

**Optimiranje sastava supstrata za dobivanje arome  
sira trapista\***  
**(Optimization of Substrate Composition for the Obtaining  
of Trappist Cheese Flavour)**

(Nastavak iz broja 8/87.)

Jovica HARDI, dipl. inž., Prehrambeno tehnološki fakultet, Osijek

Izvorni znanstveni rad — Original Scientific Paper

Prispjelo: 15. 5. 1987.

UDK: 637.352.82 : 637.057(045) = 862

**Rezultati i rasprava**

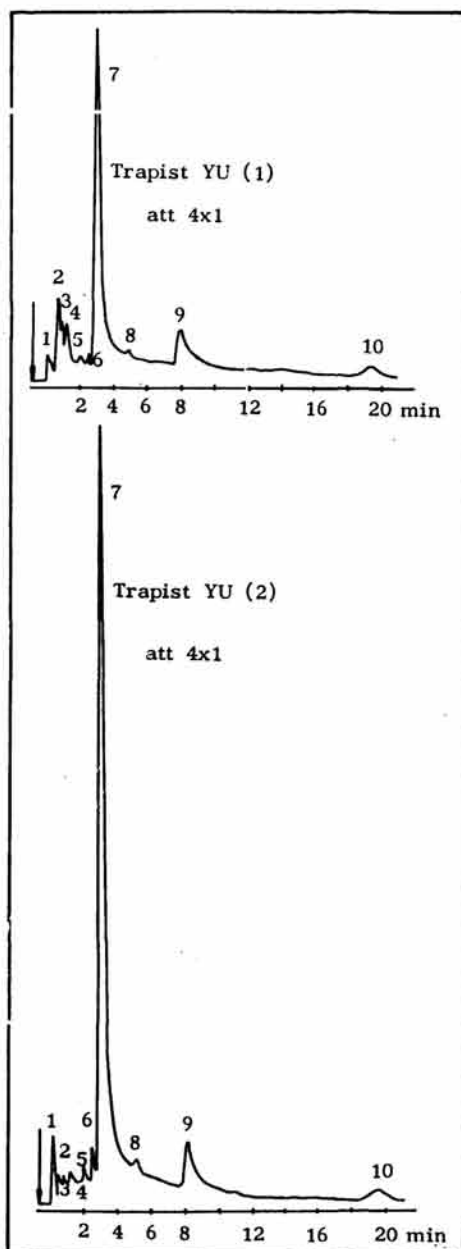
Rezultati headspace analize jugoslavenskih trapista YU (1) i kvalitetnijeg YU (2) prikazani su slikom 4 i tablicom 2, iz koje se vidi ukupna količina lako hlapljivih sastojaka arome oba uzorka. Kromatogrami prikazuju kromatografski profil arome prvih paralela, a tablica 2 prikazuje srednje vrijednosti dva usporedna uzorka.

**Tablica 2. Količina sastojaka arome u uzorcima trapista (mm<sup>2</sup>)**

**Table 2. Flavour Content in Trappist Cheese Samples (mm<sup>2</sup>)**

Sastojak Component	Trapist / Trappist			
	YU (1)		YU (2)	
	$\bar{x}$	Površine pikova Areas of peaks	$\bar{x}$	Površine pikova Areas of peaks
1		8,0		21,0
2		50,8		15,2
3		29,7		13,8
4		34,0		23,0
5		17,8		26,3
6		18,0		43,0
7		260,0		600,0
8		27,3		47,8
9		51,0		57,9
10		48,0		38,5
$\bar{x} \Sigma P$ (mm <sup>2</sup> )		544,6		886,5

\* Rad je u sažetom obliku ulomka eksperimentalnog dijela referiran na XXV Seminaru za mljekarsku industriju u Lovranu, 1987.



Slika 4. Kromatogrami arome trapista  
Figure 4. Chromatograms of Trappist  
Cheese Flavours

U uzorcima YU-trapista, pri primije-  
njenim uvjetima kromatografske ana-  
lize, razdvojeno je deset sastojaka lako  
hlapljivog dijela arome. Aroma razvi-  
jena na model-sistemima imala je svih  
deset sastojaka, ali su se nakon 3 i 6  
dana razvili novi sastojci, koji su prema  
redosljedu pojavljivanja označeni na  
kromatogramima brojevima 11 i 12. Promatrajući kromatografske profile  
arome (broj sastojaka YU-trapista i  
arome razvijene na model-sistemima),  
uočeno je da su na model-sistemima u  
znatnim koncentracijama razvijeni do-  
datni sastojci 11 i 12. Zbog istovjetnosti  
oznaka na kromatogramima, identifi-  
cira sastojci, nabrojani prema rastućim  
retencionim vremenima, prikazani su u  
tablici 3.

