

МАХИНЬКО ЛЮДМИЛА ВАСИЛІВНА

**Удосконалення технології
продуктів високотемпературної
коекструзії підвищеної харчової
цінності**



Науковий керівник:

Ковбаса Володимир Миколайович,
доктор технічних наук, професор



Блок-схема комплексних досліджень

Рецептурні композиції екструдатів

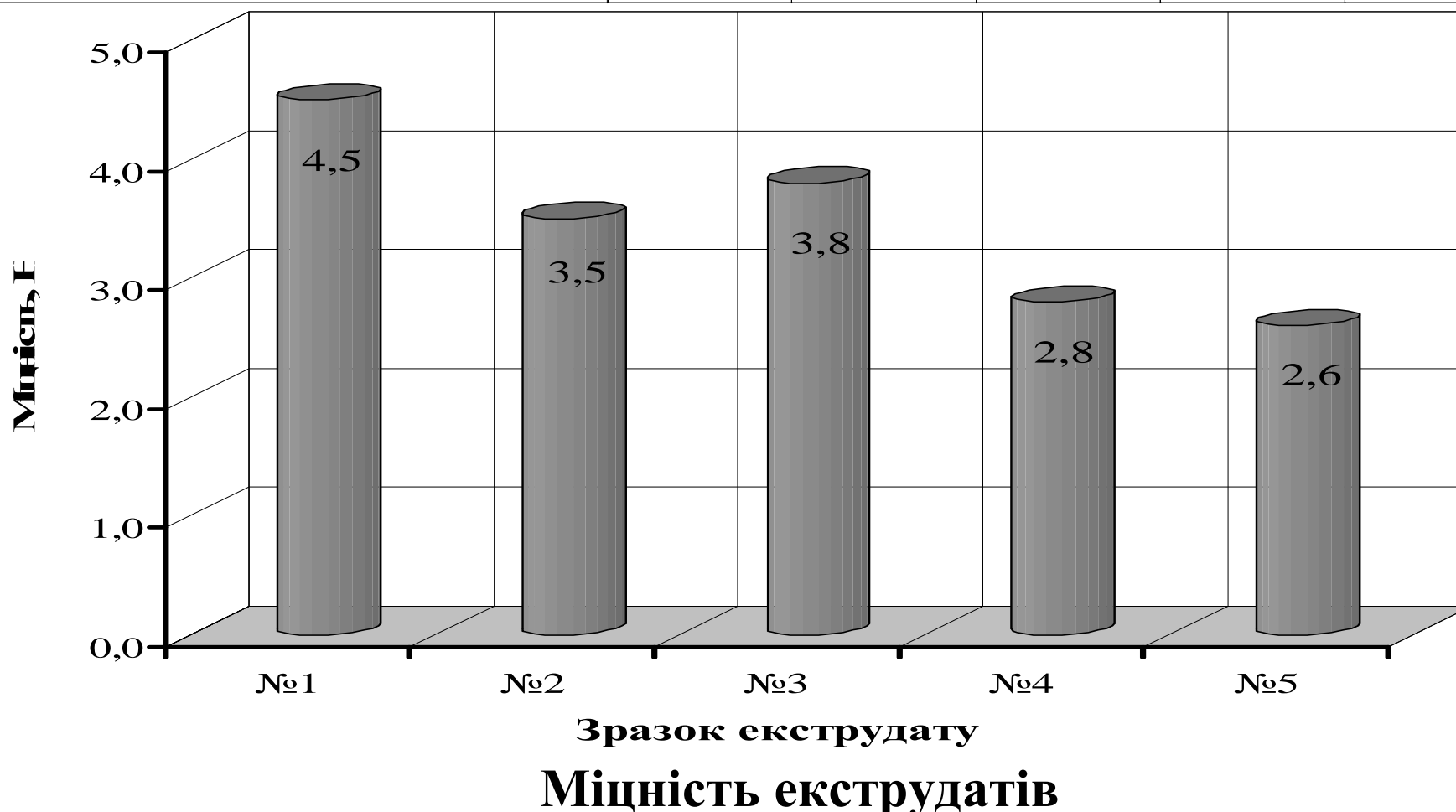
Компонент	Рецептурна композиція, % компонента				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Крупи:					
рисові	40,0	40,0	35,0	35,0	30,0
вівсяні	20,0	-	-	-	-
гречані	-	20,0	-	-	20,0
кукурудзяні	-	-	-	15,0	-
Пшениця	40,0	20,0	20,0	20,0	-
Пшоно	-	-	15,0	-	20,0
Соя	-	20,0	-	-	-
Горох	-	-	30,0	30,0	-
Сочевиця	-	-	-	-	30,0
Разом	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

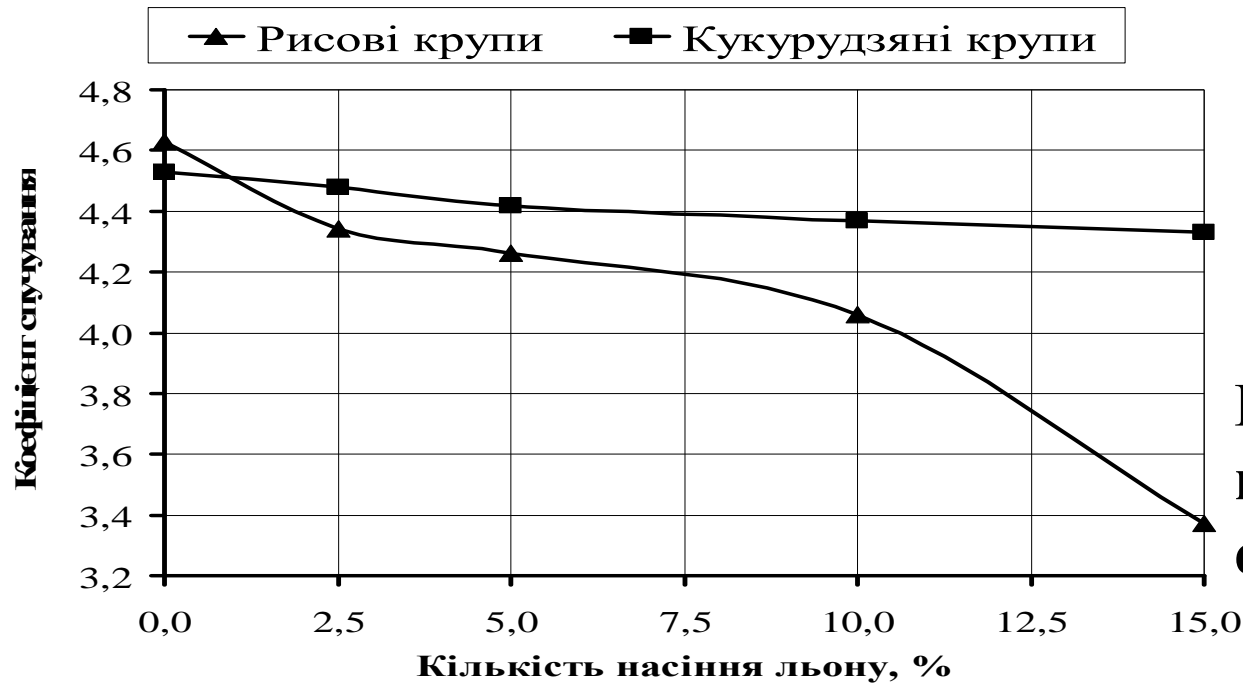
Біологічна цінність розроблених композицій корпусу за показником амінокислотного скору, %

