

Ферментовані біфідо-продукти для реабілітації військовослужбовців ЗСУ

*Д-р техн. наук, професорка,
зав. кафедри технології молока,
олійно-жирових продуктів
та індустрії краси ОНТУ*

Ткаченко Н. А.

КИЇВ, 18 травня 2022 р.





Правильне харчування — важливий фактор зміцнення і збереження здоров'я, а також підтримання високої військової боєздатності ЗСУ.

Харчування в бойовій обстановці покликане забезпечити збереження здоров'я і фізичну витривалість військовослужбовців, компенсувати високі енергетичні витрати і підвищити опірність і стійкість організму в умовах бою і до впливу вражаючих факторів.

Для військовослужбовців, які перебувають на лікуванні чи реабілітації в лазареті або госпіталі, організація харчування здійснюється відповідно до норм госпітального пайка. До цих продуктів ставляться особливі вимоги.



Метою представленою дослідження стало наукове обґрунтування технологій комбінованих ферментованих біфідо-продуктів зі збалансованим співвідношенням основних харчових нутрієнтів та тривалим терміном зберігання для лікування та/або реабілітації військовослужбовців ЗСУ і проектування міні-підприємств для їх виробництва.

До даної категорії продуктів існують певні вимоги.

1. Згідно існуючих сьогодні спеціальних норм продовольчих пайків, які відповідають основним вимогам до харчування українських військовослужбовців, солдатський пайок повинен містити **109 г білків, 104 г жирів, 654 г вуглеводів** (**співвідношення білків : жирів : вуглеводів — 1,0 : 1,0 : 6,0**) і сумарну енергетичну цінність 4246 ккал.



2. Продукти для реабілітації військових повинні володіти радіопротекторною дією, що забезпечить виведення з їх організму важких металів та радіонуклідів.

За даними численних наукових досліджень, **білки** гальмують всмоктування радіоактивних речовин, підвищують загальну опірність організму і стійкість до хронічного внутрішнього опромінення, якщо їх споживання на 10–12 % вище добової норми. Тому зміна співвідношення основних харчових інгредієнтів (білків : жирів : вуглеводів) у формулі збалансованого харчування для військовослужбовців із 1,0 : 1,0 : 6,0 на 1,1 : 1,0 : 6,0 сприятиме підвищенню радіопротекторних властивостей їх харчового раціону.

Крім того, додаткове введення пектину до складу продуктів для реабілітації військовослужбовців також сприятиме підвищенню їх радіопротекторних властивостей



Білки у великій кількості містяться у молочних продуктах, м'ясі, морепродуктах, яйцях, бобових. У молоці та молочних продуктах білок зв'язаний з кальцієм, тому за основу для створення харчових продуктів із радіопротекторними властивостями для військовослужбовців обрано молоко незбиране, концентрат сироваткових білків, отриманий ультрафільтрацією із масовою часткою білків 65 % (КСБ–УФ–65) та біфідо-сир кисломолочний. Підвищений вміст повноцінних молочних білків у цільових продуктах сприятиме також забезпеченню регенерації усіх клітинних структур та тканин організму військовослужбовців, ефективному функціонуванню усіх життєво важливих систем організму. Молочна сировина, крім повноцінних білків, багата на інші радіопротектори — вітаміни групи В, вітамін А, а також кальцій та фосфор, які знаходяться у збалансованому співвідношенні (1,0 : 1,5), за рахунок чого кальцій із молочних продуктів добре засвоюється.





Радіопротекторними властивостями також володіють продукти з високим вмістом поліненасичених жирних кислот (рослинні олії, горіхи, риба, насіння гарбуза, соняшника), вітаміни А, Е, С, групи В, а також мінеральні речовини — йод, кобальт, магній, калій, кальцій, залізо.

3. За джерело поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) обрано рослинні олії, які отримують із вітчизняної сировини — гарбузову та шипшинову нерафіновані олії. Крім ПНЖК гарбузова нерафінована олія містить високу концентрацію вітамінів А і Е, а також бета-каротин, а шипшинова олія містить вітаміни А та Е, які мають потужний антиоксидантний ефект.



За джерело мононенасичених жирних кислот (МНЖК) обрано високоолеїнову соняшникову рафіновану дезодоровану олію та рафіновану олію рисових висівок, яка містить вітаміни А, Е, РР, токотрієнол та гама-орізанол.





4. Для отримання продуктів зі збалансованим хімічним складом необхідно введення до їх складу рослинної сировини, яка була б джерелом вуглеводів (у тому числі пребіотиків — пектину, геміцелюлози, клітковини, і стабілізаторів структури — крохмалю). Усім переліченим вимогам відповідають **рисове, вівсяне та спельтове борошно**, які, крім зазначених вуглеводів, містять повноцінні білки (7,2–7,4; 6,0–6,5 та 17,1–19,6 % відповідно), високу концентрацію вітамінів групи В, а також магній та йод. Перевагу доцільно віддавати борошну спельти, оскільки його харчова та біологічна цінність значно вищі, ніж рисового та вівсяного борошна.





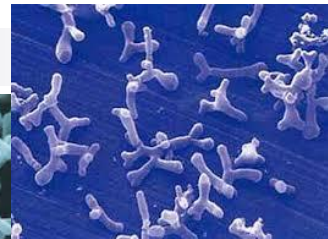
5. Для підсилення радіопротекторних властивостей ферментованих молочно-рослинних продуктів для реабілітації військовослужбовців доцільно збагачення їх:

- пюре або борошном **гарбуза** (гарбуз — джерело вітамінів А, Е, В1, В2, В5, В6, калію, кальцію, магнію, заліза, фосфору, міді, кобальту)
- пюре (або борошном) **моркви** (морква — джерело вітамінів А, Е, В1, В2, В5, В6, В9, Р–вітамінних речовин, калію, кальцію, магнію, заліза, йоду, міді, кобальту, літію),
- пюре (або сиропом) **шипшини** (шипшина — джерело вітамінів С, Е, В1, В2, В9, Р-вітамінних речовин, калію, кальцію, заліза, марганцю),
- пюре (або сиропом) **журавлини** (журавлина – джерело вітамінів С, Е, В1, В2, Р–вітамінних речовин, калію, заліза),
- пюре **яблука** (яблуко — джерело вітамінів С, В1, В2, В3, В9, заліза, калію, кальцію, магнію, цинку, алюмінію, марганцю).

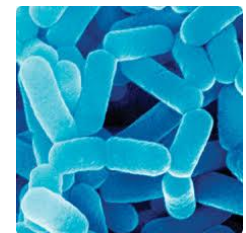




6. Для ферментації молочної та комбінованої сировини доцільно використовувати композиції



заквашувальних культур, які містять пробіотичні культури біфідобактерій та лактобацил, що мають низку корисних властивостей:



- пригнічення патогенної та умовно-патогенної мікрофлори у кишечнику;
- інгібування утворення вторинних жовчних кислот;
- синтез вітамінів групи В, К;
- попередження розвитку ракових пухлин;
- активізація імунної системи та захисних функцій організму;
- здійснення антиканцерогенного, гепапротекторного, антирахітичного, антианемічного, антиатерогенного впливу;
- покращення всмоктування у кишківнику кальцію та магнію й ін.



Попередні дослідження дозволяють рекомендувати для використання у технологіях цільових продуктів

- адаптовані до молока культури біфідобактерій (змішані культури *Bifidobacterium bifidum* BB 01+*Bifidobacterium longum* BL 01+*Bifidobacterium breve* BR 01, змішані культури *Bifidobacterium bifidum* BB 01+*Bifidobacterium longum* BL 01+*Bifidobacterium adolescentis* BA 01 та монокультури *Bifidobacterium animalis* Bb-12) з високими пробіотичними, антагоністичними й імуномодулюючими, властивостями та необхідним технологічним потенціалом;
- культури лактобактерій (змішані культури *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* + *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus* та *Lactobacillus acidophilus* La-5 + *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*) з необхідним технологічним потенціалом, високими пробіотичними властивостями (для *Lactobacillus acidophilus* La-5) та «стоп-ефектом».



1. Для виробництва ферментованих продуктів з підвищеним вмістом молочних білків можуть бути використані **біфідо-сир кисломолочний** - джерело казеїну або **концентрат сироваткових білків КСБ-УФ-65** - джерело сироваткових білків.



Продукти з підвищеним вмістом казеїну сприятимуть нарощуванню м'язової тканини, відновленню кісткової тканини, зубів, волосся тощо.



Продукти з підвищеним вмістом сироваткових білків забезпечать регенерацію клітин крові, підвищення гемоглобіну, підсилення імунітету, ефективному функціонуванню усіх життєво важливих систем організму військовослужбовців.

КСБ-УФ-65 виробляють в Україні, а технологія біфідо-сиру кисломолочного розроблена на кафедрі ТМОЖПтаІК ОНТУ.



Хімічний склад, органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники біфідо-сиру кисломолочного

Найменування показника	Характеристика та значення показника
Смак та запах	Чистий, кисломолочний, без сторонніх присмаків та запахів
Консистенція та зовнішній вигляд	Однорідна, мажуча, без крупінчастості
Колір	Кремовий, однорідний по всій масі продукту
Масова частка сухих речовин, %	33,0
в т.ч.	
жиру	15,0
білка	15,2
лактози	1,2
Масова частка вологи, %	67,0
Активна кислотність, рН	5,2
Титрована кислотність, °Т	160
Температура, °С	4,0
Пероксидаза	відсутня
Кількість життєздатних клітин, КУО/г:	
ММЛ	$(4,0-7,0) \cdot 10^9$
біфідобактерій	$(2,7-3,5) \cdot 10^9$
дріжджів	<10
плісень	<10
БГКП (колі-форми) в 0,3 г	відсутні
Бактерії роду Сальмонелла в 25 г	відсутні



Хімічний склад, органолептичні, фізико-хімічні та мікробіологічні показники КСБ-УФ-65

Найменування показника	Характеристика та значення показника
Смак та запах	Чистий, характерний для свіжої пастеризованої сироватки, без сторонніх присмаків та запахів
Консистенція та зовнішній вигляд	Дрібно розпилений сухий порошок. Допускається незначна кількість комків, які легко розсипаються при механічній дії
Колір	Світло-кремовий, однорідний по всій масі продукту
Масова частка сухих речовин, %	96,0
в т.ч.	
жиру	1,0
білка	65,0
лактози	26,4
Масова частка вологи, %	4,0
Активна кислотність, рН, не менше	6,4
Титрована кислотність, °Т, не більше	18,0
Чистота, група, не нижче	I
Індекс розчинності, см ³ сирого осаду, не більше	0,15
Кількість МАФАНМ, КУО/г, не більше	$5 \cdot 10^3$
БГКП (колі-форми) в 0,1 г	не допускаються
Бактерії роду Сальмонелла в 25 г	не допускаються



2. Оптимізація жирнокислотного складу цільових продуктів

Біологічна ефективність жирів визначається співвідношенням в них насичених (НЖК), мононенасичених (МНЖК) і поліненасичених (ПНЖК) жирних кислот.

Різні вчені-фізіологи й дієтологи рекомендують різний вміст і співвідношення жирних кислот у складі еталонного жиру. За різними літературними даними, оптимальними у харчуванні здорової дорослої людини є наступні співвідношення НЖК : МНЖК : ПНЖК – 1,0 : 1,0 : 1,0; 0,3 : 0,6 : 0,1; 0,45 : 0,45 : 0,10.

Жоден з природних жирів, за виключенням оливкової олії, не містить оптимального набору жирних кислот. Тому в продуктах «здорового харчування», у т.ч. в продуктах для реабілітації військовослужбовців зі збалансованим жирнокислотним складом необхідно модифікувати жирову складову.

Найбільш простим і безпечним в технічному, економічному та екологічному відношенні способом отримання жирів з оптимальним жирнокислотним складом є їх змішування, або купажування.

Для оптимізації жирнокислотного складу комбінованих десертів для військовослужбовців використовували математичне моделювання методом симплекс-центроїдних планів.