Usporedbom kromatograma razvijene  
arome na model-sistemima nakon 3  
dana fermentacije (prikazanih slikom  
5), kao i podataka iz tablice 4, vidljiv  
je znatno veći razvoj »ukupne arome«  
na supstratima (model-sistemima) s ve-  
ćim udjelom bjelančevina u suhoj tvari  
bez masti supstrata. Uočljiva je i znatno  
veća kvantitativna (veća količina po-  
jedinih i ukupnih sastojaka) i kvalita-  
tivna (veći broj sastojaka) aktivnost  
startera  $S_2$ , nakon 3 dana fermentacije.  
Pri tome je ukupni sadržaj hlapljivih  
sastojaka razvijenih pod utjecajem i  
startera  $S_1$  i startera  $S_2$  bio najveći na  
model-sistemu (supstratu) označenom  
brojem (6). Starter  $S_2$ , u odnosu na  $S_1$ ,  
razvio je na model-sistemu (6) 15% veći  
ukupni sadržaj sastojaka, na model-si-  
stemu (5) čak 26,2% veći, na model-si-  
stemu (2) 16,5% veći sadržaj sastojaka.

Tablica 3. Legenda identificiranih sastojaka

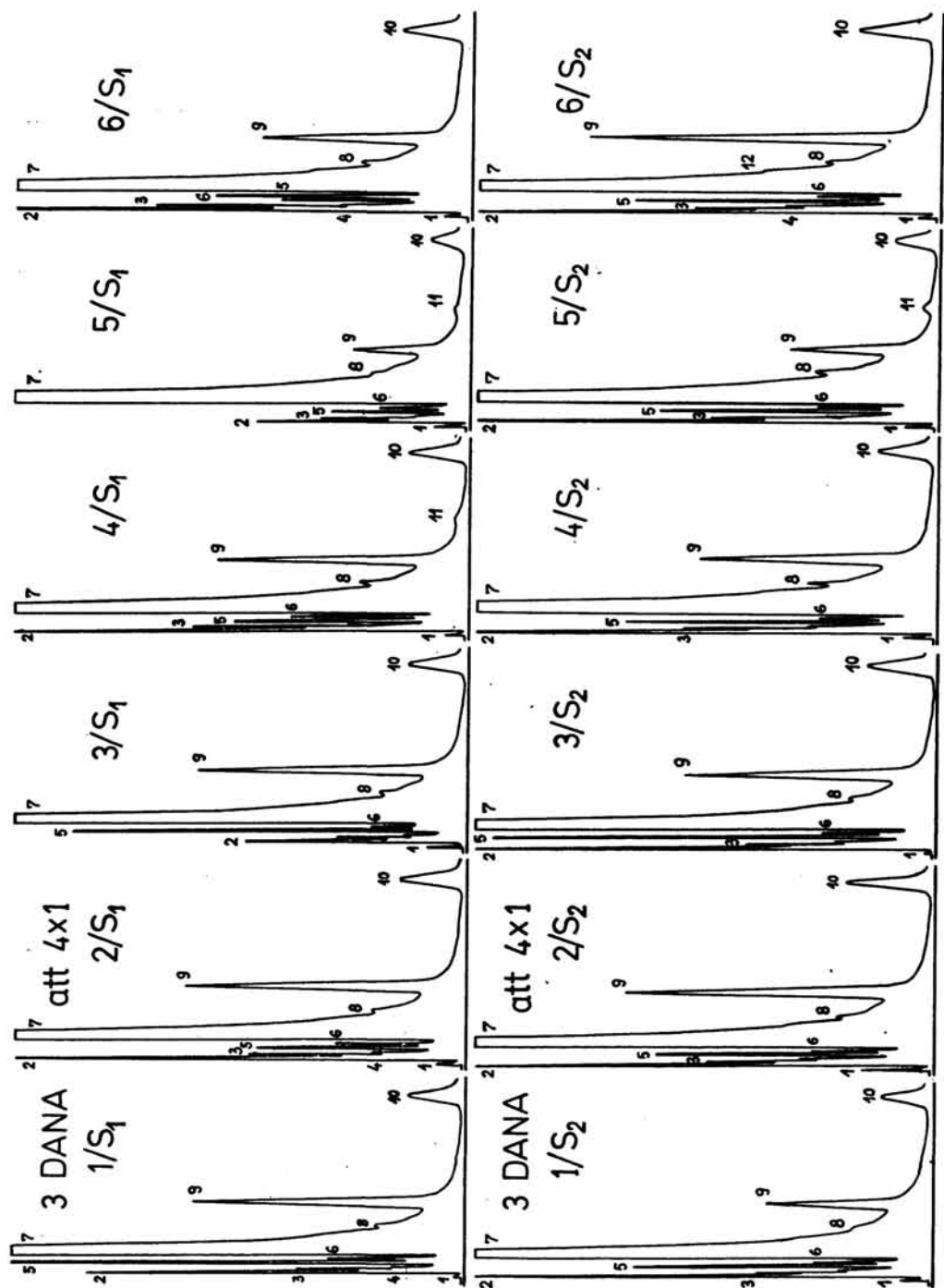
Table 3. Legend of Identified Components