Назва амінокислоти	Рецептурна композиція				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
валін	96,4	110,2	98,3	100,7	101,8
ізолейцин	99,2	114,9	117,2	121,3	103,2
лейцин	105,5	106,8	124,8	122,1	122,3
лізин	63,7	87,5	97,1	99,2	97,6
метіонін+цистин	107,5	107,1	96,4	92,2	94,6
треонін	84,9	91,5	94,3	91,8	92,1
триптофан	141,4	134,8	135,3	125,8	119,0
фенілаланін + тирозин	139,6	112,2	141,1	139,8	143,0

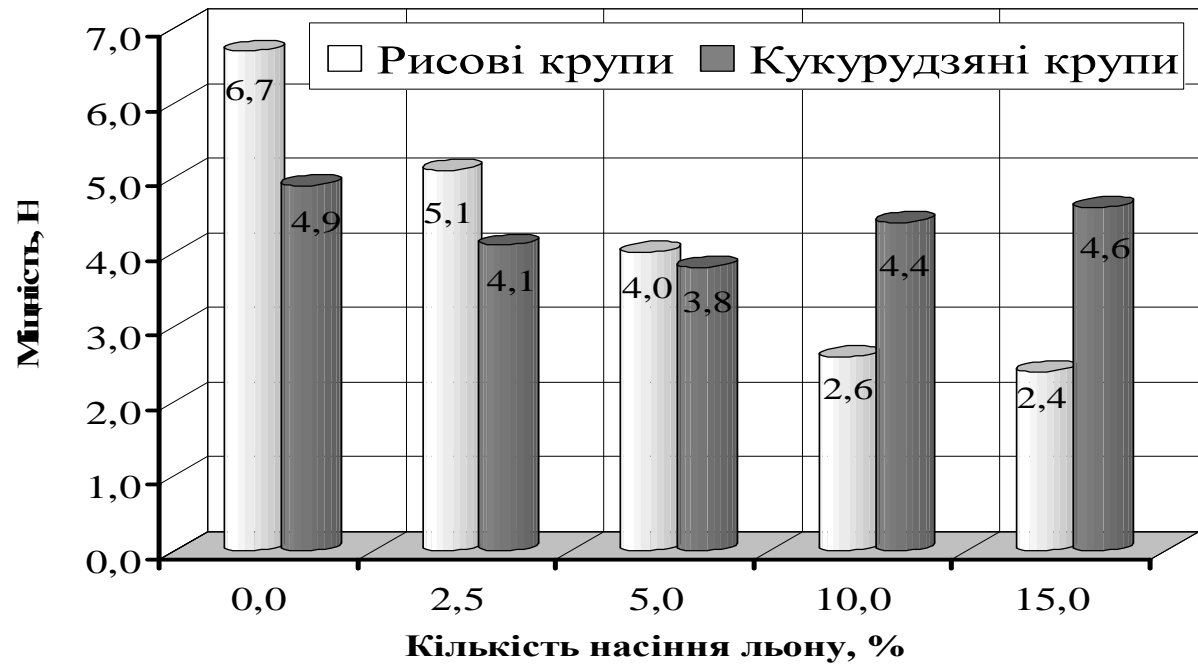
Показники якості екструдатів

Показник, одиниця виміру	Зразок				
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5
Коефіцієнт спучування	3,7	3,9	3,8	3,8	4,3
Ступінь набухання, см ³ /г	8,3	8,5	7,8	8,5	8,4
Розчинність, %	22,0	23,9	26,9	24,7	25,5
Водопоглинальна здатність, г/г	7,8	8,2	7,5	8,0	7,9





Вплив насіння льону на коефіцієнт спучування екструдатів



Вплив насіння льону на зміну міцності екструдатів

Фізико-хімічні характеристики екструдатів при внесенні різної кількості насіння льону

Екструдат	Показник		
	Ступінь набухання, см ³ /г	Розчинність, %	Водопоглинальна здатність, г/г
Рисові крупи	11,1	20,0	10,1
Рисові крупи + насіння льону, %			
2,5	12,2	24,0	10,6
5,0	12,5	26,5	11,3
10,0	12,6	32,0	13,0
15,0	12,3	33,8	12,8
Кукурудзяні крупи	8,8	29,0	7,6
Кукурудзяні крупи + насіння льону, %			
2,5	9,5	26,5	7,8
5,0	10,1	25,0	7,9
10,0	9,6	23,0	7,2
15,0	9,5	18,8	7,0

Рівні та інтервали варіювання досліджуваних факторів

Досліджувані фактори	Рівні варіювання у натуральній та кодованій формі			Інтервал варіювання
	Нижній (-1)	Верхній (+1)	Нульовий (0)	
X ₁ (кількість насіння льону, %)	2,5	7,5	5,0	2,5
X ₂ (масова частка вологи суміші, %)	16	17	18	1,0
X ₃ (навантаження на шнек екструдера, А·10 %)	2,0	4,0	6,0	2,0

$$Y_1 = 5,34 + 0,08X_1 - 0,08X_2 - 1,56X_3 + 0,09X_2X_3 - 0,01X_1X_3$$

$$Y_2 = 12,17 + 0,05X_1 - 0,16X_2 + 0,43X_3 - 0,01X_1X_3 - 0,02X_2X_3$$

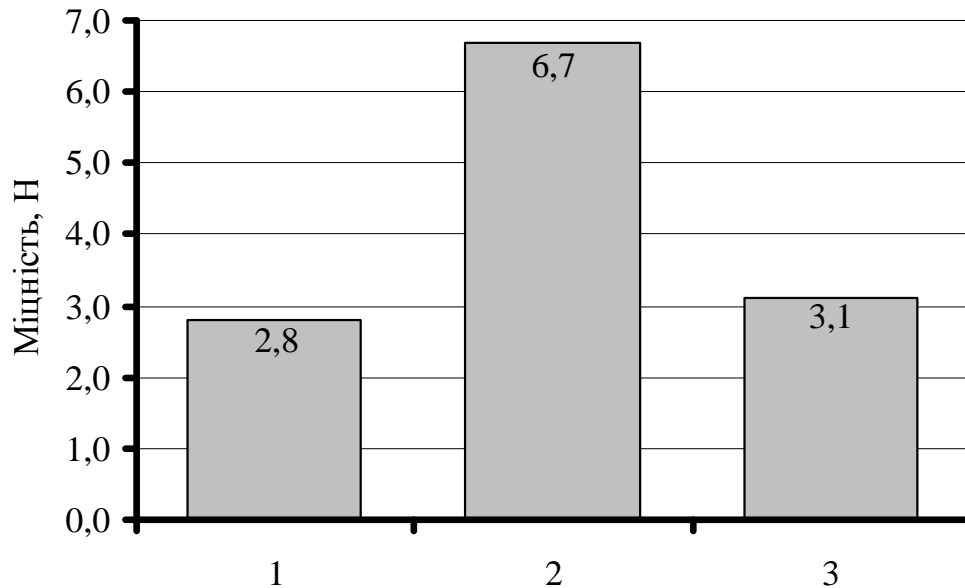
$$X_1 = 5 \%; X_2 = 16 \%; X_3 = 4 \text{ А} \cdot 10 \%$$

Вплив різних кількостей насіння льону на органолептичні показники якості екструдатів

Екструдовані крупи	Показник		
	Смак та аромат	Колір	Розжовуваність
Рисові	Властивий екструдатам на основі рисових круп	Білий з кремовим відтінком	Структура виробів щільна, важко розжовуються
Рисові з додаванням насіння льону, %	Властивий екструдатам на основі рисових круп з легко вираженим присмаком добавки	Кремовий з коричневими включеннями	Вироби хрумкі, легко розжовуються
2,5			
5,0			
10,0			
15,0	Запах та присмак добавки яскраво виражений	Сірий	При розжовуванні відчувається хрускіт
Кукурудзяні	Властивий екструдатам на основі кукурудзяних круп	Жовтий	Вироби мають крихку структуру, добре розжовуються
Кукурудзяні з додаванням насіння льону, %	Властивий екструдатам на основі кукурудзяних круп з легко вираженим присмаком добавки	Жовтий з коричневими включеннями	Вироби хрумкі, легко розжовуються
2,5			
5,0			
10,0	Запах та присмак добавки яскраво виражений		Структура щільна, важко розжовуються, відчувається хрускіт
15,0			