Оптимізація жирнокислотного складу цільових продуктів

Зведений жирнокислотний склад об'єктів моделювання

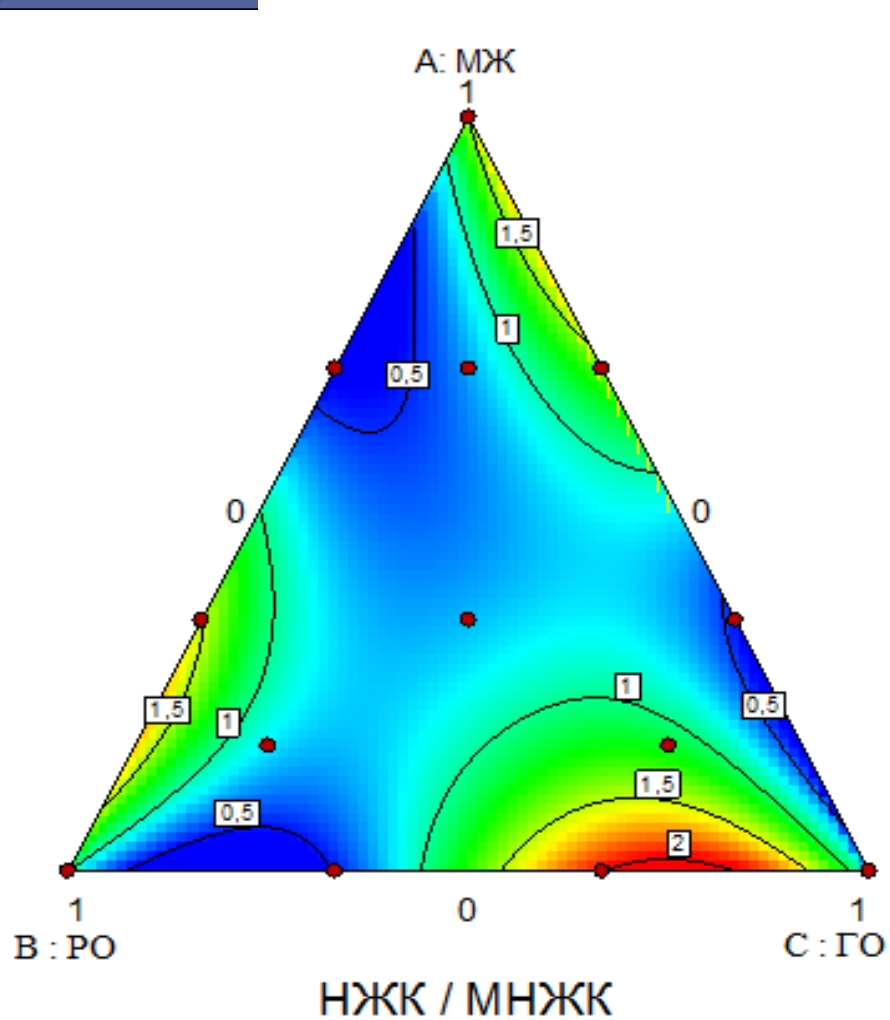
Найменування об'єкта моделювання	Вміст НЖК	Вміст МНЖК	Вміст ПНЖК	Співвідношення С18:2 / С18:3
Об'єкт А – молочний жир (МЖ)	0,63	0,31	0,06	2,80
Об'єкт В – олія рисових висівок (РО)	0,22	0,43	0,35	29,69
Об'єкт С – гарбузова олія (ГО)	0,14	0,32	0,54	384,9

Зведений жирнокислотний склад об'єктів моделювання

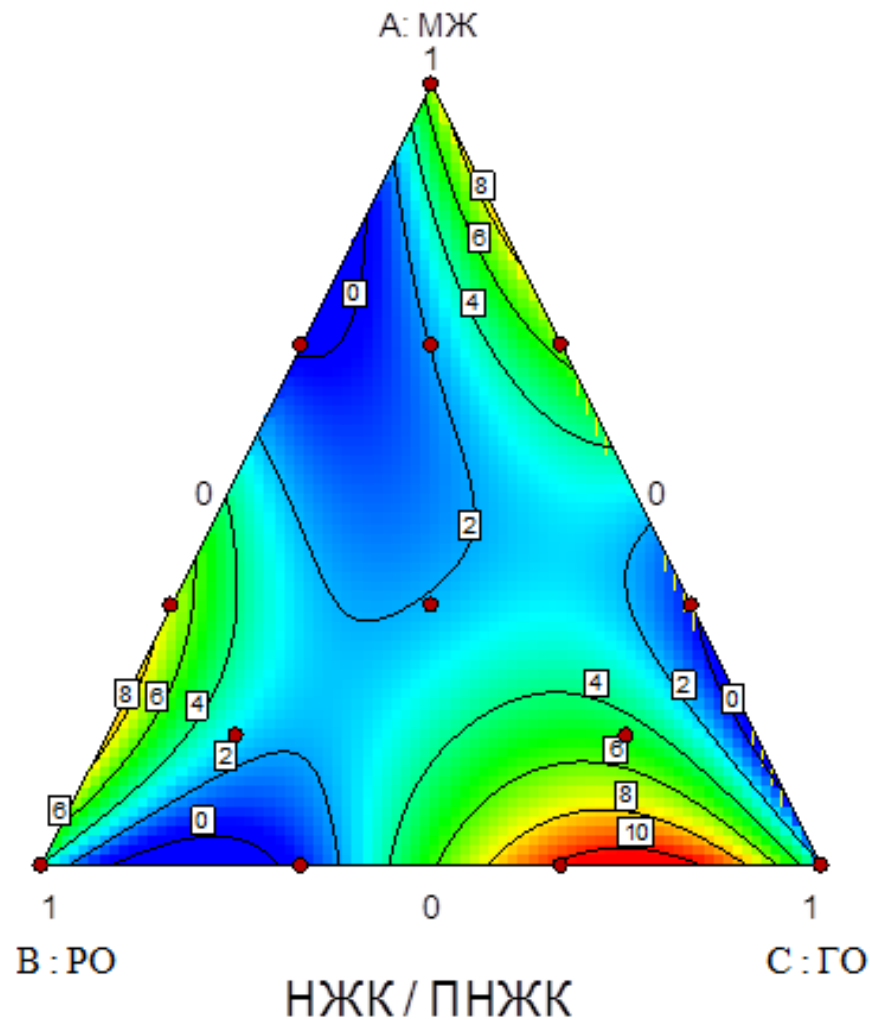
Найменування об'єкта моделювання	Вміст НЖК	Вміст МНЖК	Вміст ПНЖК	Співвідношення С18:2 / С18:3
Об'єкт А – молочний жир (МЖ)	0,63	0,31	0,06	2,80
Об'єкт В – високоолеїнова соняшникова рафінована дезодорована олія (ВОСО)	0,10	0,80	0,10	30,00
Об'єкт С – олія шипшини (ОШ)	0,06	0,14	0,80	0,83



Тернарні графіки при комбінуванні молочного, рисового та гарбузового жирів



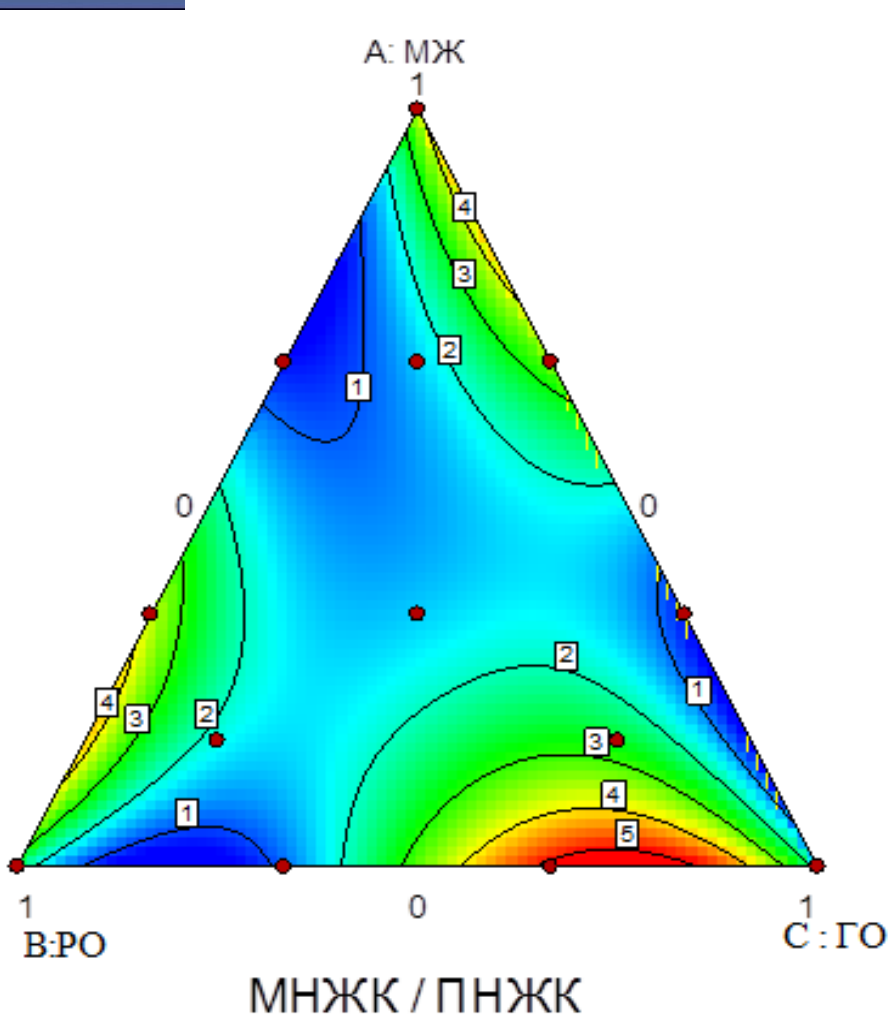
співвідношення
НЖК / МНЖК



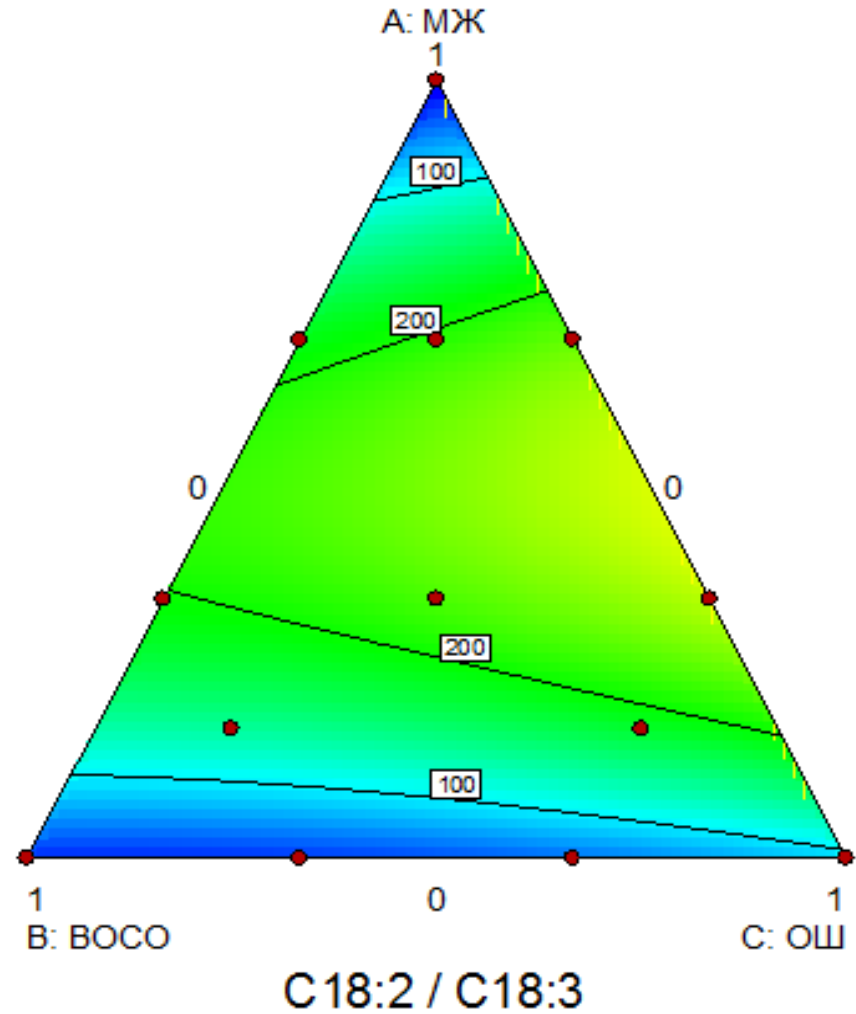
співвідношення
НЖК / ПНЖК



Тернарні графіки при комбінуванні молочного, рисового та гарбузового жирів



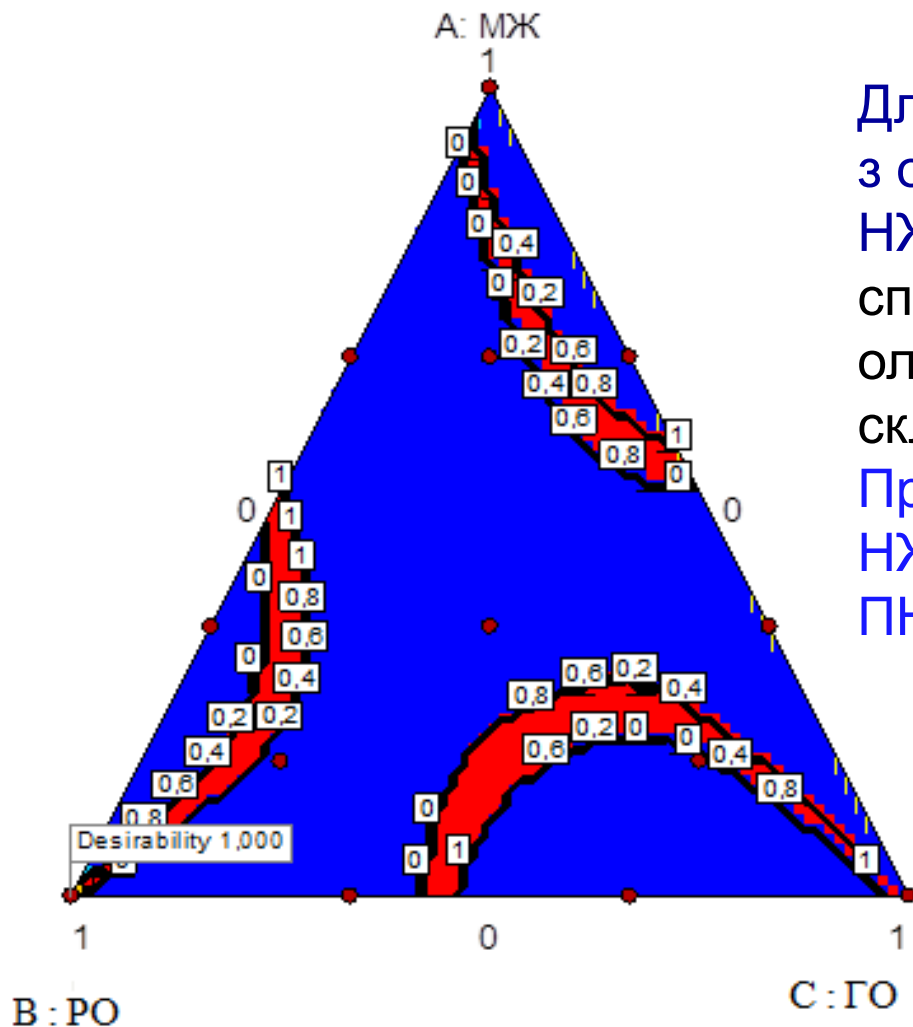
співвідношення
МНЖК / ПНЖК



співвідношення
C18:2 / C18:3



Область оптимального жирнокислотного складу комбінованих продуктів зі збалансованим жирнокислотним складом для військовослужбовців, отриманих при комбінуванні молочного, рисових та гарбузового жирів