Identificirani sastojak Identified component	Broj pika na kromatogramima Number of peak on chromatograms
Acetaldehid	5
Etanol	7
Butanon	12
1 — propanol	8
Diacetil	9
Metilkaproat	10

Tablica 4. Količina sastojaka arome razvijene na model-sistemima (mm<sup>2</sup>)Table 4. Flavour Content Developed on Model-Systems (mm<sup>2</sup>)

STARTER S <sub>1</sub>	MODEL-SISTEM / Model-system					
Nakon 3 dana After 3 days	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Sastojak Component	$\bar{x}$ površine pikova / $\bar{x}$ areas of peaks					
1	4,1	11,6	15,6	10,6	13,2	9,2
2	289,9	400,1	216,0	540,3	203,6	651,6
3	116,6	210,3	118,0	269,0	143,0	343,9
4	71,0	110,0	81,4	126,5	52,2	151,2
5	279,4	171,2	324,7	171,0	99,7	135,5
6	100,0	94,0	107,3	155,4	85,8	242,8
7	2.865,6	2.879,0	3.255,1	3.678,4	3.527,3	3.489,7
8	213,7	247,6	199,9	261,8	249,0	269,4
9	543,0	541,0	519,4	487,2	242,0	435,0
10	181,0	199,6	186,9	192,1	122,6	197,5
11	—	—	—	13,3	12,1	—
$\bar{x} \Sigma P$ (mm <sup>2</sup> )	4.709,4	4.864,6	5.024,3	5.905,6	4.750,8	5.926,1
STARTER S <sub>2</sub>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	12,6	29,4	4,3	13,2	14,5	8,1
2	447,5	573,9	507,6	695,8	559,0	723,3
3	210,0	232,8	214,1	268,7	287,0	264,7
4	128,5	159,9	127,4	156,0	127,7	186,7
5	230,8	215,7	336,1	254,1	258,2	247,4
6	89,1	96,4	116,5	117,5	113,2	113,0
7	3.136,1	3.404,0	3.208,2	3.643,8	4.145,0	3.620,0
8	156,0	235,0	181,0	256,3	406,2	346,2
9	352,0	616,6	527,2	507,1	336,2	676,5
10	167,7	264,0	227,5	189,2	129,6	247,5
11	—	—	—	8,8	63,0	—
12	—	—	—	530,5	—	533,3
$\bar{x} \Sigma P$ (mm <sup>2</sup> )	4.930,3	5.827,8	5.450,0	6.641,1	6.439,7	6.968,4

S kromatograma na slici 5 i iz tablice 4 vidi se i razvoj »novih sastojaka (u odnosu na YU-trapiste). Tako je pod utjecajem startera S<sub>1</sub> na model-siste-



Slika 5. Kromatogrami arome razvijene na model-sistemima nakon 3 dana

mima (4) i (5) razvijen sastojak 11 u količini od 0,30% sadržaja »ukupne arome«. Pod utjecajem startera  $S_2$  razvijeni su na model-sistemu (4) sastojci 11 i 12, u udjelu od 0,15 i 8%, na model-sistemu (5) sastojak 11 u udjelu od 1%, te na model-sistemu (6) sastojak 12 u udjelu od 7,7%.

Ako se uspoređi ukupni sadržaj lako hlapljive arome trapista YU (2) sa sadržajem lako hlapljivih sastojaka razvijenih nakon 3 dana fermentacije na model-sistemu (6), vidi se, da starter  $S_1$  razvija 6,68 puta više, a starter  $S_2$  7,68 puta više arome u toj fazi fermentacije nego što sadrži trapist YU (2). Istovrsna usporedba provedena s trapistom YU (1), koji je po osnovnim organoleptičkim svojstvima svrstan u niže kvalitetnu grupu naših trapista, pokazala je da je na model-sistemu (6) starter  $S_1$  razvio 10,88 puta više, a starter  $S_2$  čak 12,80 puta više lako hlapljivih sastojaka arome.