Фракційний склад крохмалю

Крохмаль	Вміст, % на 1 г абс. сух. р-ни	
	амілоза	амілопектин
Одержаний з рису: довгозерного	32	68
короткозерного білого	18	82
короткозерного жовтого	25	75



Міцність екструдатів крохмалю, одержаних з рису:
1 – довгозерного,
2 – короткозерного білого,
3 – короткозерного жовтого

Основні показники якості екструдованого крохмалю

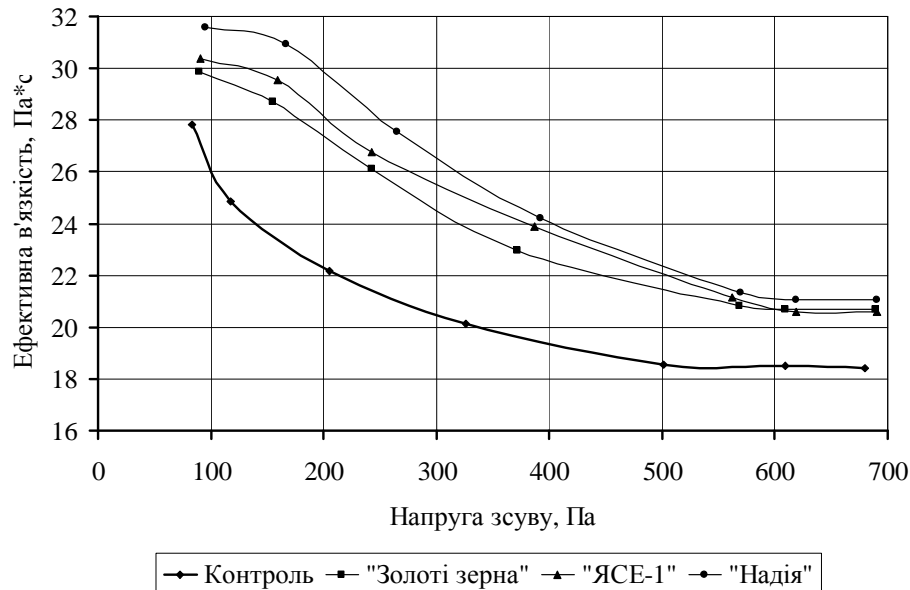
Показник, одиниця виміру	Крохмаль, одержаний з рису		
	довгозе- рного	короткозерного	
		білого	жовтого
Масова частка вологи, %	9,4	9,4	9,0
Коефіцієнт спучування	3,20	3,94	3,98
Об'ємна маса, г/дм ³	80,0	130,0	120,0

Фізико-хімічні характеристики екструдованого крохмалю

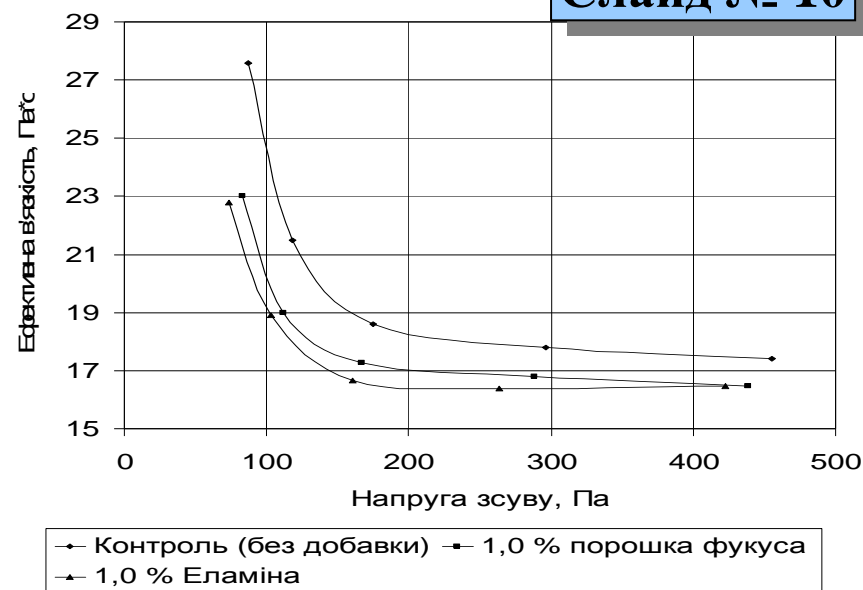
Показник, одиниця виміру	Крохмаль, одержаний з рису		
	довго- зерного	короткозерного	
		білого	жовтого
Ступінь набухання, см ³ /г	7,2	4,2	6,0
Розчинність, %	73,0	85,0	80,0
Водопоглинальна здатність, г/г	12,0	7,0	9,0

Основні показники якості екструдатів рису

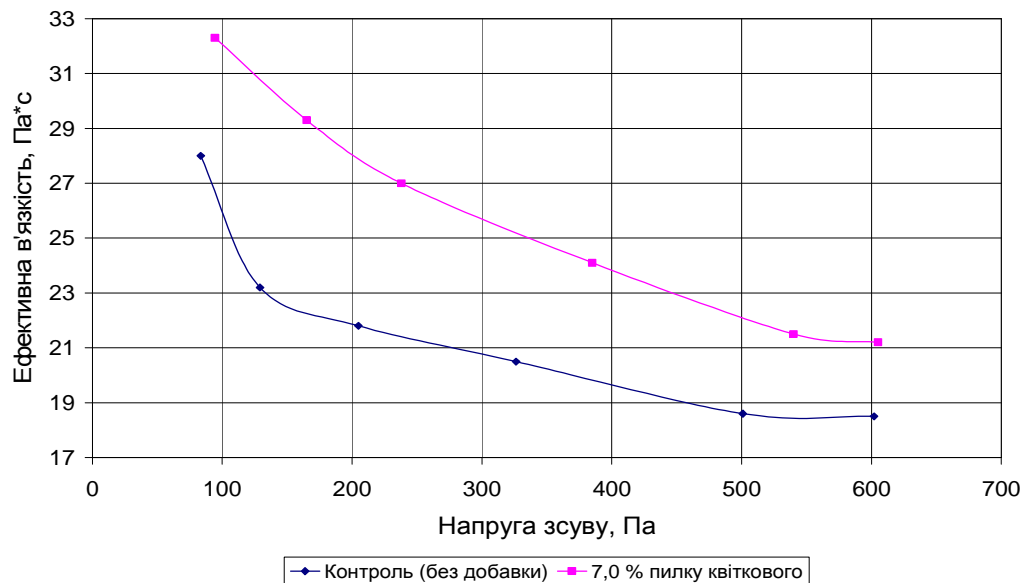
Показник, одиниця виміру	Рис		
	довгозерний	короткозерний	
		білий	жовтий
Масова частка вологи, %	8,8	9,1	9,3
Коефіцієнт спучування	4,43	4,89	4,96
Об'ємна маса, г/дм ³	70,0	100,0	90,0
Міцність, Н	6,6	7,5	6,8



а)