Для виробництва цільових продуктів з оптимальним співвідношенням НЖК : МНЖК : ПНЖК

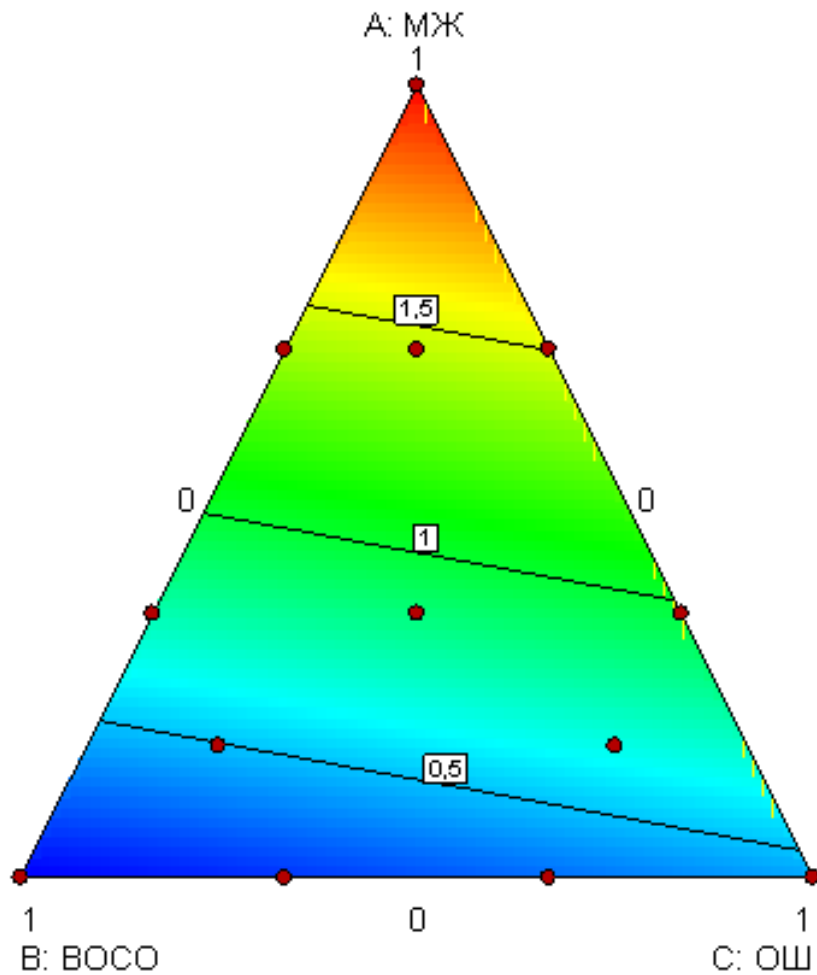
співвідношення молочного жиру : олії рисових висівок : гарбузової олії складає 20,2 : 70,5 : 9,3.

При цьому співвідношення НЖК / МНЖК складає 1,098; МНЖК / ПНЖК – 2,585; НЖК / ПНЖК – 4,472

**НЖК:МНЖК:ПНЖК –
0,442:0,403:0,155**

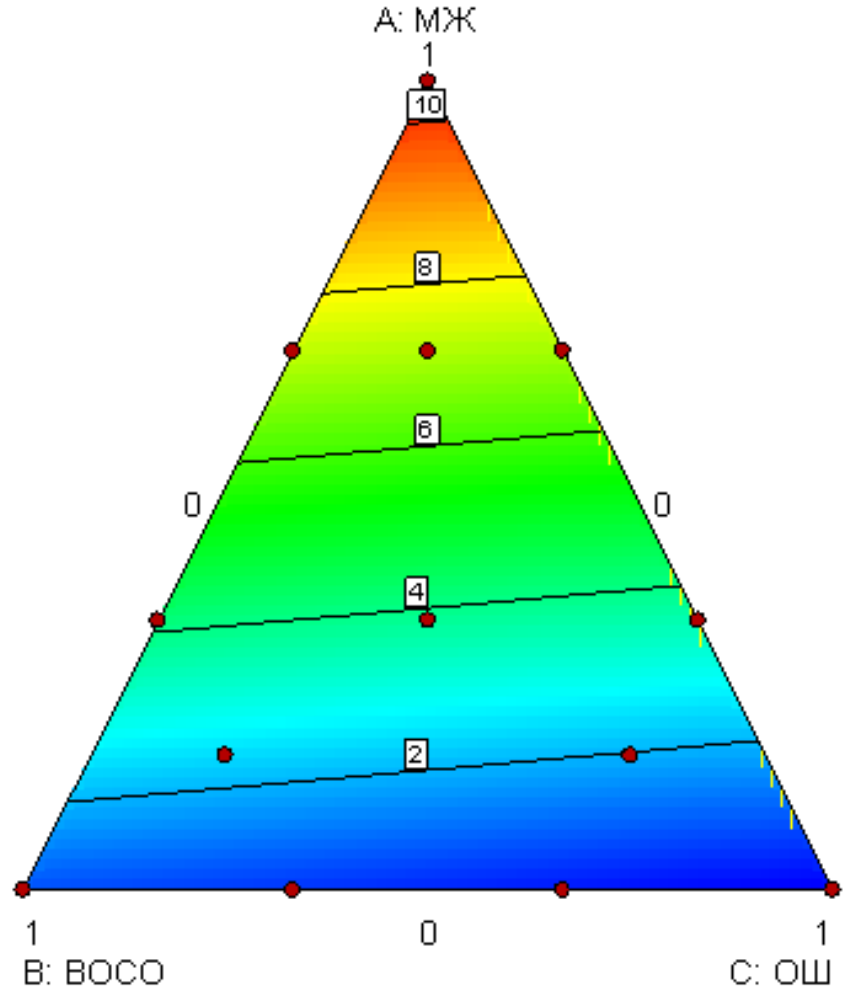


Тернарні графіки при комбінуванні молочного, високоолеїнового соняшникового та шипшинового жирів



НЖК / МНЖК

співвідношення НЖК / МНЖК

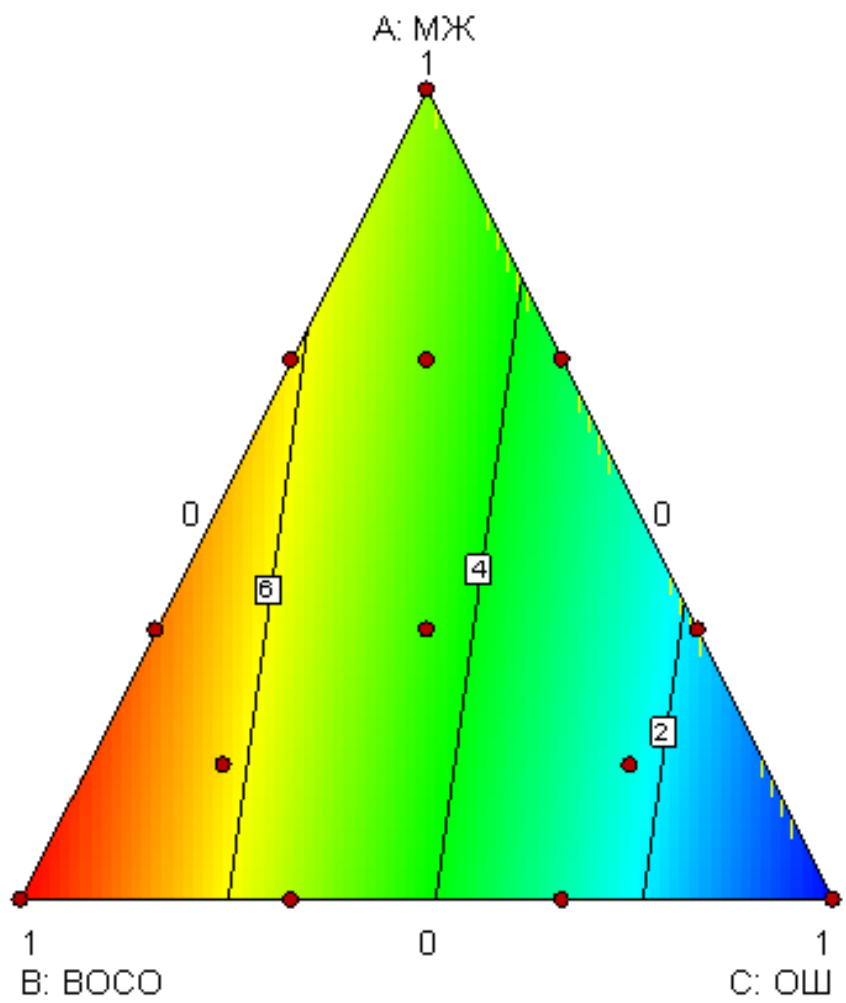


НЖК / ПНЖК

співвідношення НЖК / ПНЖК

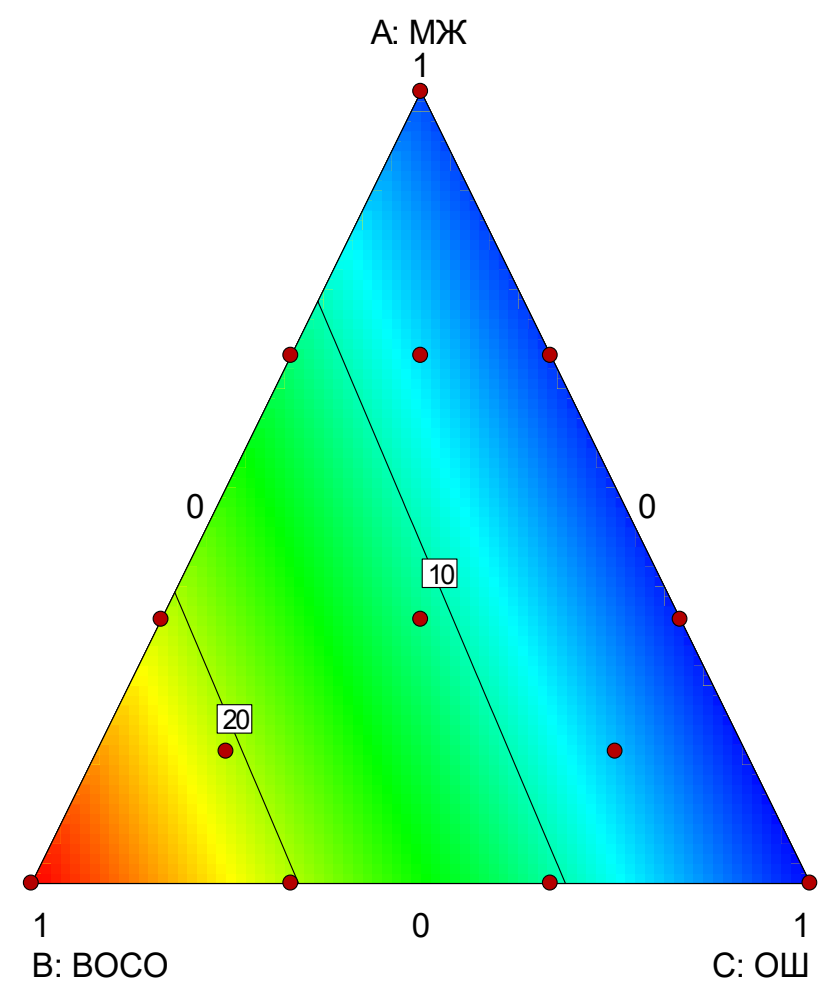


Тернарні графіки при комбінуванні молочного, високоолеїнового соняшникового та шипшинового жирів



МНЖК / ПНЖК

співвідношення МНЖК / ПНЖК

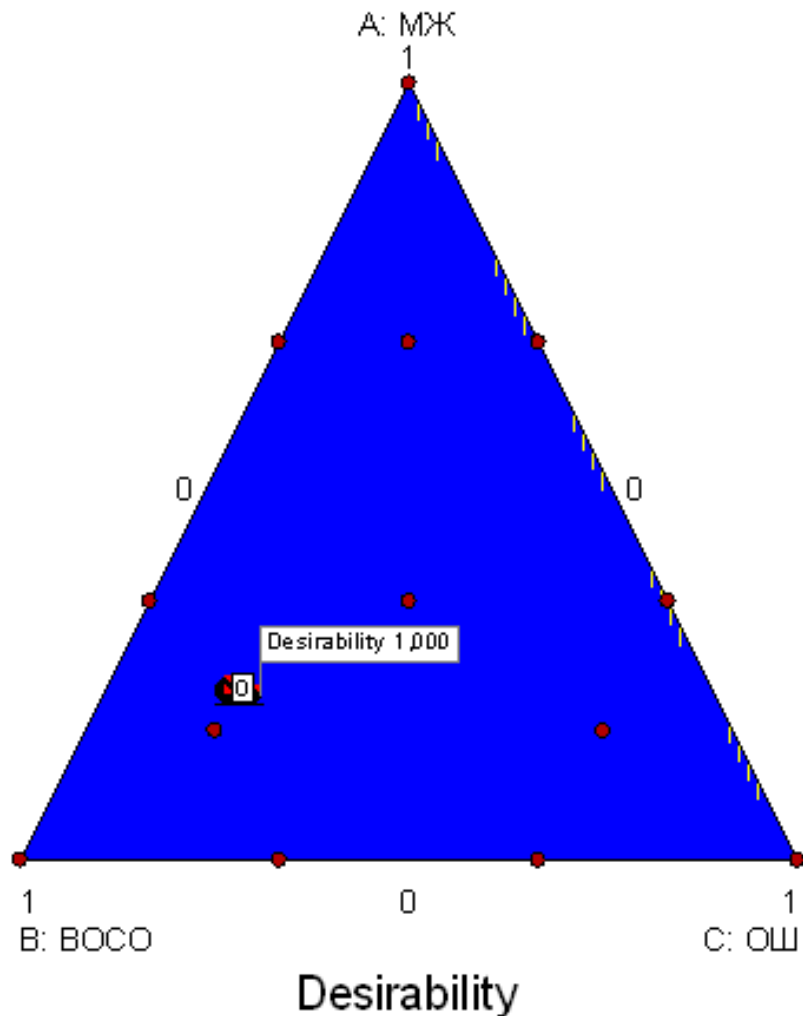


C18:2 / C18:3

співвідношення C18:2 / C18:3 ₂₀



Область оптимального жирнокислотного складу комбінованих продуктів зі збалансованим жирнокислотним складом для військовослужбовців, отриманих при комбінуванні молочного, високоолеїнового соняшникового та шипшинового жирів



Для виробництва цільових продуктів з оптимальним співвідношенням НЖК : МНЖК : ПНЖК співвідношення молочного жиру : високоолеїнової рафінованої дезодорованої соняшникової олії : олії шипшини повинно складати (20,88–22,22) : (58,39–63,07) : (16,05–20,33).