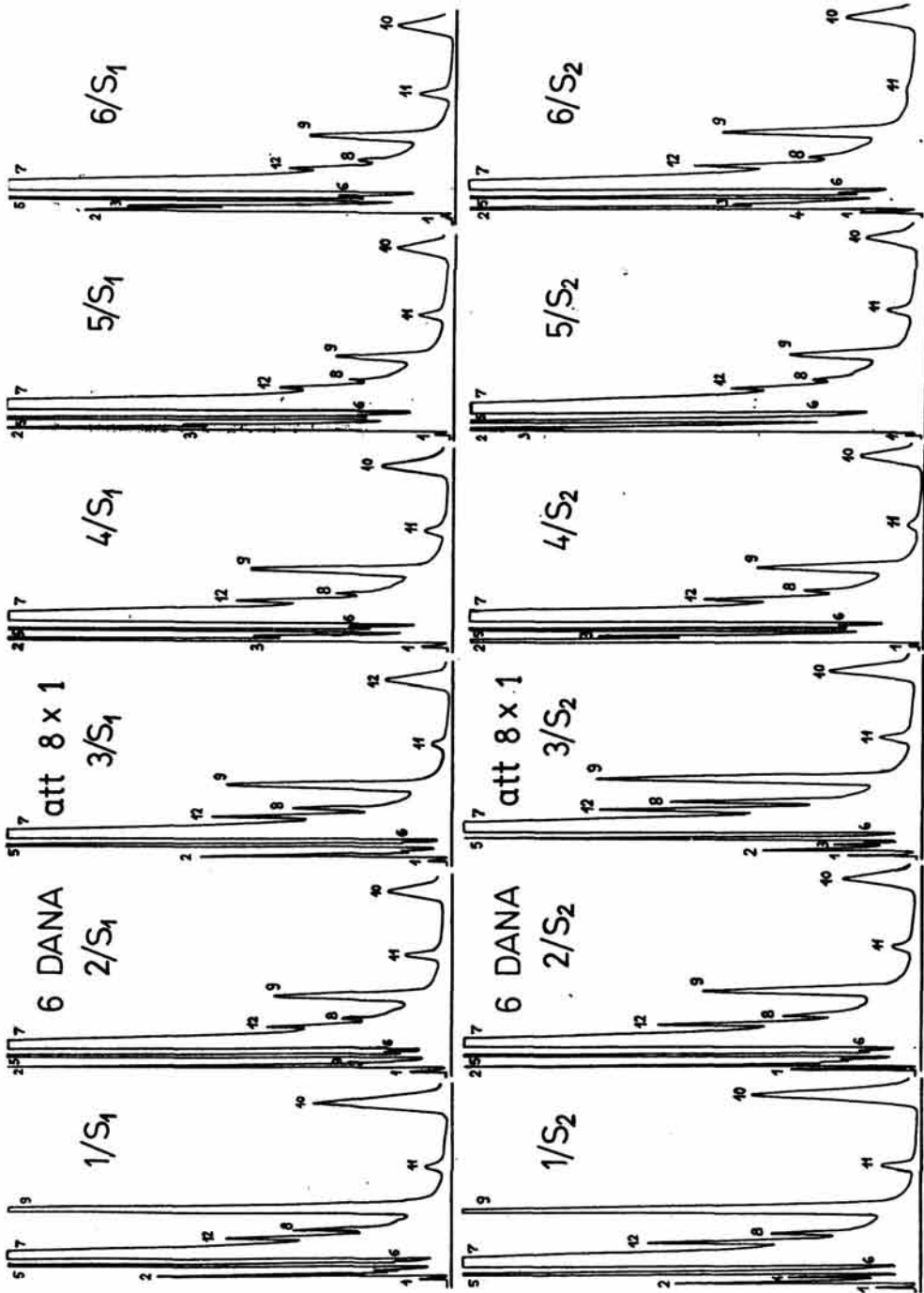
Nakon 6 dana fermentacije, kao što se vidi iz tablice 5, udvostručena je količina lako hlapljivih sastojaka arome polučene na svim model-sistemima, pod utjecajem oba startera. Zbog tako uvećane količine sastojaka, headspace analiza morala se provesti na smanjenoj atenuaciji (slabljenju signala) ( $8 \times 1$ ), da bi se spriječio izlazak pikova na pisaču izvan mjernog područja, što bi dovelo do izvjesnih pogrešaka. Kromatogrami i tablica 5 prikazuju zastupljenost sastojaka 11 i 12 u svim analiziranim model-sistemima i to u vrlo velikom udjelu (kod model-sistema (3)/ $S_2$  udio sastojaka 12 u ukupnom sastavu iznosi čak 9%, dok se na istom model-sistemu nakon 3 dana nije mogao detektirati na kromatogramu).

Nakon 6 dana fermentacije, starteri  $S_1$  i  $S_2$  razvili su ponovo najveću količinu lako hlapljivih sastojaka arome na model-sistemu (6), koji (prema slici 3) sadrži 74% bjelančevina u suhoj tvari bez masti i 26% mliječne masti na ukupnu suhu tvar. Pri tome je starter  $S_2$  u odnosu na starter  $S_1$  izrazio nešto veću aktivnost (3,2% više razvijene »ukupne arome«).