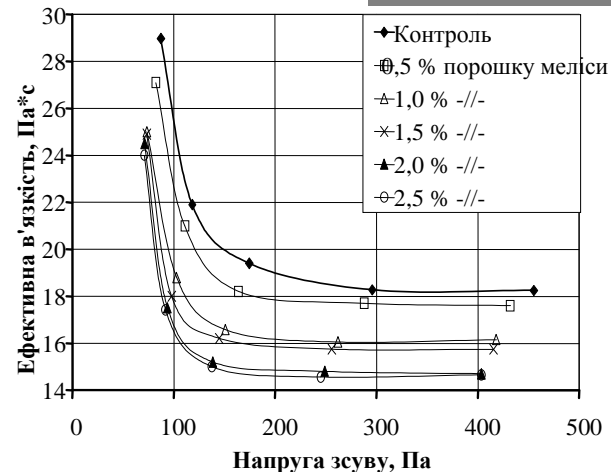
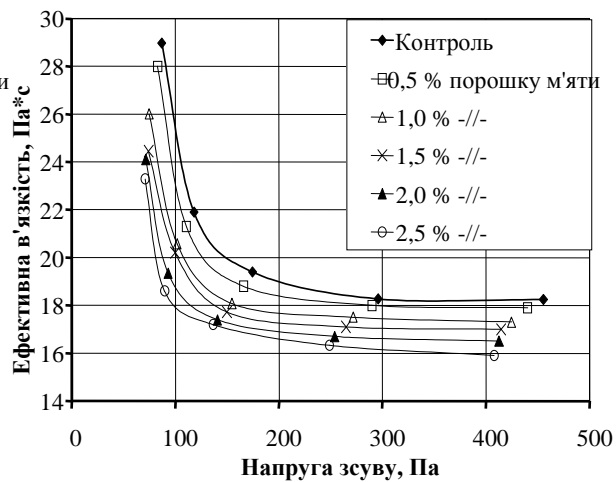
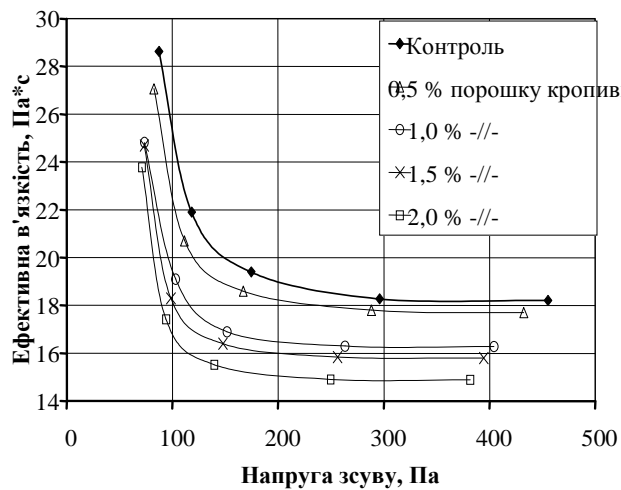


б)

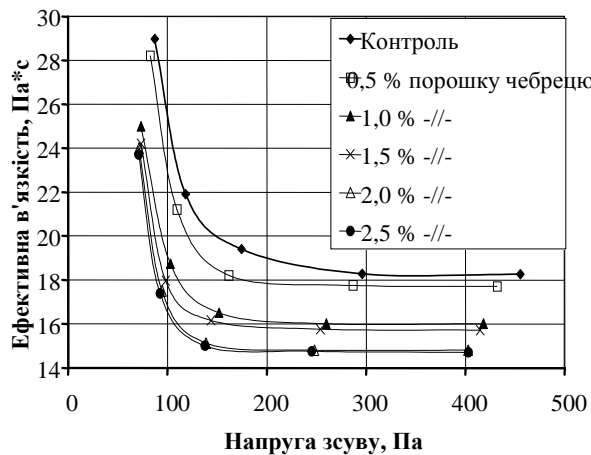


в)

Залежність в'язкості начинки від прикладеної напруги зсуву при внесенні:
а) - різних солодових екстрактів;
б) - 1,0 % водоростевих добавок
в) - 7,0 % пилку квіткового

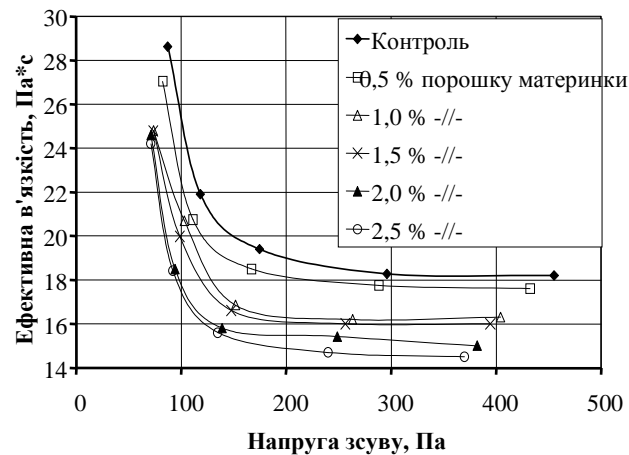


а



г

б



д

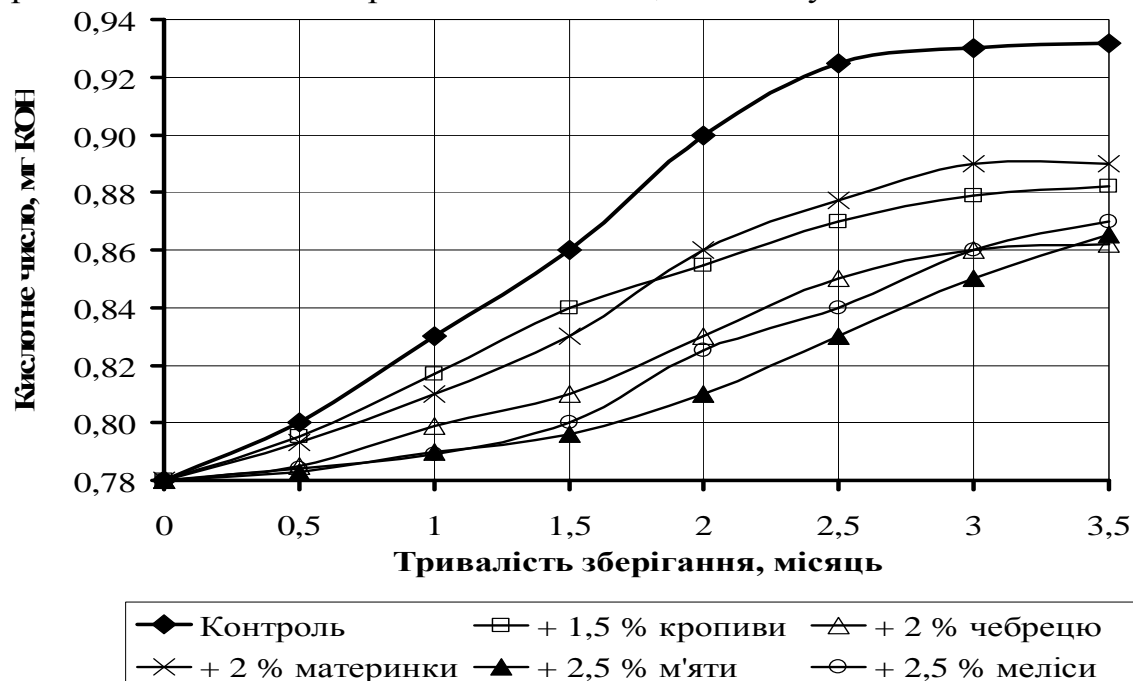
в

**Залежність в'язкості начинок від прикладеної напруги зсуву при внесенні різних кількостей порошку:
 а – кропиви дводомної; б – м'яти перцевої; в – меліси лікарської; г – чебрецю плазкого, д – материнки звичайної**

