sup> суспензії *Pen. chrisogenum*. Зразки, заражені пліснявілими грибками, витримували в термостаті при 26 °С протягом трьох діб, а зразки, заражені *B. subtilis*, термостатували при 30 °С дві доби. Після цього вимірювали площу ушкодження.

Аналіз отриманих даних показав (рис. 1, табл. 1), що в разі використання хмелю в кількості 0,04 % до маси борошна площа ураження хліба *B. subtilis* зменшилась на 10,6 %, а при дозуванні 0,08 % - на 50,1 %. Площа ураження хліба *Pen. chrisogenum* знизилась відповідно на 2,5 і 31,1 %, а *Asp. niger* виявились більш стійкими до фунгіцидної дії хмелю: у разі його застосування в кількості 0,04 % до маси борошна площа росту міцелію навіть збільшилась на 11,8 %, проте спостерігалась затримка спороутворення, що добре видно з рисунку. При

збільшенні дозування хмелю до 0,08 % зменшення площі ураження становило 33,3 %.

Досліджували бактерицидну й фунгіцидну дію відвару хмелю на розвиток *B. subtilis*, *E. coli* та дріжджів *S. cerevisiae* дифузійним методом з використанням металевих циліндрів. Для визначення діаметрів зон затримки росту бактерій і дріжджів брали хмелевий відвар з концентрацією хмелю 0,1, 0,5 і 1,0 %. Суспензію мікроорганізмів висівали у чашки Петрі з поживним середовищем (МПА - для бактерій, сусло-агар - для дріжджів), в які ставили циліндри з 0,1 см<sup>3</sup> відвару хмелю різних концентрацій і витримували в термостаті при 30 °С упродовж 24-48 год.

Установлено, що діаметр зони затримки росту *E. coli* становив 18 і 30 мм при концентрації хмелевого відвару 0,5 і 1,0 %, для *B. subtilis* - відповідно 15 і 25 мм (табл. 2). За концентрації хмелю у відварі 0,1 % не спостерігалось зони затримки росту цих мікроорганізмів. Для дріжджів *S. cerevisiae* не виявлено негативного впливу відвару хмелю, зони затримки росту не спостерігалось.

Для регулювання технологічних процесів важливо знати дію хмелю на зміну активності мікрофлори тіста та її вплив на процеси кислотонакопичення і спиртового бродіння. Тому вплив хмелю на метаболізм дріжджів вивчали за зміною показників кислотності та газоутворення в тісті, підйомної сили та мальтозної активності пресованих дріжджів. Тісто замішували за методикою визначення підйомної сили дріжджів без хмелю, з дозуванням хмелю 0,04 і 0,08 % до маси борошна. Хміль вносили у вигляді 1-відсоткового хмелевого відвару, тривалість варіння хмелю становила 60 хвилин.

Установлено (табл. 3), що хміль у досліджуваному дозуванні практично не впливає на інтенсивність процесів газоутворення та кислотонакопичення у тісті з дріжджами. Показники підйомної сили та мальтозної активності змінюються незначною мірою. Отже, можна зробити висновок, що на активність дріжджів хміль