Usporedbom ukupne količine lako hlapljivog dijela arome trapista YU (2) s količinom lako hlapljivih sastojaka razvijenom nakon 6 dana fermentacije na model-sistemu (6), vidi se da starter  $S_1$  razvija 16,26 puta više, a starter  $S_2$  16,80 puta više arome nego što je sadrži trapist YU (2). Usporedba provedena s kvalitetno lošijim trapistom YI (1) pokazala je da na model-sistemu (6) starter  $S_1$  razvija 26,47 puta više, a starter  $S_2$  čak 27,35 puta više lako hlapljivih sastojaka arome.

Promatrajući količine ukupno razvijene arome (tablice 4 i 5) na model-sistemima (1), (2), (5) i (6) koji imaju isti udio mliječne masti na ukupnu suhu tvar od 26%, uz različiti udio bjelančevina u suhoj tvari bez masti (64, 72, 73 i 74%), uočeno je nekoliko pojedinosti koje ne podliježu matematičkim zakonitostima prema postavljenom planu pokusa:

a) Nakon fermentacije od 3 dana, pod utjecajem startera  $S_1$ , na model-sistemu (2) dobiven je očekivani porast količine arome (udio bjelančevina na model-sistemu (1) bio je 64%, a na model-sistemu (2) — 72%). Međutim, na model-sistemu (5), umjesto očekivanog porasta količine arome (udio bjelančevina je za 1% veći — 73%), pokazao se drastičan pad količine razvijene arome, gotovo na razinu model-sistema (1). Nakon toga je na model-sistemu (6) sa 74% bjelančevina došlo do drastičnog skoka i vrlo intenzivnog razvoja arome.



Slika 6. Kromatogrami arome razvijene na model-sistemima nakon 6 dana  
 Figure 6. Chromatograms of Flavour Developed on Model-Systems After 6 Days

Tablica 5. Količina sastojaka arome razvijene na model-sistemima (mm<sup>2</sup>)Table 5. Flavour Content Developed on Model-Systems (mm<sup>2</sup>)

STARTER S <sub>1</sub>	MODEL-SISTEM / Model-system					
Nakon 6 dana After 6 days	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Sastojak Component	$\bar{x}$ površina pikova / $\bar{x}$ areas of peaks					
1	32,7	38,0	23,0	32,4	16,0	14,6
2	429,4	720,0	369,5	1.649,3	1.675,1	1.506,0
3	109,6	137,5	90,0	307,8	726,8	1.972,2
4	153,1	104,0	112,4	265,5	325,0	296,3
5	1.128,5	730,2	1.203,1	1.280,3	1.424,0	1.252,4
6	114,2	128,0	102,0	253,2	224,4	286,7
7	6.276,0	6.484,0	6.404,4	6.442,0	6.698,0	6.258,4
8	606,3	494,3	622,1	571,5	481,2	482,0
9	3.075,4	719,2	902,0	808,5	521,9	661,9
10	802,2	390,3	426,5	426,5	356,2	408,9
11	149,1	193,3	128,0	148,7	154,7	181,9
12	865,1	850,0	936,8	836,4	811,0	826,5
$\bar{x} \Sigma P$ (mm <sup>2</sup> )	13.741,0	10.988,8	11.319,3	13.022,1	13.414,3	14.417,0
STARTER S <sub>2</sub>	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	44,7	125,5	70,2	18,0	58,1	20,7
2	377,8	780,8	241,8	1.750,6	1.407,1	2.174,7
3	96,0	143,8	54,0	466,0	280,8	1.311,4
4	226,2	152,0	139,6	361,4	286,9	553,9
5	1.491,9	1.080,0	1.356,0	1.251,3	860,4	1.680,0
6	149,8	122,0	123,5	214,4	157,2	275,5
7	5.522,3	6.356,3	6.608,5	6.270,8	6.564,0	6.400,0
8	551,5	504,1	722,0	567,3	527,0	510,0
9	2.455,2	920,4	1.318,2	751,2	952,0	630,0
10	1.053,3	502,5	518,0	448,0	491,2	394,2
11	195,7	155,4	184,3	110,0	42,0	199,0
12	913,2	994,4	1.065,6	956,8	854,5	737,4
$\bar{x} \Sigma P$ (mm <sup>2</sup> )	13.086,0	11.837,2	12.401,8	13.065,8	12.481,3	14.896,0

b) U istom stupnju fermentacije starter S<sub>2</sub> razvio je najmanje arome na model-sistemu (1), nakon čega je uslijedio kvantitativni skok, praćen idealnim linearnim porastom do maksimuma, od model-sistema (2), preko (5), do model-sistema (6).

c) Nakon 6 dana fermentacije starter S<sub>1</sub> razvio je na model-sistemu (1) neočekivano — 390% više arome od količine nakon 3 dana fermentacije, dok je na model-sistemu (6) (koji je na istom stupnju ipak kvantitativno razvio najveću količinu arome) to povećanje iznosilo 124%. Model sistem (1) je za model-sistemom (6) zaostao u količini razvijene arome za samo 4,7%. Pri tome je

ponovo na model-sistemu (2) došlo do drastičnog pada količine arome, a na model-sistemu (5) razvijeno je čak 2,4% manje arome nego na model-sistemu (1).

d) Nakon 6 dana aktivnost startera  $S_2$  dovela je slično kao kod startera  $S_1$  do velikog skoka količine arome na model-sistemu (1), ali je on bio kvantitativno niži od skoka kod startera  $S_{11}$ , što je bilo neočekivano. Na model-sistemu (6) ponovo je razvijeno najviše arome, kvantitativno 3,2% više od startera  $S_1$ . Porast intenziteta razvoja arome od model-sistema (2), preko (5), do (6) približno je bio linearan.