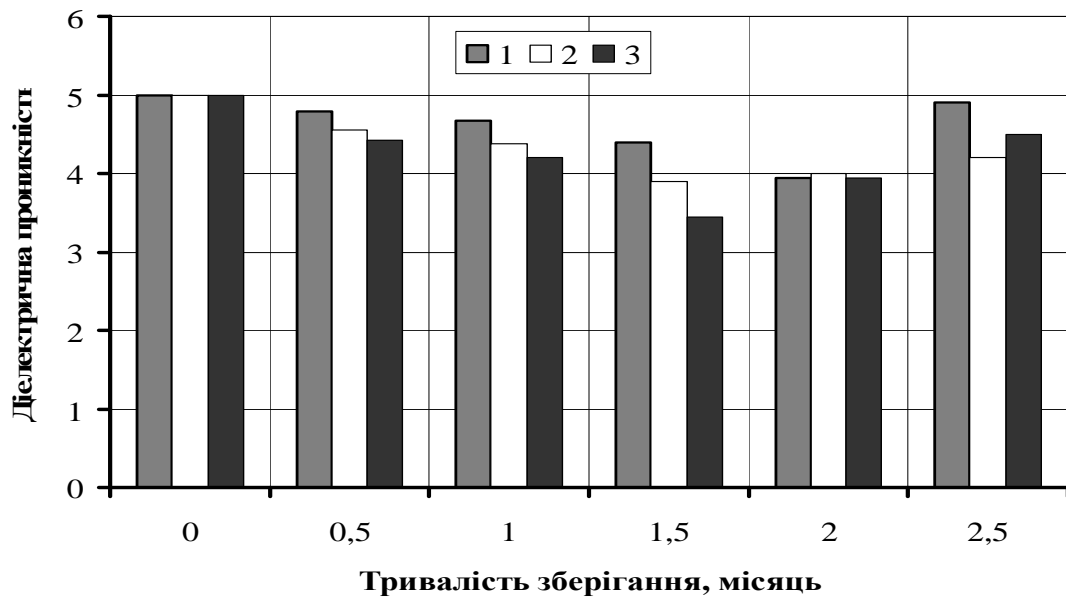
Зміни перекисного числа жиру продуктів коекструзії в процесі зберігання

Порошок – добавка до коекструдату, дозування до маси начинки	Тривалість зберігання, міс.						
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
Контроль (без добавок)	0,097	0,210	0,43	0,60	0,75	0,88	1,00
Кропива дводомна, 1,5 %	0,082	0,145	0,24	0,39	0,46	0,59	0,67
Чебрець плазкий, 2 %	0,070	0,105	0,18	0,30	0,38	0,45	0,59
Материнка звичайна, 2 %	0,076	0,110	0,19	0,37	0,41	0,46	0,63
М'ята перцева, 2,5 %	0,067	0,100	0,15	0,28	0,35	0,42	0,57
Меліса лікарська, 2,5 %	0,073	0,108	0,17	0,32	0,39	0,44	0,55

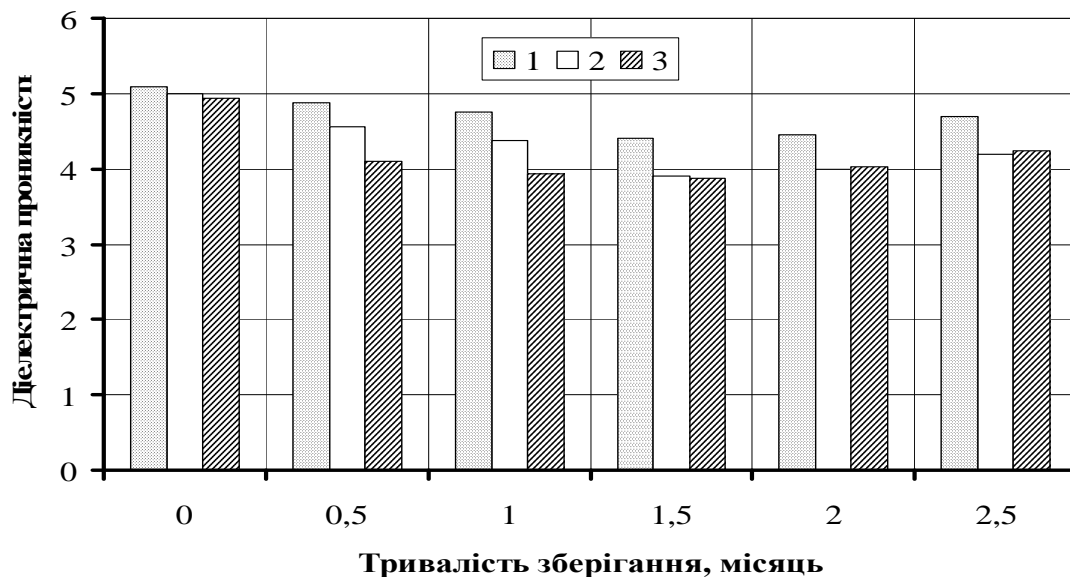
Примітка. Початкове перекисне число – 0,06 % йоду



**Зміна кислотного
числа жиру продуктів
коекструзії під час
зберігання**



Зміна діелектричної проникності начинок при зберіганні за різних температур: 1 – 10±2 °С, 2 – 20±2 °С, 3 – 30±2 °С



Зміна діелектричної проникності начинок при зберіганні з різним вмістом жиру: 1 – 30 %, 2 – 33 %, 3 – 36 %

Зміна перекисного (ПЧ, % йоду) та кислотного (КЧ, мг КОН) чисел жиру начинок при зберіганні в залежності від температури

Температура зберігання, °С	Тривалість зберігання, міс									
	0,5		1,0		1,5		2,0		2,5	
	<i>ПЧ</i>	<i>КЧ</i>	<i>ПЧ</i>	<i>КЧ</i>	<i>ПЧ</i>	<i>КЧ</i>	<i>ПЧ</i>	<i>КЧ</i>	<i>ПЧ</i>	<i>КЧ</i>
10±2	0,090	0,79	0,21	0,81	0,39	0,84	0,46	0,86	0,75	0,88
20±2	0,095	0,79	0,22	0,82	0,44	0,85	0,62	0,88	0,78	0,90
30±2	0,120	0,82	0,27	0,90	0,50	1,10	0,80	1,20	0,90	1,30

Примітка: початкове перекисне число – 0,06 % йоду; початкове кислотне число – 0,78 мг КОН

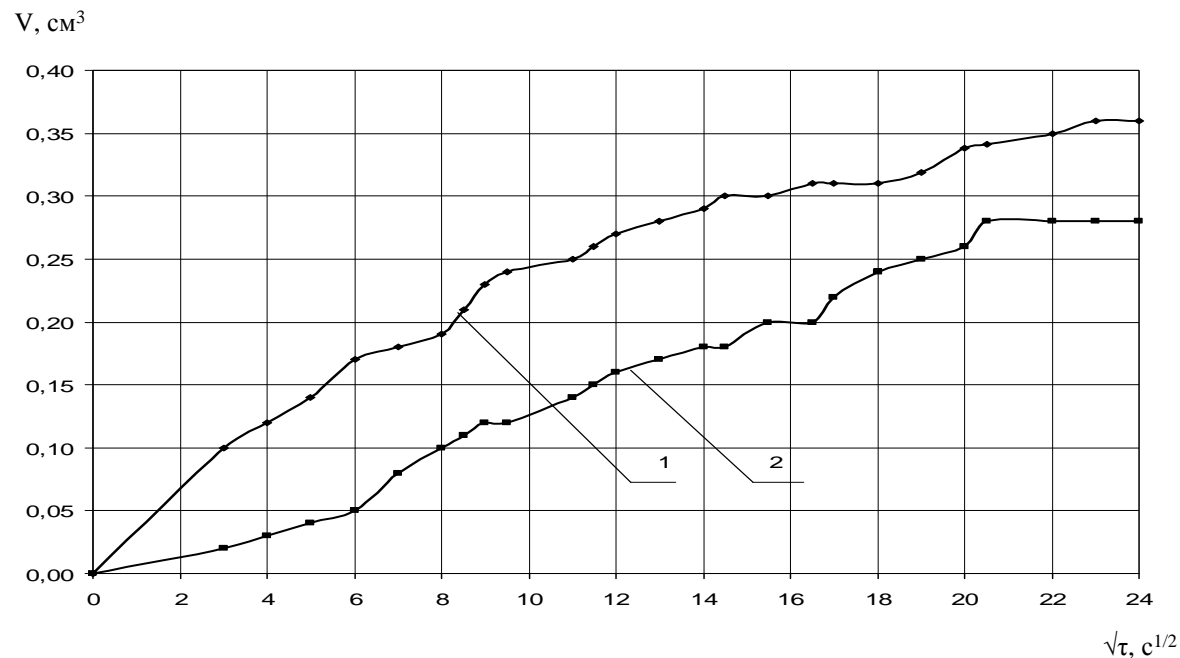
Зміна перекисного (ПЧ, % йоду) та кислотного (КЧ, мг КОН) чисел жиру начинок при зберіганні в залежності від його вмісту