При цьому співвідношення **НЖК : МНЖК : ПНЖК** наближається до рекомендованого нормами нутриціології **0,3 : 0,6 : 0,1**



3. Оптимізація складу молочно-спельтової основи для виробництва цільових продуктів та кількості закваски для її ферментації

Для вирішення поставленого завдання оптимізації було використано методологію поверхні відклику.

Мета оптимізації – визначення оптимального вмісту борошна спельти і фруктози у складі молочно-спельтової суміші та вихідної концентрації закваски *FD DVS ABT-2* для її ферментації.

Критерії оптимізації - Lg концентрації життєздатних клітин *B. animalis Bb-12* у ферментованому згустку (LgC_{66}), Lg концентрації життєздатних клітин лактобактерій (*S. thermophilus* + *L. acidophilus*) у ферментованому згустку ($LgC_{лб}$), титрована кислотність згустку ($TK, ^\circ T$), органолептичні показники (ОП), синерезис згустку (СЗ), а також комплексний показник якості ($КПЯ$ – показник, який враховує сукупний вплив одиничних показників, а також їх коефіцієнтів вагомості (M_j)).

Незалежні факторами, що варіювались, в експерименті - кількість закваски *FD DVS ABT-2* ($Kз, 70–130$ ум.од.акт.), масова частку борошна спельти ($Сбс, 1–6$ %), масову частку фруктози ($Сф, 0,1–1,6$ %).



Для моделювання Lg концентрації ББ у згустку ($LgC_{\delta\delta}$), Lg концентрації ЛБ у згустку ($LgC_{\lambda\delta}$), титрованої кислотності згустку (TK , °Т), органолептичних показників ($ОП$, бали), синерезису згустку ($СЗ$, %) і комплексного показника якості ($КПЯ$) було обрано функцію відклику, яка має вигляд полінома другого ступеню:

$$LgC_{\delta\delta} = b_0 + b_1 \cdot C\phi + b_{11} \cdot C\phi^2 + b_2 \cdot C\delta c + b_{22} \cdot C\delta c^2 + b_3 \cdot Kз + \\ + b_{33} \cdot Kз^2 + b_{12} \cdot C\phi \cdot C\delta c + b_{13} \cdot C\phi \cdot Kз + b_{23} \cdot C\delta c \cdot Kз$$

$$LgC_{\lambda\delta} = b_0 + b_1 \cdot C\phi + b_{11} \cdot C\phi^2 + b_2 \cdot C\delta c + b_{22} \cdot C\delta c^2 + b_3 \cdot Kз + \\ + b_{33} \cdot Kз^2 + b_{12} \cdot C\phi \cdot C\delta c + b_{13} \cdot C\phi \cdot Kз + b_{23} \cdot C\delta c \cdot Kз$$

$$TK = b_0 + b_1 \cdot C\phi + b_{11} \cdot C\phi^2 + b_2 \cdot C\delta c + b_{22} \cdot C\delta c^2 + b_3 \cdot Kз + \\ + b_{33} \cdot Kз^2 + b_{12} \cdot C\phi \cdot C\delta c + b_{13} \cdot C\phi \cdot Kз + b_{23} \cdot C\delta c \cdot Kз$$

$$СЗ = b_0 + b_1 \cdot C\phi + b_{11} \cdot C\phi^2 + b_2 \cdot C\delta c + b_{22} \cdot C\delta c^2 + b_3 \cdot Kз + \\ + b_{33} \cdot Kз^2 + b_{12} \cdot C\phi \cdot C\delta c + b_{13} \cdot C\phi \cdot Kз + b_{23} \cdot C\delta c \cdot Kз$$

$$ОП = b_0 + b_1 \cdot C\phi + b_{11} \cdot C\phi^2 + b_2 \cdot C\delta c + b_{22} \cdot C\delta c^2 + b_3 \cdot Kз + \\ + b_{33} \cdot Kз^2 + b_{12} \cdot C\phi \cdot C\delta c + b_{13} \cdot C\phi \cdot Kз + b_{23} \cdot C\delta c \cdot Kз$$

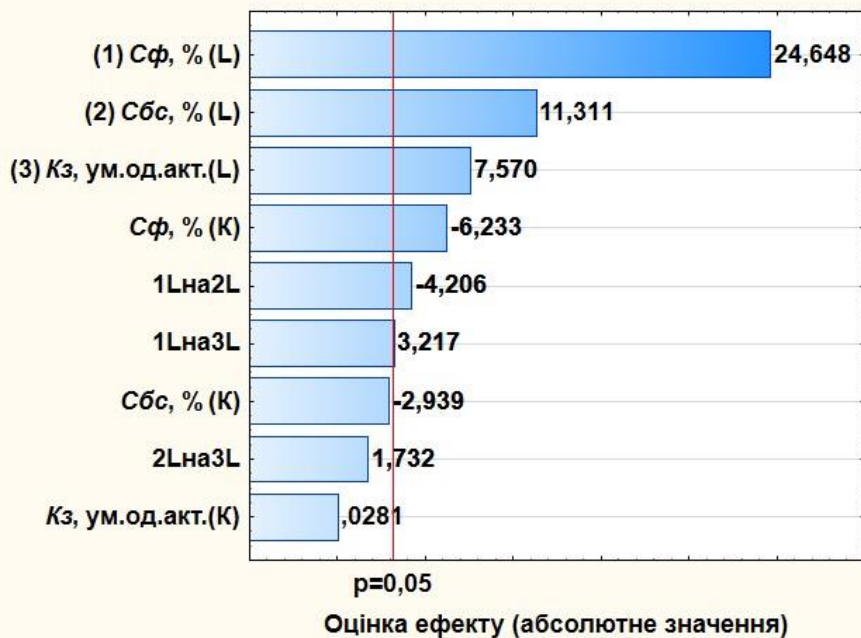


Матриця планування та функції відклику

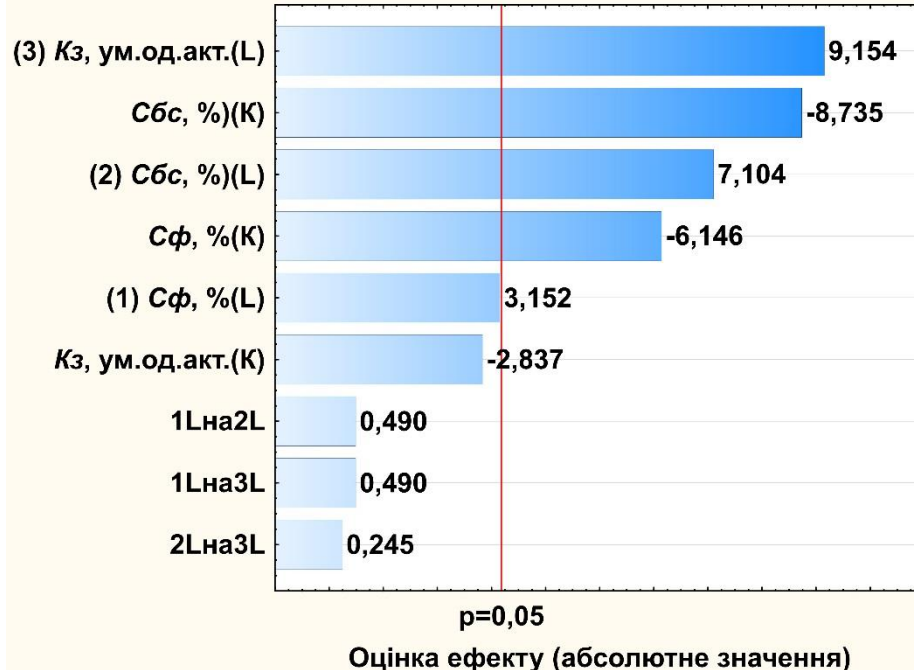
Номер досліджу	Масова частка фруктози (Сф)		Масова частка борошна спельти (Сбс), %		Кількість закваски FD DVS ABT-2 (Кз),		LgСбб у згустку	LgСлб у згустку	ТК, °Т	ОП, бали	СЗ, %
	Кодовий рівень	%	Кодовий рівень	%	Кодовий рівень	ум. од. акт.					
1	-1	0,40	-1	2,01	-1	82,16	8,40	8,11	90,0	17,0	21,0
2	-1	0,40	-1	2,01	+1	117,84	8,60	8,25	98,0	17,5	24,0
3	+1	1,30	-1	2,01	-1	82,16	9,25	8,13	92,0	18,0	24,0
4	+1	1,30	-1	2,01	+1	117,84	9,60	8,40	100,0	18,0	20,0
5	-1	0,40	+1	4,99	-1	82,16	8,90	8,25	110,0	18,0	13,0
6	-1	0,40	+1	4,99	+1	117,84	9,13	8,50	106,0	17,5	18,0
7	+1	1,30	+1	4,99	-1	82,16	9,30	8,40	105,0	18,0	12,0
8	+1	1,30	+1	4,99	+1	117,84	9,90	8,60	96,0	18,0	13,0
9	0	0,85	-1,682	1,00	0	100,00	8,70	8,11	90,0	15,0	22,0
10	0	0,85	+1,682	6,00	0	100,00	9,30	8,50	106,0	15,5	10,0
11	-1,682	0,10	0	3,50	0	100,00	8,20	8,35	104,0	18,0	18,0
12	+1,682	1,60	0	3,50	0	100,00	9,50	8,50	101,0	19,5	16,0
13	0	0,85	0	3,50	-1,682	70,00	9,07	8,25	103,5	18,0	20,0
14	0	0,85	0	3,50	+1,682	130,00	9,20	8,90	103,0	19,0	21,5
15	0	0,85	0	3,50	0	100,00	9,25	8,60	105,0	19,5	20,0
16	0	0,85	0	3,50	0	100,00	9,17	8,70	104,0	20,0	19,5
17	0	0,85	0	3,50	0	100,00	9,20	8,60	105,0	19,5	19,5
18	0	0,85	0	3,50	0	100,00	9,30	8,70	104,0	20,0	20,0



$LgCбб$



$LgCлб$



$$LgCбб = 7,37 + 1,27 \cdot Cф - 0,46 \cdot Cф^2 + 0,23 \cdot Cбс - 0,0003 \cdot Кз - 0,13 \cdot Cф \cdot Cбс + 0,01 \cdot Cф \cdot Кз$$

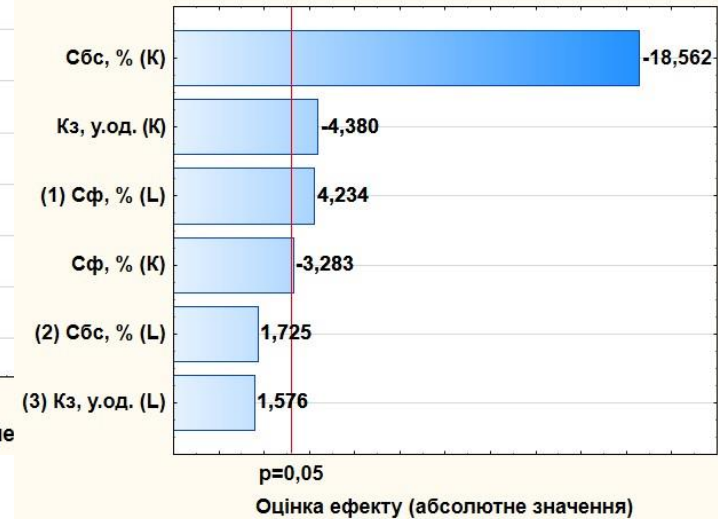
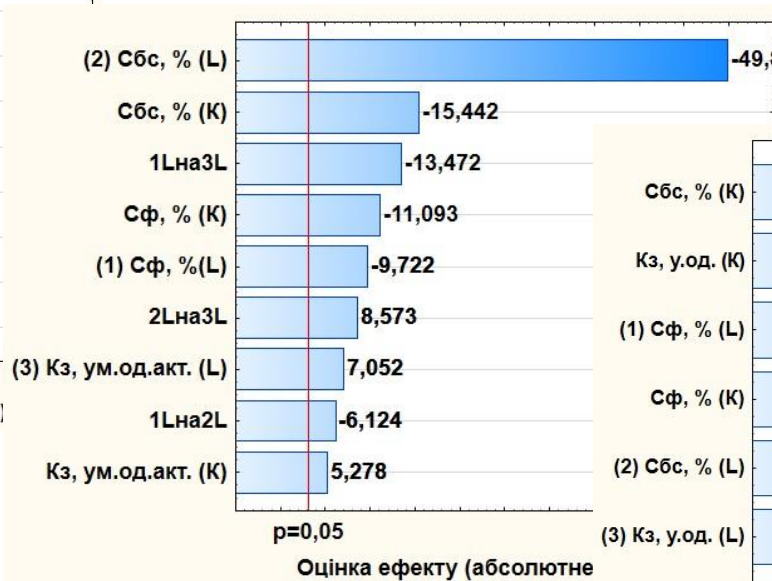
$$LgCлб = 8,6 + 0,1 \cdot Cф - 0,18 \cdot Cф^2 + 0,22 \cdot Cбс - 0,27 \cdot Cбс^2 + 0,29 \cdot Кз$$