Sve uočene varijacije (nepravilnosti) u razvoju aromatskih sastojaka djelovanjem starter-kultura mogu imati više uzroka. Sigurno je, da kakvoća samih startera (koja je vidljivo različita), vezana uz izbor i izolaciju čistih kultura primijenjenih mikroorganizama, ima presudan utjecaj na kakvoću razvijene arome, kao i na sam tok fermentativnih procesa. Utjecaje inibicije supstratom, metabolitima nastalim u toku procesa, kemijskim i fizikalnim procesima, te interakcijama koje su prisutne u ovakvim dinamičkim sistemima, bilo bi potrebno i vrlo zanimljivo proučavati dodatno. Prema postavljenom planu pokusa, polučeni pozitivni rezultati vezani uz model-sistem (6) ipak pružaju dovoljno novih obavijesti o krajnjem cilju — pronalaženju optimalnog sastava podloga za ubrzani razvoj intenzivne arome tipične za sir trapist.

#### Statistička obrada istraživanja.\*

\* Svaka vrijednost u tablici predstavlja prosjek analize dviju replikacija (paralelno uzetih uzoraka iz dvije posudice s istim sastavom). A i B — vrijednosti u istom redu ili istom stupcu označene jednakim slovom ne razlikuju se značajno prema Duncanovom testu višestrukog raspona, na razini statističke značajnosti 5%/.

Sastojak 1 Component 1	64	72	73	74	Prosjek Average
$S_1$	4,1	11,6	13,2	9,2	9,5 <sup>B</sup>
$S_2$	12,6	29,4	14,5	8,1	16,2 <sup>A</sup>
Prosjek Average	8,3 <sup>A</sup>	20,5 <sup>A</sup>	13,8 <sup>A</sup>	8,6 <sup>A</sup>	NAKON 3 DANA After 3 days

*Sastojak 1:* Starter-kulture  $S_{11}$  i  $S_2$  su se statistički visoko značajno (visoko signifikantno) ( $P$  0,001) razlikovale po količini razvijenog sastojka 1. Različite udjele u ukupnoj suhoj tvari supstrata (model-sistema) nije bilo moguće dokazati kao statističke izvore varijabilnosti, zbog visoko signifikantne interakcije ( $P$  0,001) između različitih startera  $S_{11}$  i  $S_2$  i udjela bjelančevina u ukupnoj suhoj tvari bez masti.

*Sastojak 2:* Statistička analiza pod A i B ista kao za sastojak 1.

*Sastojak 3:* Statistička analiza pod A i B ista kao za sastojak 1.



Sastojak 4 Component 4	64	72	73	74	Prosjek Average
S <sub>1</sub>	71,0	110,0	52,5	151,2	96,2 <sup>B</sup>
S <sub>2</sub>	128,5	159,9	127,7	186,7	150,7 <sup>A</sup>
Prosjek Average	99,7 <sup>A</sup>	135,0 <sup>A</sup>	90,1 <sup>A</sup>	186,9 <sup>A</sup>	NAKON 3 DANA After 3 days

*Sastojak 4:* Starteri S<sub>1</sub> i S<sub>2</sub> su se visoko značajno (P 0,001) razlikovali prema količini razvijenog sastojka 4. Unatoč statistički visoko značajnoj (P 0,001) interakciji među starterima i udjelu bjelančevina u suhoj tvari bez masti, pokazalo se da različiti udjeli bjelančevina u suhoj tvari bez masti također predstavljaju statistički značajan izvor varijacija (P 0,05). Iz tablice se vidi, međutim, da varijabilnost količine (udjela) sastojka 4 ne prati porast udjela bjelančevina, već da najprije dolazi do porasta, zatim do pada i ponovnog porasta, ako se uspoređuju prosjeci s rastućim udjelom bjelančevina u suhoj tvari bez masti.

*Sastojak 5:* Statistička analiza pod A i B ista kao za sastojak 1.

*Sastojak 6:* Statistička analiza pod A i B ista kao za sastojak 1.