Вміст жиру, %	Тривалість зберігання, міс									
	0,5		1,0		1,5		2,0		2,5	
	<i>ПЧ</i>	<i>КЧ</i>	<i>ПЧ</i>	<i>КЧ</i>	<i>ПЧ</i>	<i>КЧ</i>	<i>ПЧ</i>	<i>КЧ</i>	<i>ПЧ</i>	<i>КЧ</i>
30,0	0,094	0,79	0,20	0,80	0,42	0,83	0,60	0,86	0,75	0,88
33,0	0,095	0,79	0,22	0,82	0,44	0,85	0,62	0,88	0,78	0,90
36,0	0,100	0,80	0,27	0,84	0,47	0,88	0,67	0,90	0,82	1,20

Примітка: початкове перекисне число – 0,06 % йоду; початкове кислотне число – 0,78 мг КОН

Залежність діелектричної проникності начинки від вмісту продуктів окиснення та гідролізу жиру

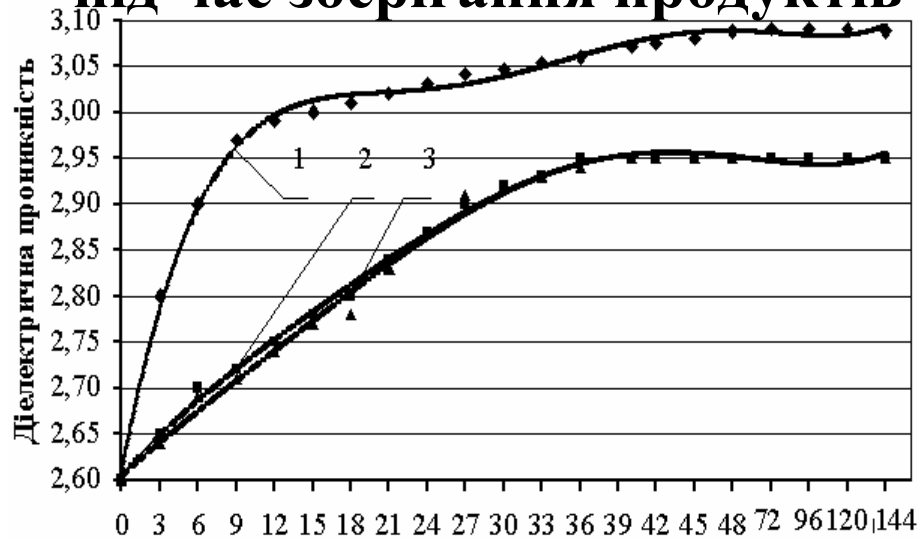
Тривалість зберігання, місяць	Перекисне число, % йоду	Кислотне число, мг КОН	Діелектрична проникність
0	0,060	0,78	5,00
0,5	0,095	0,79	4,55
1,0	0,220	0,82	4,36
1,5	0,440	0,85	3,90
2,0	0,620	0,88	4,00
2,5	0,780	0,90	4,20



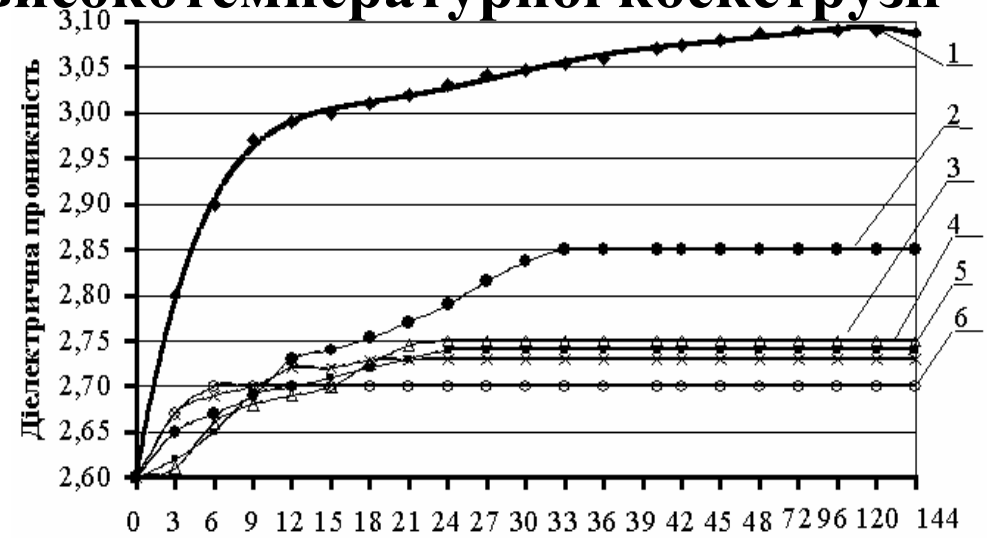
**Криві капілярного просочування екструдату (корпусу):
1 – водою; 2 – соняшниковою олією**

Зміна діелектричної проникності начинок Слайд № 16

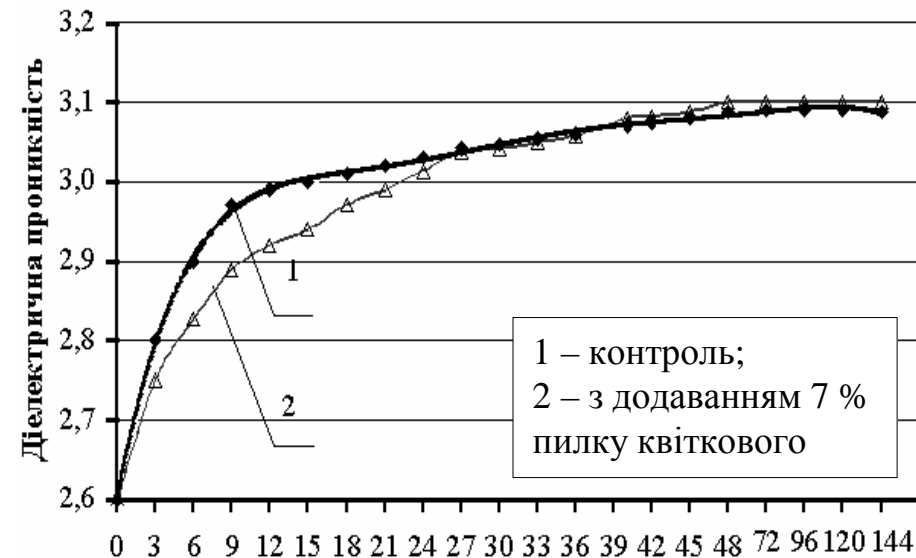
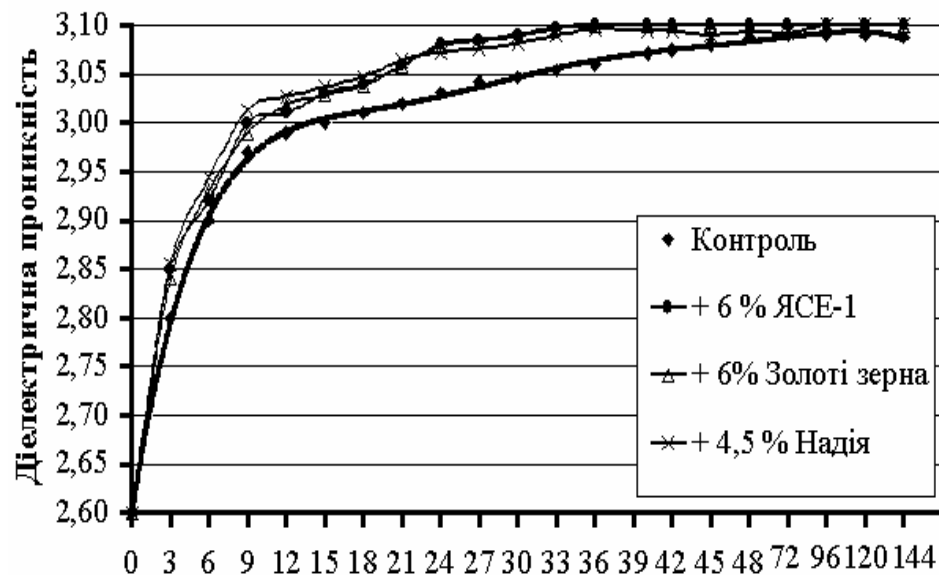
під час зберігання продуктів високотемпературної коекструзії