TK

C3

ОП



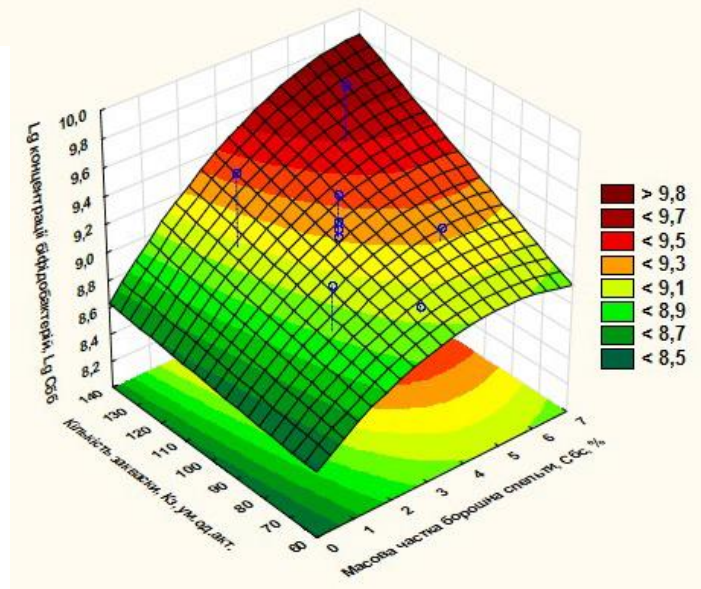
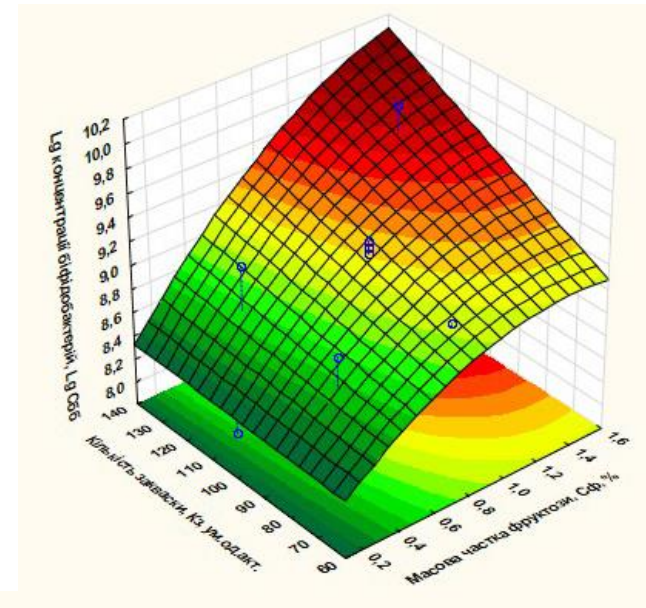
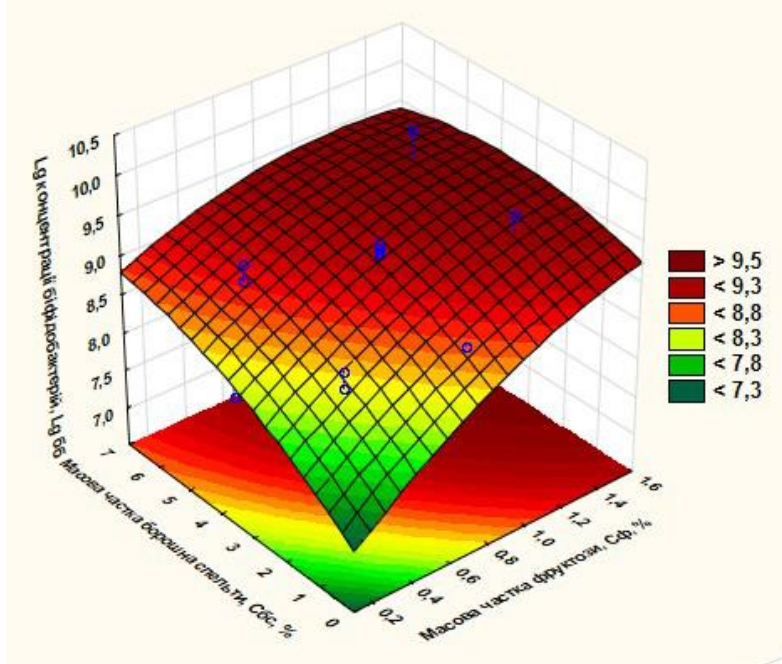
$$TK = 47,4 + 16 \cdot C\phi - 3,7 \cdot C\phi^2 + 25,4 \cdot C\bar{c} - 1,05 \cdot C\bar{c}^2 + 0,002 \cdot Kз^2 - 3,54 \cdot C\phi \cdot C\bar{c} - 0,12 \cdot C\bar{c} \cdot Kз$$

$$C3 = 24,7 + 26,4 \cdot C\phi - 4,5 \cdot C\phi^2 - 1,15 b_3 \cdot C\bar{c} - 0,57 \cdot C\bar{c}^2 - 0,2 \cdot Kз + 0,001 \cdot Kз^2 - 0,93 \cdot C\phi \cdot C\bar{c} - 0,17 \cdot C\phi \cdot Kз + 0,03 \cdot C\bar{c} \cdot Kз$$

$$OP = 17,5 + 0,35 \cdot C\phi + 0,23 \cdot C\phi^2 - 0,02 \cdot C\bar{c}^2 + 0,00003 \cdot Kз^2$$

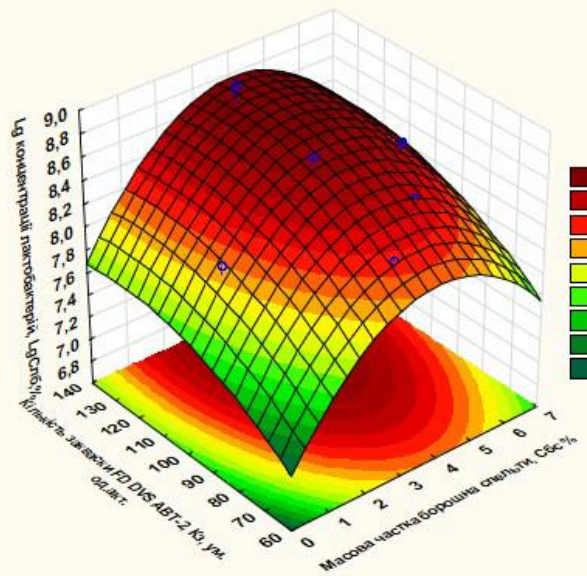
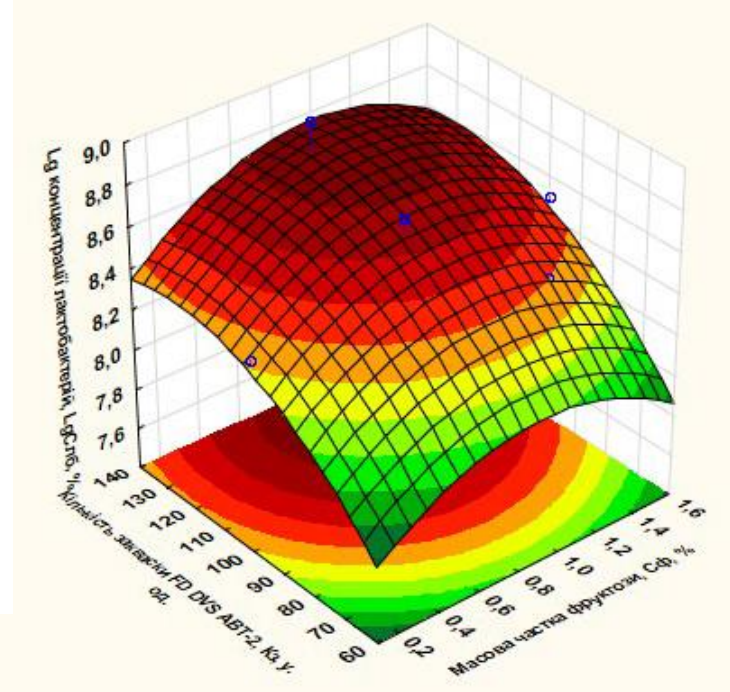
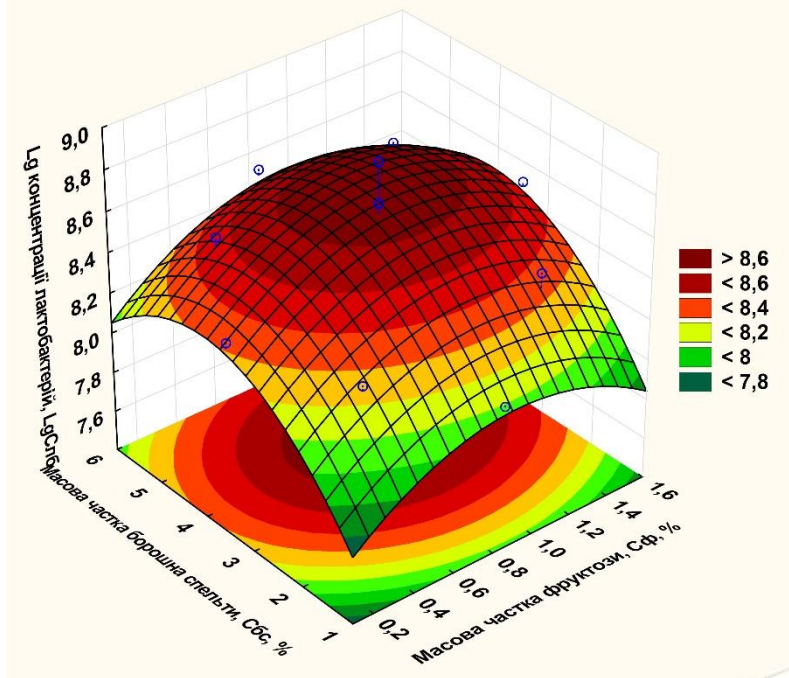


Зміна логарифму десяткової кількості життєздатних клітин біфідобактерій у згустку ($LgC_{бб}$) від вихідних параметрів оптимізації



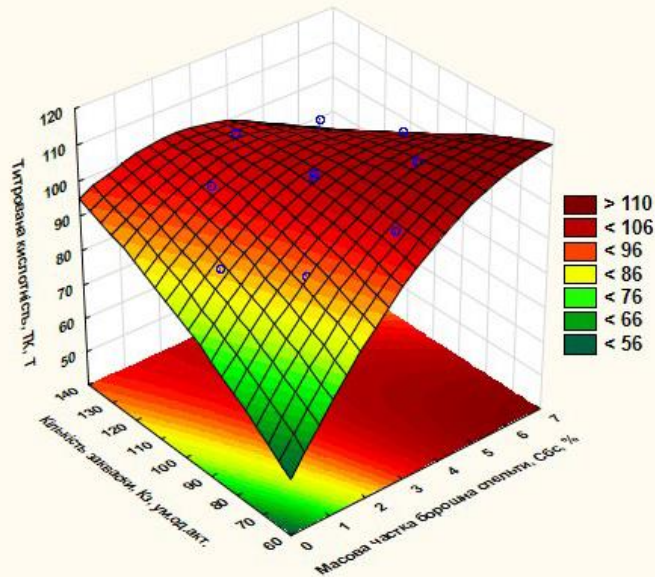
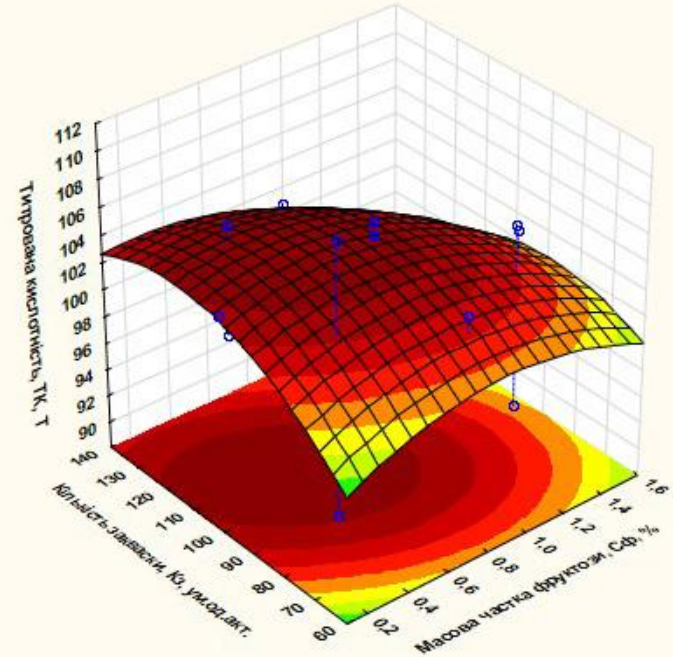
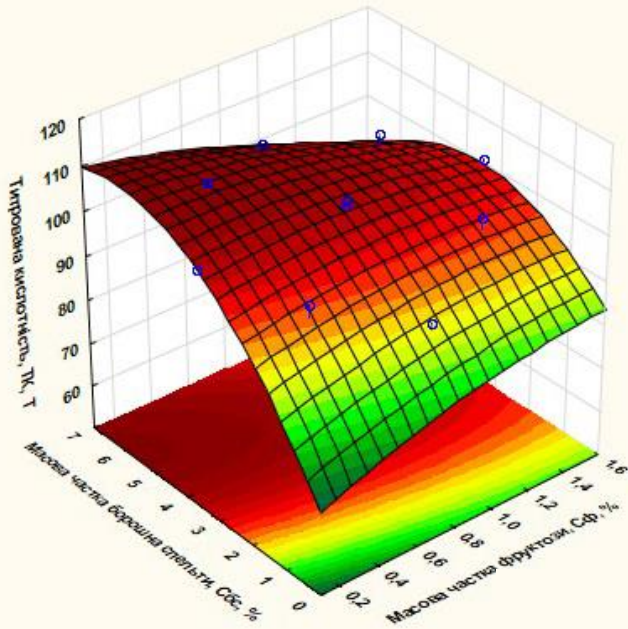


Зміна логарифму десяткового кількості життєздатних клітин лактобактерій у згустку ($LgSlb$) від вихідних параметрів оптимізації