Sastojak 7 Component 7	64	72	73	74	Prosjek Average
S <sub>1</sub>	2.865,6	2.879,0	3.527,3	3.489,7	3.190,4 <sup>B</sup>
S <sub>2</sub>	3.136,1	3.404,0	4.145,0	3.620,0	3.576,3 <sup>A</sup>
Prosjek Average	3.000,8 <sup>A</sup>	3.141,5 <sup>AB</sup>	3.836,1 <sup>AB</sup>	3.544,8 <sup>B</sup>	NAKON 3 DANA After 3 days

*Sastojak 7:* Starteri S<sub>1</sub> i S<sub>2</sub> su se visoko značajno (P 0,001) razlikovali prema količini razvijenog sastojka 7. Unatoč statistički značajnoj interakciji između startera i udjela bjelančevina u suhoj tvari bez masti, pokazalo se da različiti udjeli bjelančevina predstavljaju značajan izvor varijacija (P 0,05). Iz tablice se vidi da porast prosječnih količina razvijenog sastojka 7 prati porast udjela bjelančevina samo do 73% bjelančevina, nakon čega za 74%-tni udio kod oba startera dolazi do pada razvijene količine sastojka 7.

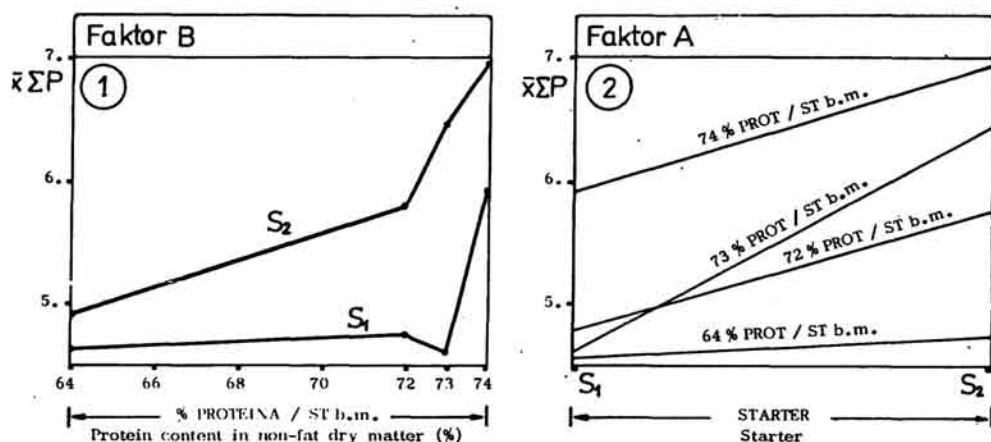
*Sastojak 8:* Statistička analiza pod A i B ista kao za sastojak 1.

*Sastojak 9:* Statistička analiza pod A i B ista kao za sastojak 1.

*Sastojak 10:* Statistička analiza pod A i B ista kao za sastojak 1.

Ukupna aroma Total flavour	64	72	73	74	Prosjek Average
S <sub>1</sub>	4.709,4	4.864,6	4.750,8	5.926,1	5.062,8 <sup>B</sup>
S <sub>2</sub>	4.930,3	5.827,8	6.439,7	6.968,4	6.041,6 <sup>A</sup>
Prosjek Average	4.819,9 <sup>A</sup>	5.346,2 <sup>A</sup>	5.595,2 <sup>A</sup>	6.447,2 <sup>A</sup>	NAKON 3 DANA After 3 days

Ukupno razvijena aroma nakon 3 dana: Starteri  $S_1$  i  $S_2$  su se statistički vrlo značajno (visoko signifikantno) ( $P < 0,001$ ) razlikovali po količini ukupno razvijenih lako hlapljivih sastojaka arome. Različite udjele bjelančevina u ukupnoj suhoj tvari bez masti supstrata (model-sistema) nije bilo moguće dokazati kao statistički značajne izvore varijabilnosti, zbog visoko signifikantne interakcije ( $P < 0,001$ ) između startera  $S_1$  i  $S_2$  i udjela bjelančevina u ukupnoj suhoj tvari bez masti. Ipak se vidi da kod obje starter-kulture dolazi do porasta količine »ukupne arome«, s porastom udjela bjelančevina u suhoj tvari bez masti; s izuzetkom porasta udjela bjelančevina za starter  $S_1$  sa 72 na 73%, koji je izazvao smanjenje količine ukupno razvijene arome. Kako se vidi iz dijagrama 1 na slici 7, na tom je dijelu krivulje izražen različit utjecaj udjela bjelančevina na dva startera, koji je izazvao značajnu interakciju, vidljivu iz dijagrama 2 na slici 7.