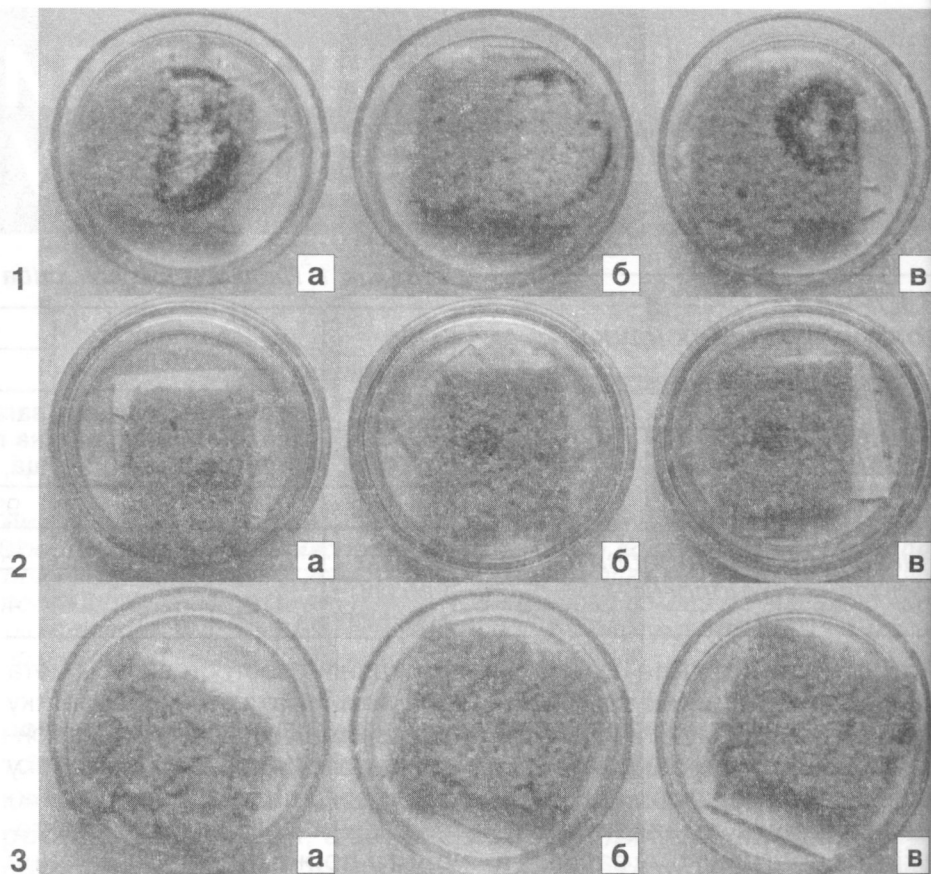


Рис. 1. Площа ураження стерильних зразків хліба чистими культурами: 1 - *Bacillus subtilis*; 2 - *Aspergillus niger*; 3 - *Penicillium chrisogenum*; а - контроль (без додавання хмелю); б - з додаванням хмелю 0,04 % до маси борошна; в - з додаванням хмелю 0,08 % до маси борошна

у дозуванні 0,04-0,08 % до маси борошна не впливає. Незначне покращення підйомної сили і мальтозної активності дріжджів, можливо, є результатом вмісту в хмелі ростових речовин: біотину, інших вітамінів, мінеральних речовин тощо.

Вивчали також вплив хмелю на мікрофлору рідких житніх заквасок, яка представлена чистими культурами дріжджів *Sacharomyces cerevisiae* та *Sacharomyces minor* і чистими культурами гомотетероферментативних молочнокислих бактерій *Lactobacillus*

Таблиця 3. Вплив хмелю на активність дріжджів

Показники	Контроль (тісто без хмелю)	Тісто з хмелем, % до маси борошна	
		0,04	0,08
Газоутворення в тісті, см <sup>3</sup> /100г			
- початкове	0	0	0
- через 1 год.	186	196	190
- через 2 год.	418	428	428
- через 3 год.	650	668	656
- через 4 год.	960	968	960
Кислотність тіста, град			
- початкова	2,8	3,0	3,2
- через 1 год.	3,4	3,4	3,8
- через 2 год.	4,0	4,6	4,8
- через 3 год.	4,8	4,8	4,8
- через 4 год.	5,0	5,0	5,0
Підйомна сила дріжджів, хв.	56	53	52
Мальтазна активність, хв.	42	40	39



**Таблиця 4. Вплив хмелю на активність мікрофлори рідких житніх заквасок та КМКЗ**

Показники	Дозування хмелю, % до маси борошна					
	0,04			0,08		
	Закваска приготовлена					
	без хмелю (контроль)	з хмелевим відваром	на гіркій заварці	без хмелю (контроль)	з хмелевим відваром	на гіркій заварці
<b>Рідкі житні закваски</b>						
Кислотність, град.						
- початкова	7,1	6,5	6,8	7,1	6,4	6,8
- через 1 год.	8,1	7,3	7,9	8,1	6,6	7,1
- через 2 год.	8,5	7,9	8,5	8,5	7,0	8,0
- через 3 год.	9,5	8,1	9,0	9,5	7,8	8,8
Газоутворення, см <sup>3</sup> /100г						
- початкове	0	0	0	0	0	0
- через 1 год.	180	206	196	144	168	164
- через 2 год.	296	298	328	240	248	308
- через 3 год.	340	360	448	272	288	418
Підйомна сила, хв.	24	26	22	23	27	22
<b>Концентровані молочнокислі закваски</b>						
Кислотність, град.						
- початкова	13,0	12,6	13,0	8,8	8,5	8,9
- через 1 год.	14,4	12,9	14,5	9,2	9,0	9,5
- через 2 год.	16,0	14,3	14,9	9,9	9,4	10,6
- через 3 год.	18,6	16,2	16,8	11,0	10,3	12,5
- через 4 год.	20,0	17,2	18,0	12,6	11,9	14,8
- через 5 год.	21,2	19,0	19,8	14,8	13,2	16,0
- через 6 год.	23,4	19,7	21,4	15,9	14,0	17,0
- через 7 год.	24,3	20,4	22,7	18,2	16,3	19,5
- через 8 год.	25,5	23,1	24,4	20,5	18,0	21,8