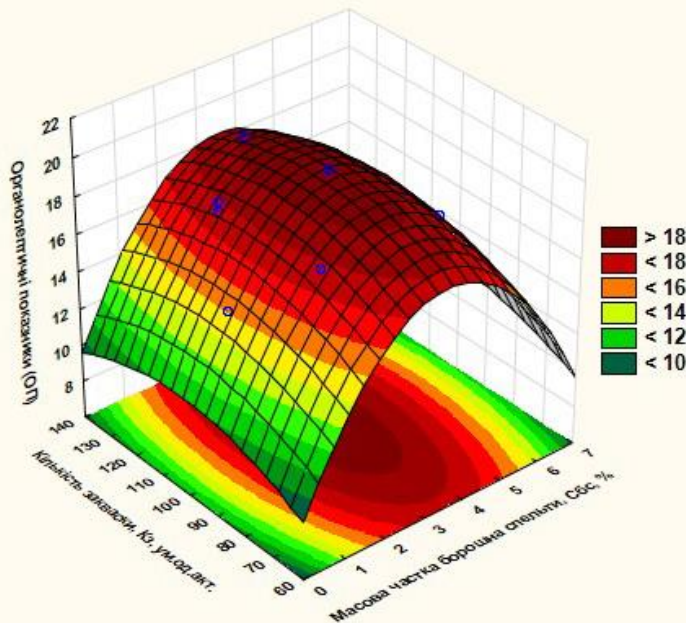
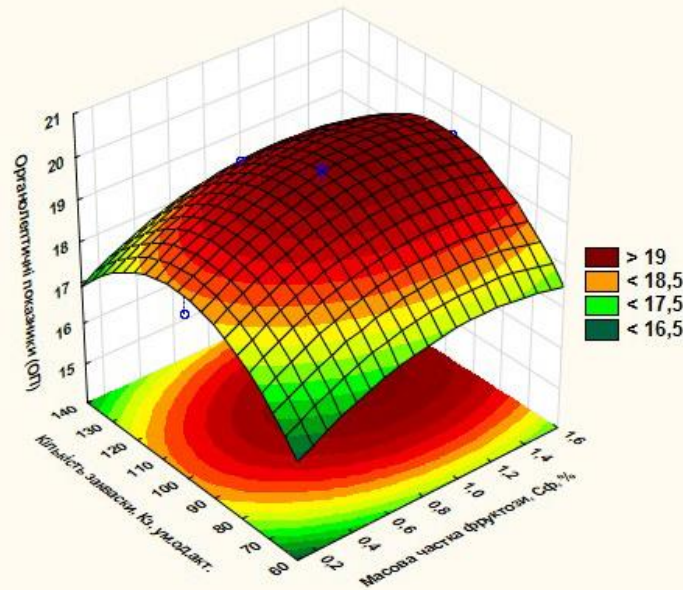
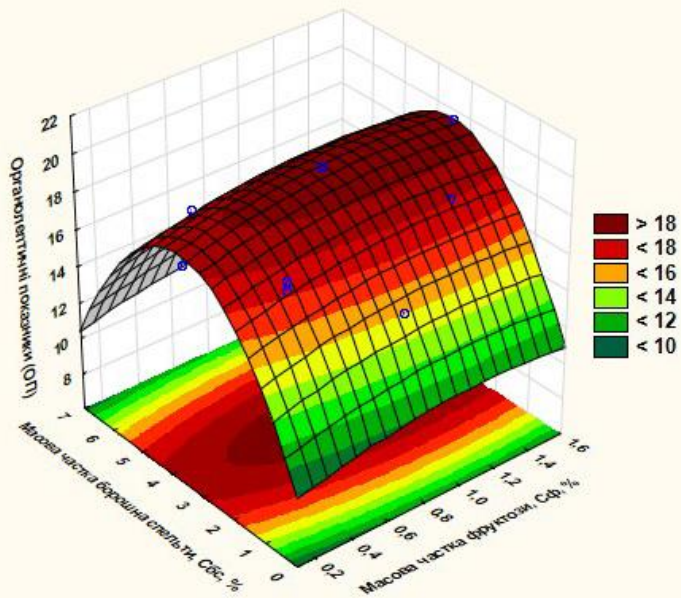


Зміна титрованої кислотності згустку (ТК, °Т) від вихідних параметрів оптимізації



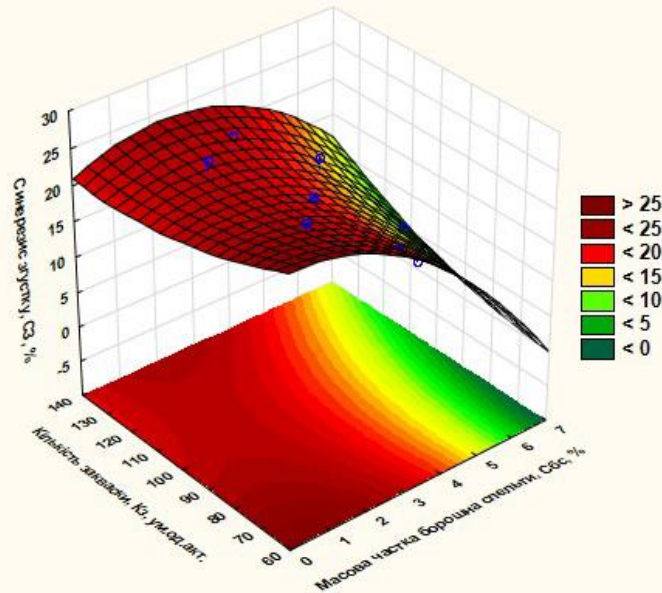
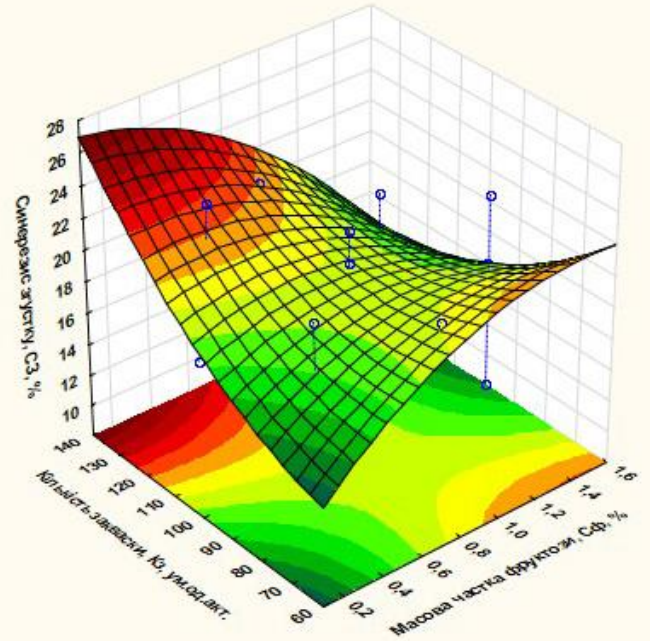
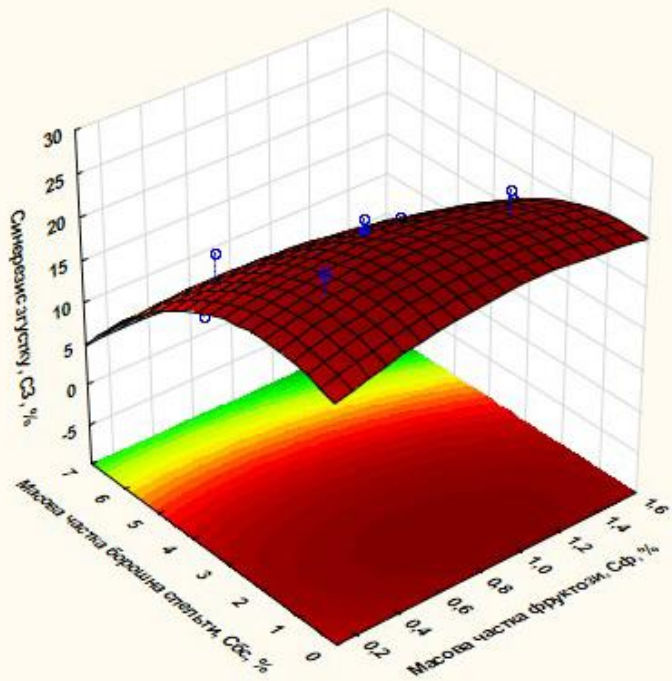


Зміна органолептичних показників згустку (ОП, бали) від вихідних параметрів оптимізації





Зміна синерезису згустку (СЗ, %) від вихідних параметрів оптимізації





Визначення комплексного показника якості (КПЯ)

$$КПЯ = K_1 \cdot LgCббвм + K_2 \cdot LgCлбвм + K_3 \cdot ОПвм + K_4 \cdot CЗвм + K_5 \cdot ТКвм$$

де $LgCббвм$, $LgCлбвм$, $ТКвм$, $ОПвм$, $CЗвм$ – десятковий логарифм концентрації монокультур *B. animalis Bb-12* у згустку, десятковий логарифм концентрації змішаних культур *S. thermophilus* + *L. acidophilus*, титрована кислотність, органолептичні показники, синерезис згустку, переведені у відмасштабовані значення;

K_1, K_2, K_3, K_4, K_5 – коефіцієнти вагомості зазначених одиничних показників, відповідно

$$K_1=0,3; \quad K_2=0,2; \quad K_3=0,3, \quad K_4=0,1, \quad K_5=0,1$$

Для переведення одиничних показників у діапазон [1; 10] вихідні дані, наведені в табл. 3.1, масштабували за виразами

для максимізації даних (для $LgCбб$, $LgCлб$, $ОП$):

$$y = \frac{(y_{\max} - y_{\min}) \cdot (x - x_{\min})}{x_{\max} - x_{\min}} + y_{\min}$$

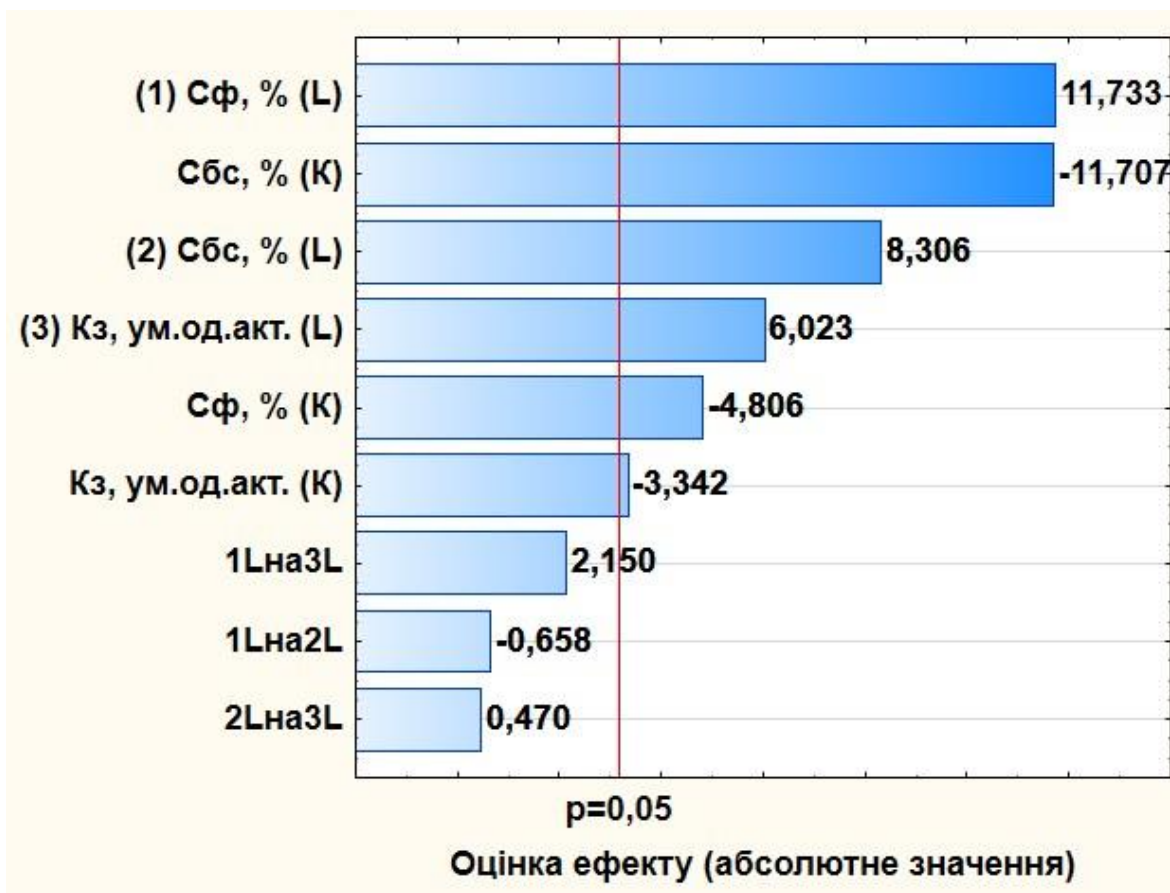
для мінімізації даних (для $CЗ$ та $ТК$):

$$y = y_{\max} - \frac{(y_{\max} - y_{\min}) \cdot (x - x_{\min})}{x_{\max} - x_{\min}}$$



Відмасштабовані значення одиничних показників якості ферментованих молочно-спельтових згустків та розраховані значення комплексного показника якості