1 – контроль; 2 – з додаванням 1 % сухого концентрату еламіну; 3 – з додаванням 1 % *Fucus vesiculosus*



1 – контроль; 2 – з додаванням порошків: 2 – 1,5 % кропиви дводомної; 3 – 2 % материнки звичайної; 4 – 2,5 % м'яти перцевої; 5 – 2 % чебрецю плазкого; 6 – 2,5 % меліси лікарської



1 – контроль;
2 – з додаванням 7 % пилку квіткового

**Жиропоглинальна здатність
сировини рослинного походження**

<i>Зразок</i>	<i>Адсорбція жиру, %</i>
Продукти перероблення водоростей:	
Fucus vesiculosus	129
сухий концентрат еламіну	133
Сухі подрібнені лікарські рослини:	
м'ята перцева	170
кропива дводомна	165
материнка звичайна	190
чебрець плазкий	210
меліса лікарська	211
Продукти бджільництва:	
пиллок квітковий	48

Вміст незамінних амінокислот в продуктах коекструзії з начинками, збагаченими сировиною рослинного походження

Назва амінокислоти	“Молочні”		“Чарівний паросток”		“Дари ланів”		“Польова царівна”		“Золотий промінчик”		“Смарагдові”	
	Вміст в 100 г прод., мг	Скор, %	Вміст в 100 г прод., мг	Скор, %	Вміст в 100 г прод., мг	Скор, %	Вміст в 100 г прод., мг	Скор, %	Вміст в 100 г прод., мг	Скор, %	Вміст в 100 г прод., мг	Скор, %
Ізолейцин	246,0	94,5	439,1	141,6	440,8	136,0	486,0	133,0	380,5	122,0	436,5	124,0
Лейцин	446,0	97,9	787,7	145,0	826,3	146,0	819,0	128,0	746,0	130,0	800,4	120,0
Лізин	276,0	77,1	492,7	115,7	499,6	112,0	520,0	103,0	380,0	90,0	549,0	113,0
Метіонін + цистин	210,0	92,2	264,7	97,5	284,0	100,5	369,0	115,0	260,7	98,0	325,0	105,0
Фенілаланін + тирозин	372,0	95,2	737,0	158,5	764,0	150,0	718,0	130,0	626,3	130,0	700,0	120,0
Треонін	188,0	72,2	312,0	100,6	327,0	101,0	356,0	97,5	270,0	91,0	350,0	99,4
Триптофан	62,4	95,9	109,0	140,5	119,0	140,0	133,0	146,0	80,0	98,5	118,0	130,0
Валін	310,0	95,3	446,3	115,0	452,0	111,0	560,0	122,0	420,4	108,2	511,0	116,0

Середній хімічний склад та харчова цінність продуктів коекструзії з начинками, збагаченими солодовими екстрактами та пилком квітковим

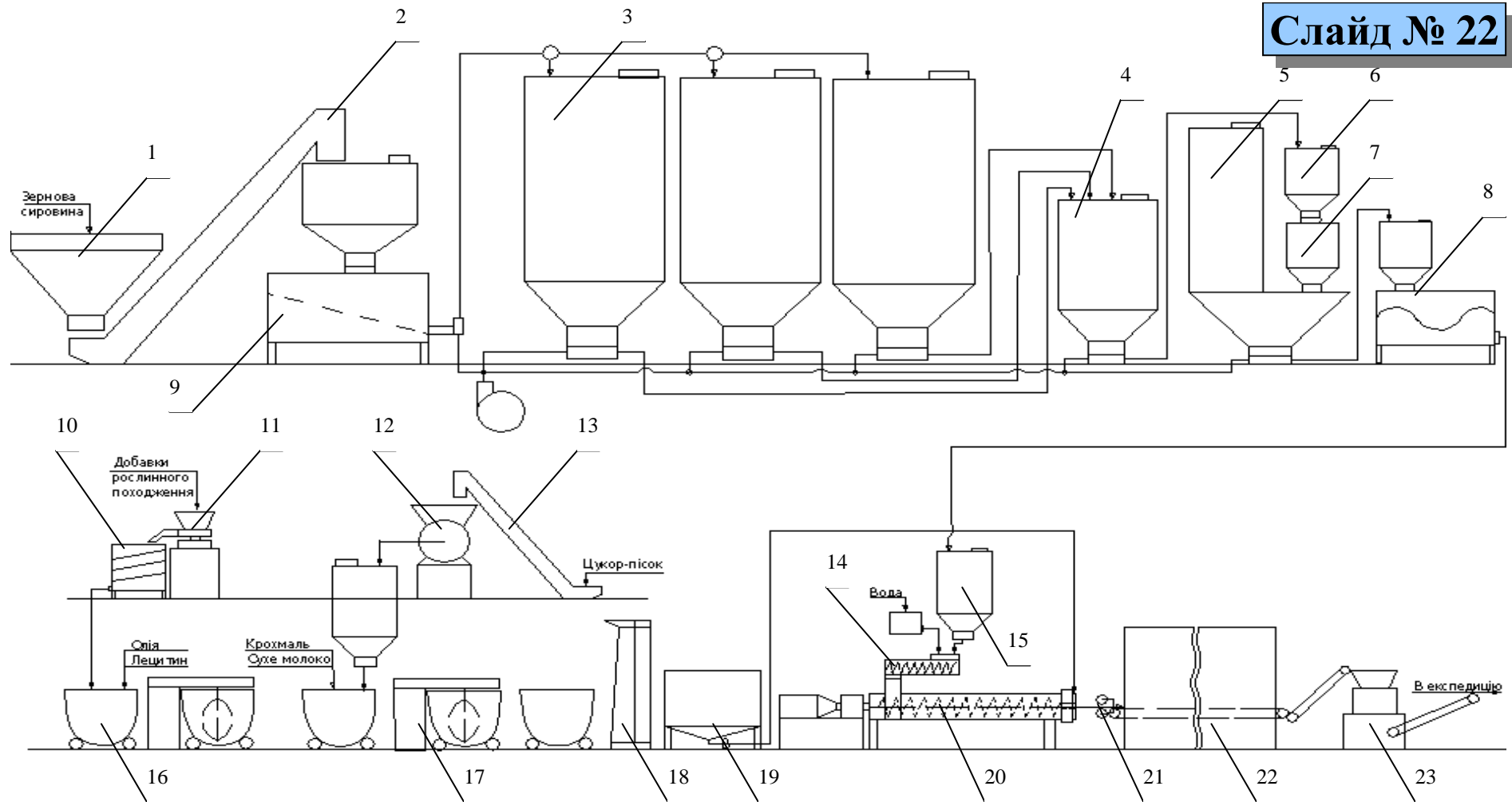
Найменування компонентів	“Молочні”		“Чарівний паросток”		“Дари ланів”		“Польова царівна”		“Золотий промінчик”	
	Вміст в 100 г прод.	ІС, %	Вміст в 100 г прод.	ІС, %	Вміст в 100 г прод.	ІС, %	Вміст в 100 г прод.	ІС, %	Вміст в 100 г прод.	ІС, %
Білки, г	7,32	6,5	8,96	7,8	9,2	8,1	10,4	9,2	8,6	7,8
Жири, г	14,0	11,7	13,5	11,6	13,5	11,4	14,3	12,4	14,1	12,6
Вуглеводи, г	67,6	10,0	64,4	9,7	65,5	9,7	59,7	9,1	58,8	9,3
Вітаміни:										
В ₁ (тіамін), мг	0,17	6,8	0,23	9,3	0,25	10,1	0,22	9,23		
В ₂ (рибофлавін), мг	0,15	4,7	0,57	18,9	0,16	4,92	0,16	5,5	2,5	50,0
В ₆ (піридоксин), мг	0,19	5,5	0,17	5,04	0,2	5,6	0,24	7,2	0,2	6,0
В ₉ (фолацин), мкг	14,6	3,8	11,4	3,02	13,1	3,4	32,6	8,7		
С (аскорбінова кислота), мг	0,2	0,15	0,25	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	5,5	4,4
Е (токоферол), мг	7,3	25,0	7,94	27,9	8,0	27,8	8,9	32,0	14,2	52,0
Макроелементи, мг:										
Кальцій	79,6	3,7	83,7	4,02	84,0	4,1	110,0	5,4	100,3	5,1
Магній	80,0	11,8	42,0	6,3	45,0	7,0	103,0	16,0	33,8	6,0
Фосфор	227,8	9,8	192,0	8,4	199,9	8,8	254,0	11,4	125,2	6,0
Мікроелементи, мкг:										
Цинк	833,8	3,6	993,0	4,4	1058,0	4,8	783,0	3,5		
Залізо	1859,5	5,7	2295,0	7,2	222,5	7,1	3301,0	10,4	2624,0	8,6
Калорійність, ккал	425,2		416,0		412,0		410,0		396,0	