brevis-1, Lactobacillus plantarum-30, Lactobacillus casei-26, Lactobacillus fermenti-34. Аналогічні дослідження були проведені для концентрованих молочнокислих заквасок (КМКЗ), які містять ті ж штами молочнокислих бактерій, що й рідкі житні закваски, але не містять дріжджових клітин. Як маточну закваску використовували стиглу рідку житню закваску та КМКЗ хлібокомбінату № 12 Києва.

**П**ід час дослідження готували три види заквасок: контроль (без додавання хмелю), з додаванням хмелю у вигляді відвару у водно-борошняну суспензію (поживне середовище), із внесенням хмелевого відвару в заварку (гірка заварка), яка використовувалась для приготування поживного середовища для заквасок. Отже, поживне середовище готувалось без заварювання борошна та з використанням заварки. Дозування хмелю становило 0,04 і 0,08 % до маси борошна. Температура житніх заквасок - 28-29 °С, вологість - 72 %, тривалість бродіння - 3 год.

**Про вплив хмелю на мікрофлору заквасок робили висновок за зміною кислотності, підйомної сили та газоутворення. Концентровані молочнокислі закваски культивували за температури 35-36 °С і вологості 69 %. Для КМКЗ вивчали зміну кислотності протягом 8 год. Результати дослідження наведено в табл. 4.**

Установлено, що внесення хмелевого відвару в рідкі житні закваски сповільнює наростання кислотності, але не знижує інтенсивності газоутворення. **Очевидно, останнє пояснюється тим, що процеси газоутворення в житніх заквасках більшою мірою зумовлені наявністю дріжджів у заквасках, ніж гетероферментативними молочнокислими бактеріями, а хміль, як показано вище, не проявляє інгібуючого впливу на дріжджі.**

Збільшення дозування хмелю з 0,04 до 0,08 % призводить до більш істотнішого сповільнення кислотонакопичення. При внесенні хмелю у складі гіркої заварки інтенсифікується не лише процес газоутворення, але й кислото-накопичення, очевидно, завдяки по-

живним речовинам, що вносяться із заваркою. У цьому разі кислотність заквасок майже сягає значення у контрольному зразку, а об'єм діоксиду вуглецю, що утворився за 3 год, більший на 32-54 %, ніж у контролі. **Підйомна сила заквасок з хмелевим відваром знижується на 2-4 хв., але в разі внесення хмелю у складі гіркої заварки вона поліпшується і стає кращою, ніж у контролі.**

Аналогічні дані отримані щодо мікрофлори КМКЗ: вони свідчать, що хміль гальмує процес кислотонакопичення на 2-3 град. за 8 год. бродіння, а внесення хмелю у складі гіркої заварки інтенсифікує активність молочнокислих бактерій.

Отже, в роботі дано кількісну оцінку антимікробної дії ароматичного сорту хмелю на контамінуючу мікрофлору хліба залежно від його дозування. **Показано, що**

**хміль у дозуванні 0,04-0,08 % до маси борошна не впливає на життєдіяльність дріжджів і проявляє інгібуючий вплив на молочнокислі бактерії, внаслідок чого в тісті гальмується процес кислотонакопичення, але не спостерігається зниження інтенсивності газоутворення.** Внесення у закваски хмелевого відвару в складі заварок сприяє інтенсифікації газоутворення та кислотонакопичення за рахунок поживних речовин заварки.

#### Літературні джерела.

1. *Островский А.И. Жидкие пекарские дрожжи. - М.: Пищепромиздат, 1955. - 172 с.*
2. *Юрчак В.Г., Рак В.П., Дахно Б.М., Церковна С.М. Роль хмелю у виробництві хліба за сучасними технологіями. - К.: Наукові праці НУХТ, 2008. - № 25. - С. 23-25.*