Номер досліду	Lg концентрації життєздатних клітин <i>B. animalis</i> Bb-12 у згустку відмасштабований (LgСббвм)	Lg концентрації життєздатних клітин лактобактерій у згустку відмасштабований (LgСлбвм)	Титрована кислотність згустку відмасштабована (ТКвм)	Органолептичні показники відмасштабовані (ОПвм)	Синерезис згустку відмасштабований (СЗвм)	Комплексний показник якості (КПЯ)
1	3,08	5,21	6,95	5,30	2,27	4,48
2	3,77	6,12	5,39	5,88	1,00	4,76
3	6,02	5,34	6,56	6,46	1,00	5,57
4	7,23	7,09	5,00	6,46	2,69	6,29
5	4,81	6,12	3,05	6,46	5,65	5,47
6	5,60	7,73	3,83	5,88	3,54	5,73
7	6,19	7,09	4,03	6,46	6,07	6,22
8	8,27	8,38	5,78	6,46	5,65	7,24
9	4,12	5,21	6,95	2,98	1,85	4,05
10	6,19	7,73	3,83	3,56	6,92	5,55
11	2,38	6,76	4,22	6,46	3,54	4,78
12	6,88	7,73	4,80	8,20	4,38	6,99
13	5,40	6,12	4,32	6,46	2,69	5,48
14	5,85	10,32	4,41	7,62	2,06	6,75
15	6,02	8,38	4,03	8,20	2,69	6,61
16	5,74	9,03	4,22	8,78	2,90	6,87
17	5,85	8,38	4,03	8,20	2,90	6,58
18	6,19	9,03	4,22	8,78	2,69	6,99

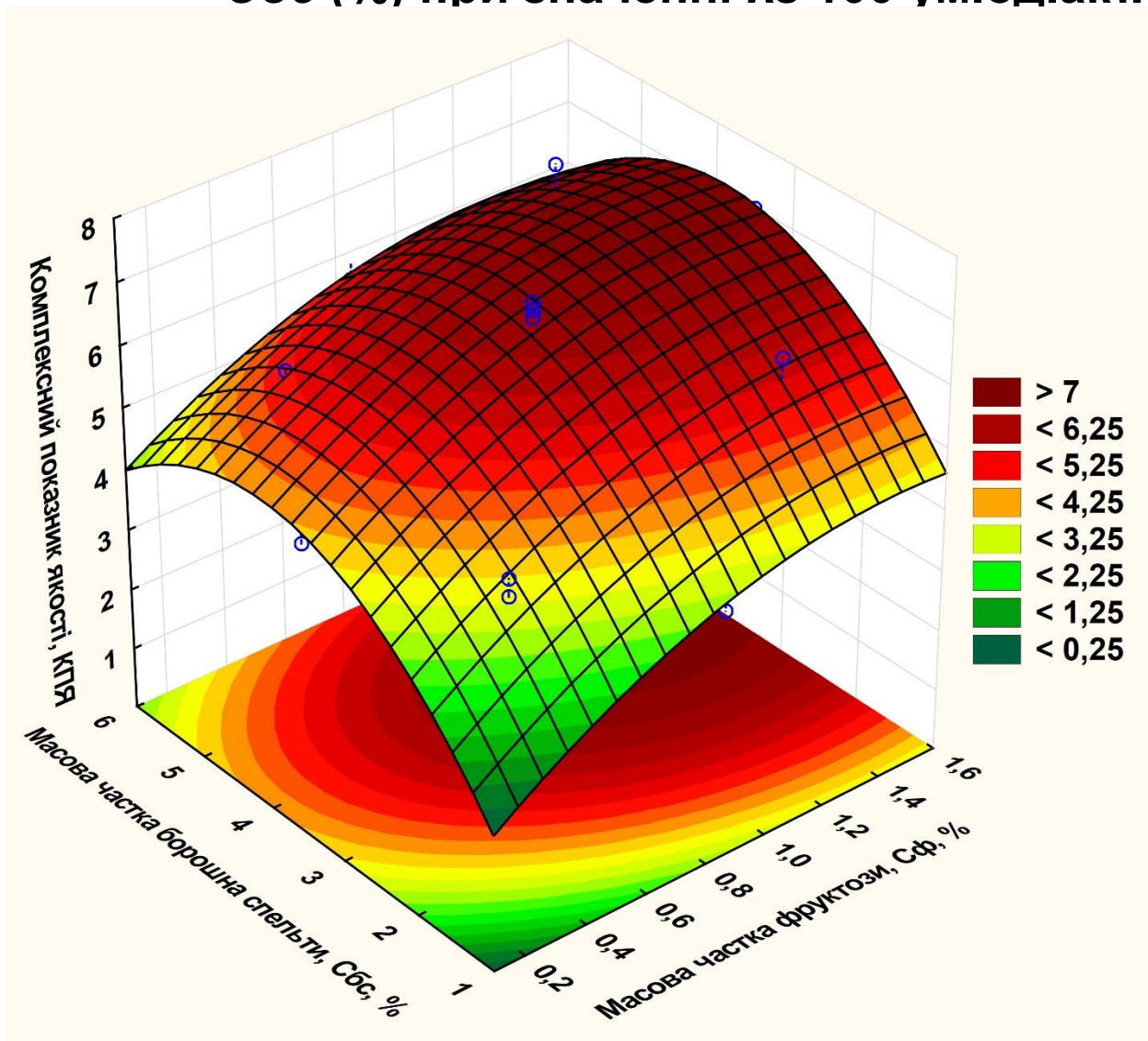


$$КПЯ = -7,732 + 3,685 \cdot C\phi - 1,342 \cdot C\phi^2 + 2,363 \cdot Cбс - 0,294 \cdot Cбс^2 + 0,135 \cdot Кз - 0,001 \cdot Кз^2$$

$$R^2 = 0,96813; \quad R^2_{adj} = 0,95075$$

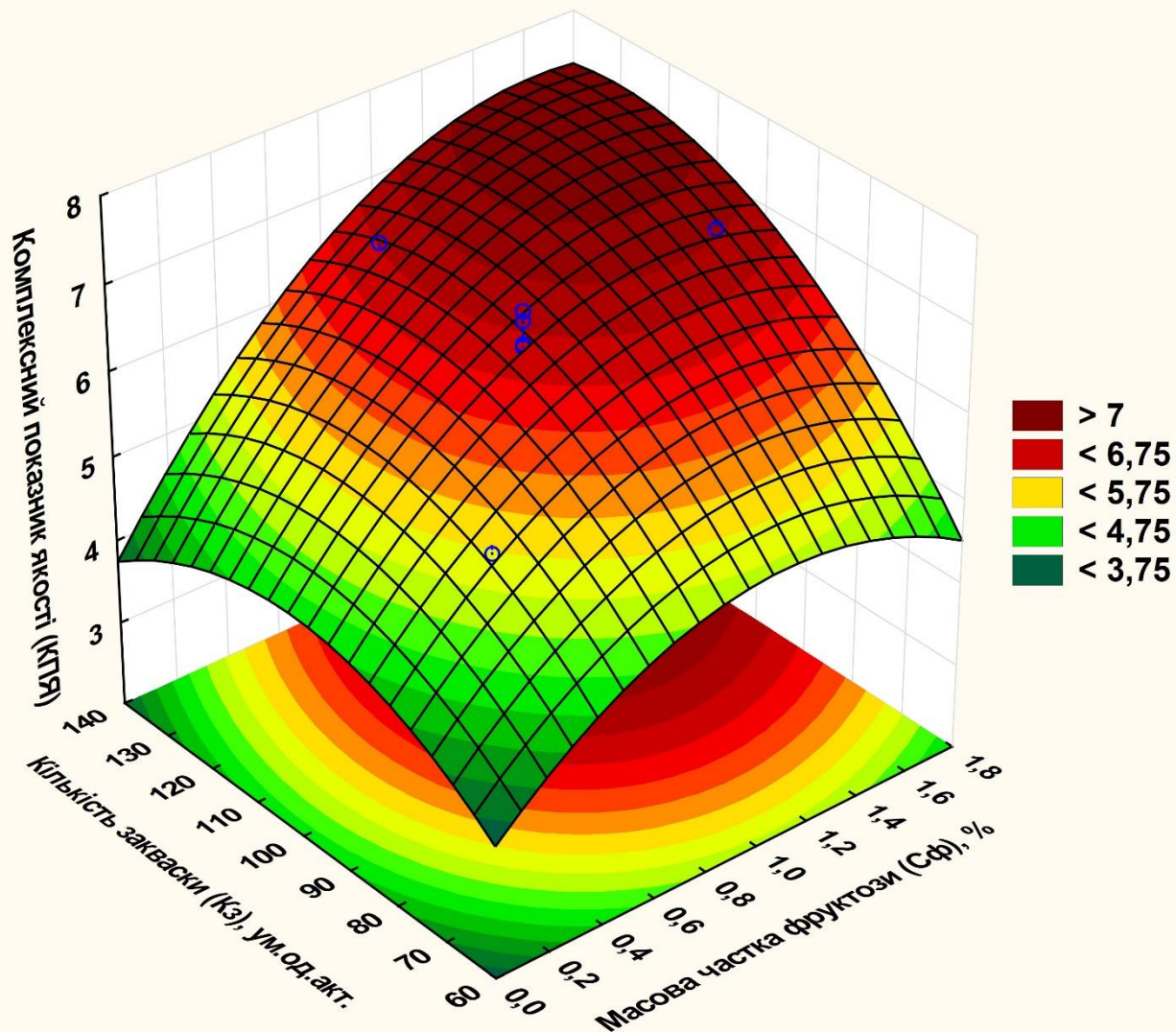


Залежність КПА ферментованих молочно-спельтових згустків від S_f (%) та S_{bc} (%) при значенні K_3 100 ум.од.акт.



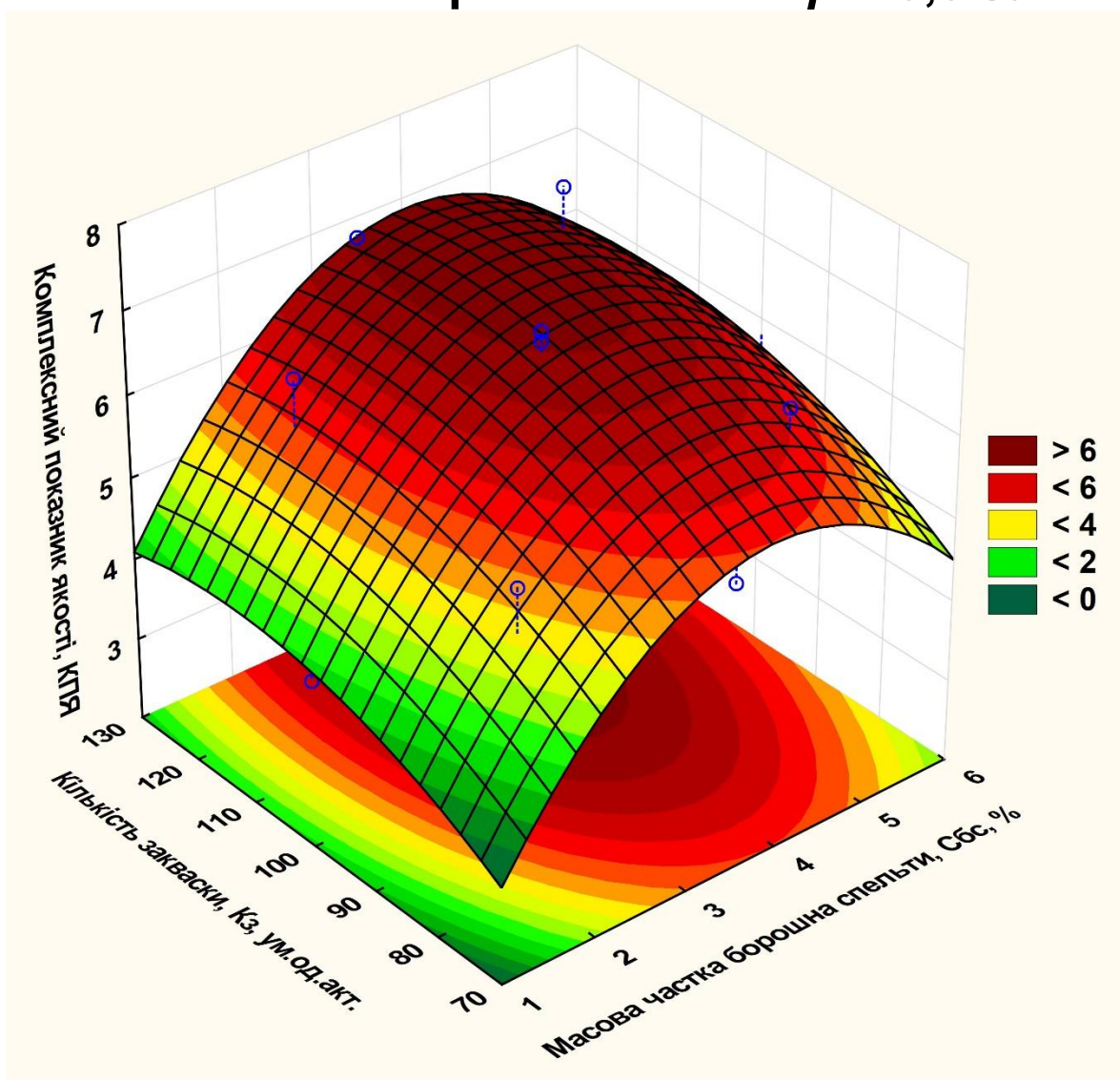


Залежність КПЯ ферментованих молочно-спельтових згустків від K_3 (ум.од.акт.) та C_f (%) при значенні $C_{bc} = 3,5 \%$