Середній хімічний склад та харчова цінність продуктів коекструзії з начинками, збагаченими лікарськими рослинами

Найменування компонентів	“Молочні”		“Хвиля релаксу. М’ята”		“Хвиля релаксу. Меліса”		“Хвиля релаксу. Чебрець”		“Хвиля релаксу. Материнка”		“Смарагдові”	
	Вміст в 100 г прод.	ІС, %	Вміст в 100 г прод.	ІС, %	Вміст в 100 г прод.	ІС, %	Вміст в 100 г прод.	ІС, %	Вміст в 100 г прод.	ІС, %	Вміст в 100 г прод.	ІС, %
Білки, г	7,32	6,5	8,7	7,6	8,6	7,6	9,0	8,2	8,58	7,55	10,2	9,0
Жири, г	14,0	11,7	13,9	12,0	13,9	12,0	13,0	12,0	13,0	12,0	13,5	11,5
Вуглеводи, г	67,6	10,0	62,8	9,5	62,8	9,6	62,0	9,0	62,5	9,5	63,0	9,5
Вітаміни:												
В ₁ , мг	0,17	6,8	0,11	4,4	0,11	4,5	0,11	4,53	0,15	4,5	0,2	8,3
В ₂ , мг	0,15	4,7	0,12	3,9	0,13	4,2	0,13	4,5	0,14	4,2	0,2	5,5
В ₆ , мг	0,19	5,5	0,1	3,1	0,1	3,1	0,1	3,5	0,1	4,0	0,15	4,3
В ₉ , мкг	14,6	3,8	11,1	3,0	11,4	3,0	11,2	3,0	11,3	3,1	13,1	3,5
С, мг	0,2	0,15	0,32	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6	0,4	1,04	0,8
РР, мг	11,2	36,3	0,8	2,5	0,8	2,6	0,8	2,9	0,7	2,6	1,2	3,8
Е, мг	7,3	25,0	12,3	43,9	12,3	43,0	12,5	44,0	12,6	44,0	6,5	23,0
Мінеральні р-ни:												
Кальцій, мг	79,6	3,7	75,0	3,7	74,3	3,6	71,5	3,5	70,4	3,4	90,0	4,3
Магній, мг	80,0	11,8	91,6	14,0	89,1	13,6	88,0	13,5	89,0	13,6	82,0	12,3
Фосфор, мг	227,8	9,8	182,6	8,2	182,6	8,0	182,5	8,0	185,0	8,5	470,0	20,7
Цинк, мкг	833,8	3,6	190,0	0,9	191,6	0,9	190,0	0,86	195,0	0,9	1315,5	6,0
Залізо, мкг	1859,5	5,7	1894,9	6,0	1894	6,0	1885,0	5,94	1890,0	6,0	3332,0	10,3
Калорійність, ккал	425,2		411,0		410,7		409,0		408,0		415,0	

Середній хімічний склад та харчова цінність продуктів коекструзії з начинками, збагаченими продуктами перероблення водоростей

Найменування компонентів	“Шоколадні”		“Морські. Еламін”		“Морські. Фукус”	
	Вміст в 100 г продукту	ІС, %	Вміст в 100 г продукту	ІС, %	Вміст в 100 г продукту	ІС, %
Білки, г	5,7	4,9	8,8	7,8	8,9	7,8
Жири, г	14,0	11,9	14,4	12,5	14,4	12,6
Вуглеводи, г	67,3	10,1	59,8	9,2	59,8	9,2
Вітаміни:						
В ₁ , мг	0,2	6,5	0,21	9,0	0,21	9,0
В ₂ , мг	0,07	2,2	0,08	3,0	0,08	2,8
В ₆ , мг	0,29	8,6	0,24	7,2	0,24	7,2
В ₉ , мкг	16,3	4,3	34,2	9,3	34,2	9,3
Макроелементи, мг:						
Кальцій	23,3	1,1	62,3	3,1	75,5	3,74
Магній	78,8	11,9	106,5	16,5	107,8	16,8
Фосфор	205,0	9,0	232,0	10,5	230,7	10,5
Мікроелементи, мкг:						
Цинк	862,4	3,8	584,3	2,7	584,3	2,7
Залізо	2364,0	7,3	4265,0	13,6	4064,8	13,1
Селен, мкг	-	-	120,0	105,0	1,4	1,6
Йод, мкг	-	-	250,0	90,0	120,0	43,0
Калорійність, ккал	418,0		404,5		404,0	



Апаратурно-технологічна схема виробництва продуктів високотемпературної коекструзії на основі жирових начинок: 1 – приймальна воронка; 2 – норія; 3 – бункер для зберігання зерна; 4 – дозатор-змішувач; 5 – витяжна труба; 6 – бункер над млином; 7 – штифтова дробарка; 8 – змішувач сухих інгредієнтів; 9 – машина для очищення зерна; 10 – просіювач; 11 – подрібнювач; 12 – млин для цукрової пудри; 13 – норія; 14 – шнековий кондиціонер; 15 – бункер над екструдером; 16 – місткість для начинки; 17 – міксер; 18 – перекидач; 19 – збірник начинки; 20 – екструдер; 21 – різально-подільний пристрій; 22 – пакувальний автомат.

Дякую за увагу!