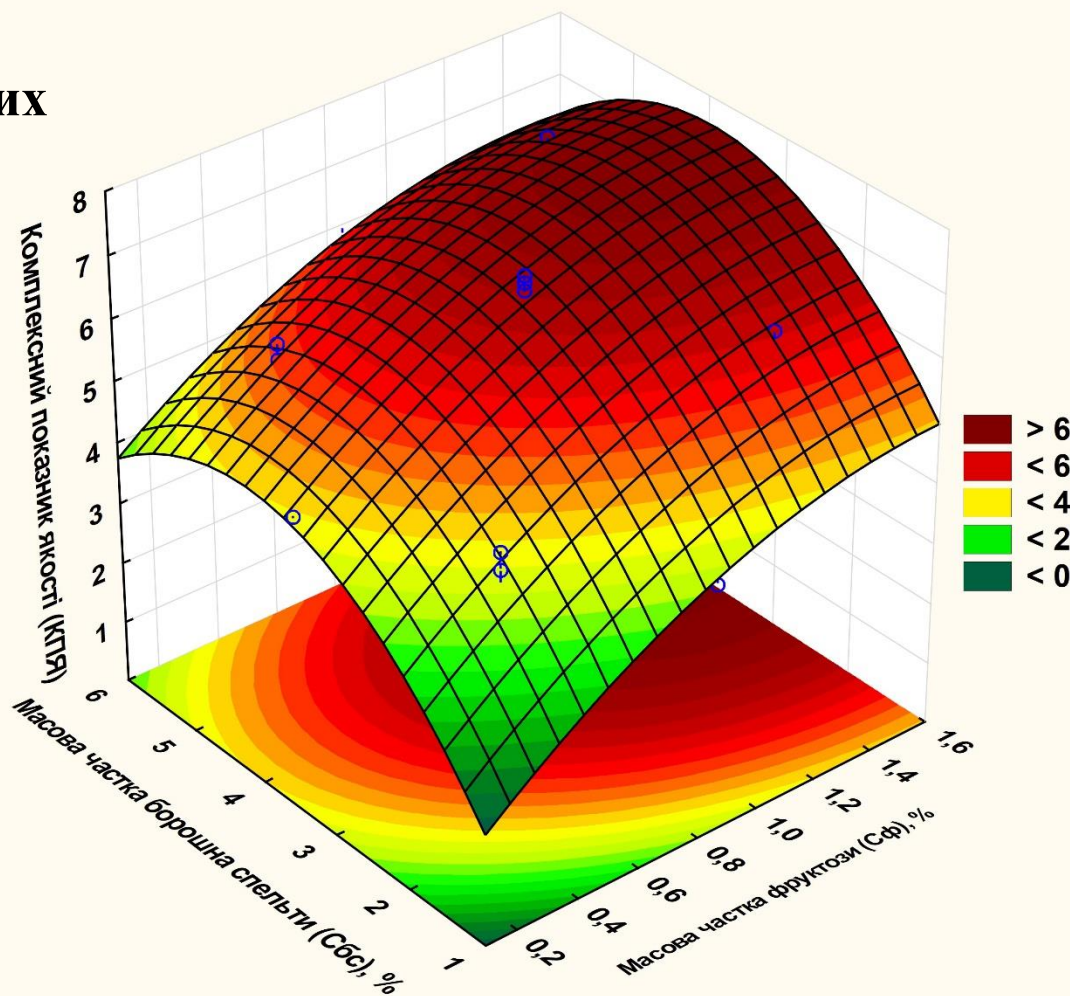
Залежність КПА ферментованих молочно-спельтових згустків від K_3 (ум.од.акт.) та C_{bc} (%) при значенні $C_{\phi} = 0,8$ %





Обробка полінома в середовищі *Statistica 10* дозволила встановити оптимальні значення кількості закваски *FD DVS ABT-2* (K_z , ум.од.акт.), масової частки фруктози (C_f , %) та масової частки борошна спельти (C_{bc} , %) – 127,25 ум.од.акт., 1,55 % та 3,98 % відповідно, при яких значення КПЯ максимальне – 7,82

**Залежність КПЯ ферментованих
молочно-спельтових згустків
від C_f (%) та C_{bc} (%)
при оптимальному значенні
 K_z 127,25 ум.од.акт.**





Результати оптимізації складі заквашувальної композиції та молочно-рисової суміші для виробництва молочно-рисової основи для комбінованих десертів для військовослужбовців

Визначено оптимальні значення:

вихідної концентрації монокультур *B. animalis* Bb-12 $5,97 \cdot 10^5$ КУО/см³

вихідної концентрації йогуртових культур $5,55 \cdot 10^5$ КУО/см³

у складі заквашувальної композиції для виробництва молочно-рисової основи для комбінованих десертів для військовослужбовців

оптимальну масову частку фруктози 1,68%

оптимальну масову частку РБДХ 3,19 %

у вихідній молочно-рисовій суміші.

За оптимальних значень вихідних концентрацій культур лакто- й біфідобактерій у складі заквашувальної композиції та оптимальних масових часток фруктози і РБДХ досягається **максимальне значення КПЯ** ферментованих молочно-рисових згустків – 8,305 та високі пробіотичні властивості.



Рецептура на біфідовмісні десерти для військовослужбовців з гарбузовим наповнювачем (кг на 1000 кг продукту без врахування втрат)

Рецептурний інгредієнт	Масова частка рецептурного інгредієнта, кг, за рецептурою		
	1 – десерт з РБДХ і ГН	2 – десерт з РБДХ, КСБ-УФ і ГН	3 – десерт з РБДХ, БСКМ і ГН
Молоко Ж = 0,65 %	809,839	—	—
Молоко Ж = 0,85 %	—	733,968	—
Молоко Ж = 0,41 %	—	—	634,439
Олія гарбузова нерафінована (Ж = 99,98 %)	3,060	3,044	4,461
Олія рисових висівок (Ж = 99,99 %)	21,114	21,009	30,779
РБДХ	29,237	26,573	23,477
Фруктоза	14,750	13,406	11,844
Наповнювач гарбузовий з цукром	122,000	188,000	215,000
КСБ-УФ-65	—	14,000	—
Біфідо-сир кисломолочний Ж=5 %	—	—	80,000
Закваска FD DVS Yo-flex, ум.од.акт.	97,5	88,6	78,3
Закваска FD DVS Bb-12, г	5,24	4,76	4,21
ВСЬОГО: (без врахування кількості заквасок)	1000,00	1000,00	1000,00
Співвідношення білків : жирів : вуглеводів	1,12:1,00:6,01	1,10:1,00:6,00	1,10:1,00:6,00



Рецептура на біфідовмісні десерти для військовослужбовців з яблучним наповнювачем (кг на 100 кг продукту без врахування втрат)

Рецептурний інгредієнт	Масова частка рецептурного інгредієнта, кг, для зразка		
	4 – десерт з РБДХ, ЯН і пектином	5 – десерт з РБДХ, КСБ-УФ, ЯН і пектином	6 – десерт з РБДХ, БСКМ, ЯН і пектином
Молоко Ж = 0,75 %	817,690	—	—
Молоко Ж = 1,02 %	—	735,150	—
Молоко Ж = 0,38 %	—	—	629,605
Олія гарбузова нерафінована (Ж = 99,98 %)	2,908	3,616	3,269
Олія рисових висівок (Ж = 99,99 %)	20,063	24,954	22,557
РБДХ	29,471	26,773	22,977
Фруктоза	14,868	13,507	11,592
Наповнювач яблучний з цукром	105,500	173,000	211,500
КСБ-УФ-65	—	14,000	—
Біфідо-сир кисломолочний Ж=5 %	—	—	90,000
Пектин	9,500	9,000	8,500
Закваска FD DVS Yo-flex, ум.од.акт.	98,24	89,24	76,59
Закваска FD DVS Bb-12, г	5,28	4,80	4,12
ВСЬОГО:	1000,00	1000,00	1000,00
Співвідношення білків : жирів : вуглеводів	1,13:1,00:6,01	1,12:1,00:6,00	1,10:1,00:6,00



Склад рецептурних компонентів комбінованого біфідовмісного білкового десерту з наповнювачем «Обліпіха» (кг на 100 кг продукту без врахування втрат)

Найменування сировини	Маса сировини, кг, за рецептурою	
	1	2
Біфідо-сир кисломолочний (Ж=18 %, Б=15,2%, В=1,2%)	34,0	-
Біфідо-сир кисломолочний (Ж=15 %, Б=15,2%, В=1,2%)	-	45,0
Ферментована молочна основа (Ж=4 %, Б=3%, В=5%)	-	20,0
Спельтове борошно (Ж=2,2%, Б=14,7 %, В=61,28%)	5,0	7,0
Сирна сироватка (Ж=0,3 %, Б=0,6 %, В=4,2 %)	17,0	17,0
Пектин	1,0	1,0
Наповнювач з обліпіхи (Б=0,27 %; Ж=0,00 %; В=55%)	43,0	10,0
Всього:	100,0	100,0
Співвідношення Б : Ж : В	1,0:1,0:4,0	1,1:1,0:1,4



**Склад рецептурних компонентів комбінованого біфідовмісного білкового десерту з наповнювачем «Обліпіха»
(кг на 100 кг продукту без врахування втрат)**

Найменування сировини	Маса сировини, кг, за рецептурою	
	1	2
Біфідо-сир кисломолочний (Ж=15 %, Б=15,2%, В=1,2%)	45,0	31,0
Ферментована молочна основа (Ж=4 %, Б=3%, В=5%)	20,0	–
Спельтове борошно (Ж=2,2%, Б=14,7 %, В=61,28%)	7,0	3,0
Сирна сироватка (Ж=0,3 %, Б=0,6 %, В=4,2 %)	17,0	14,0
Пектин	1,0	2,0
Наповнювач з обліпіхи (Б=0,27 %; Ж=0,00 %; В=55%)	10,0	50,0
Всього:	100,0	100,0
Співвідношення Б : Ж : В	1,1:1,0:1,4	1,1:1,0:6,0

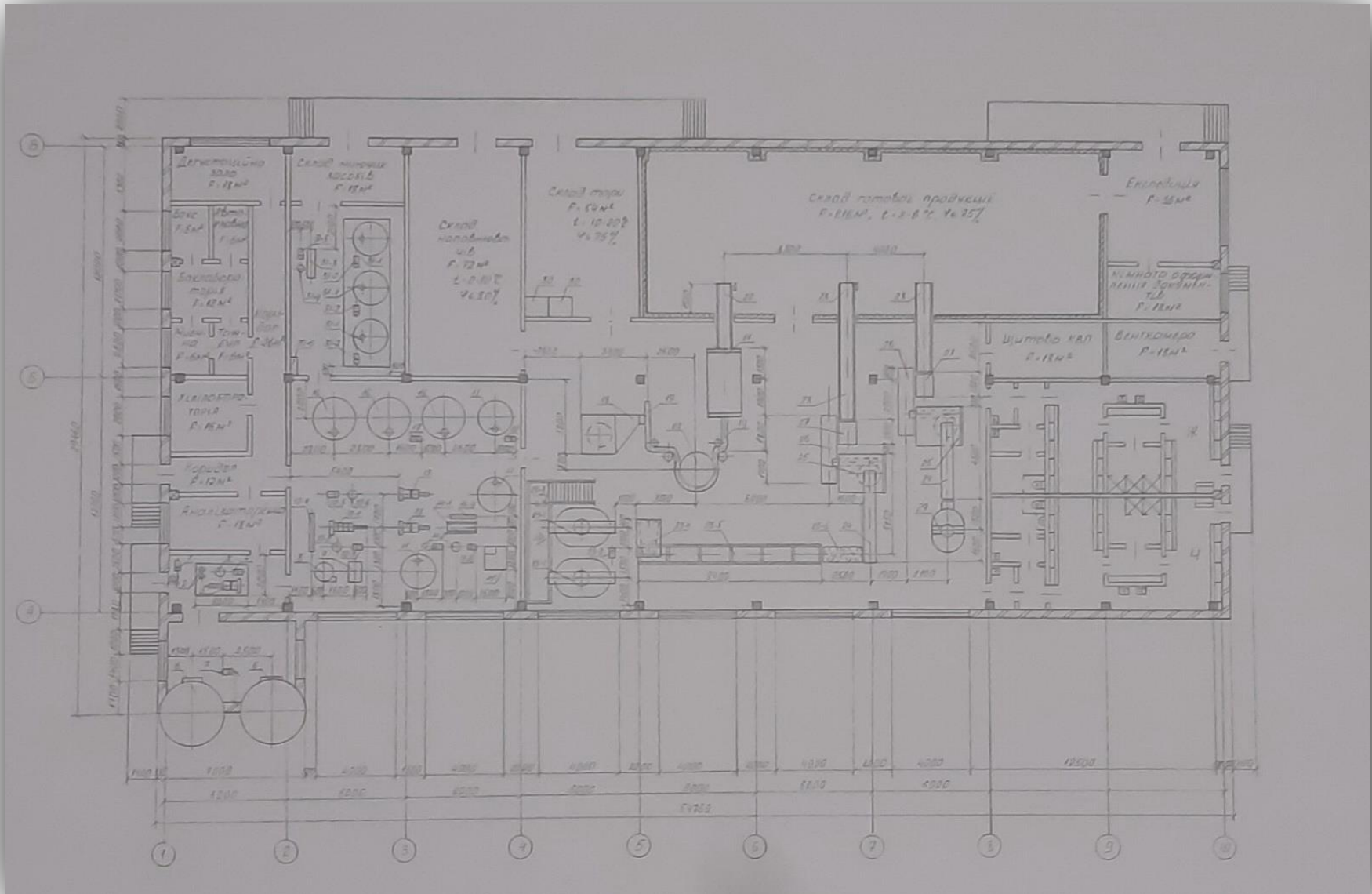



Асортимент продукції цеху з виробництва ферментованих біфідо-продуктів для реабілітації військовослужбовців

1. Біфідо-сир кисломолочний Ж=15% у полімерних стаканчиках масою 150 г
2. Сирна маса Ж=7,7 % у полімерних стаканчиках масою 150 г
3. Десерт зі спельтою (за рецептурою 2-3) Ж=3,3% у стаканчиках масою 350 г
4. Десерт зі спельтою (за рецептурою 2-4) Ж=3,0% у стаканчиках масою 350 г
5. Десерт з РБДХ, КСБ-УФ і ГН (за рецептурою 2) Ж=3,5% у стаканчиках масою 350 г
6. Десерт з РБДХ, БСКМ, ЯН і пектином (за рецептурою 6) Ж=3,5% у стаканчиках масою 350 г
7. Сметана Ж=20% у стаканчиках масою 350 г
8. Напій сироватковий «Мажітель» у стаканчиках масою 350 г



План цеху з виробництва ферментованих біфідо-продуктів для реабілітації військовослужбовців N=50 т/зм





**Слава Україні!
Слава Героям України!**