Slika 7. Utjecaji faktora B i A na mjereni parametar ( $\bar{x} P$ )

Figure 7. The Influence of Factor B and A on Measurable Parameter ( $\bar{x} P$ )

Sastojak 1 Component 1	64	72	73	74	Prosjeck Average
$S_1$	32,7	38,0	16,0	14,6	25,3 <sup>B</sup>
$S_2$	44,7	125,5	51,8	20,7	62,2 <sup>A</sup>
Prosjeck Average	38,7 <sup>A</sup>	81,7 <sup>A</sup>	37,0 <sup>A</sup>	17,6 <sup>A</sup>	NAKON 6 DANA After 6 days

Sastojak 1: utvrđena je statistički visoko značajna ( $P < 0,001$ ) razlika između dva startera, prema količini razvijenog sastojka 1. Različiti udjeli bjelančevina u suhoj tvari bez masti nisu se mogli dokazati kao statistički značajan izvor varijabilnosti, zbog visokoznačajne interakcije između  $S_1$  i  $S_2$  i različitih udjela bjelančevina u bezmasnoj suhoj tvari.

Sastojak 2 Component 2	64	72	73	74	Prosjek Average
S <sub>1</sub>	429,4	720,0	1.675,1	1.506,0	1.082,6 <sup>B</sup>
S <sub>2</sub>	377,8	780,0	1.407,1	2.174,7	1.185,1 <sup>A</sup>
Prosjek Average	403,8 <sup>A</sup>	750,4 <sup>AB</sup>	1.541,1 <sup>AB</sup>	1.840,3 <sup>B</sup>	NAKON 6 DANA After 6 days

*Sastojak 2:* Utvrđena je statistički visoko značajna (P 0,001) razlika među starterima S<sub>1</sub> i S<sub>2</sub> prema količini razvijenog sastojka 2. Unatoč statistički visoko značajnoj (P 0,001) interakciji između dva činioca, utvrđeno je da različiti udjeli bjelančevina također predstavljaju značajan izvor varijabilnosti razvijene količine sastojka 2 (P 0,05). Količina sastojka 2 raste s porastom udjela bjelančevina za oba startera (s izuzetkom porasta od 73 na 74% bjelančevina kod S<sub>1</sub>, koji je izazvao pad razvijene količine sastojka 2 i ujedno prouzročio značajnu interakciju).

Sastojak 3 Component 3	64	72	73	74	Prosjek Average
S <sub>1</sub>	109,6	137,5	726,8	1.972,2	736,5 <sup>A</sup>
S <sub>2</sub>	96,0	143,8	280,8	1.311,4	458,0 <sup>B</sup>
Prosjek Average	102,8 <sup>A</sup>	140,6 <sup>A</sup>	503,8 <sup>A</sup>	1.641,8 <sup>B</sup>	NAKON 6 DANA After 6 days

*Sastojak 3:* Utvrđena je statistički visoko značajna (P 0,001) razlika među starterima S<sub>1</sub> i S<sub>2</sub> prema količini razvijenog sastojka 2. Unatoč statistički visoko značajnoj interakciji između dva činioca, utvrđeno je da različiti udjeli bjelančevina također predstavljaju značajan izvor varijabilnosti razvijene količine sastojka 3 (P 0,05). Količina sastojka 3 raste s porastom udjela bjelančevina za oba startera.

*Sastojak 4:* Statistička analiza pod A i B ista kao za sastojak 1.

*Sastojak 5:* Statistička analiza pod A i B ista kao za sastojak 1.

*Sastojak 6:* Statistička analiza pod A i B ista kao za sastojak 3.

*Sastojak 7:* Statistička analiza pod A i B ista kao za sastojak 1.

*Sastojak 8:* Statistička analiza pod A i B ista kao za sastojak 1.

Sastojak 9 Component 9	64	72	73	74	Prosjek Average
S <sub>1</sub>	3.075,4	719,2	521,9	661,9	1.244,6 <sup>A</sup>
S <sub>2</sub>	2.455,2	920,4	952,0	630,0	1.239,4 <sup>B</sup>
Prosjek Average	2.765,3 <sup>B</sup>	819,8 <sup>A</sup>	736,9 <sup>A</sup>	645,9 <sup>A</sup>	NAKON 6 DANA After 6 days

*Sastojak 9:* Iako je utvrđena statistički visoko značajna ( $P 0,001$ ) razlika među starterima  $S_1$  i  $S_2$  prema količini razvijenog sastojka 9, različiti udjeli bjelančevina također predstavljaju značajan izvor varijabilnosti razvijene količine sastojka 9 ( $P 0,05$ ). Iz tablice se vidi da s porastom udjela bjelančevina u bezmasnoj suhoj tvari dolazi do opadanja razvijene količine sastojka 9. Izuzetak je porast od 73 na 74% bjelančevina za starter  $S_1$ , pri čemu je došlo do porasta razvijene količine sastojka 9, što je ujedno prouzročilo značajnu interakciju.

*Sastojak 10:* Statistička analiza pod A i B ista kao za sastojak 9.

*Sastojak 11:* Statistička analiza pod A i B ista kao za sastojak 1.

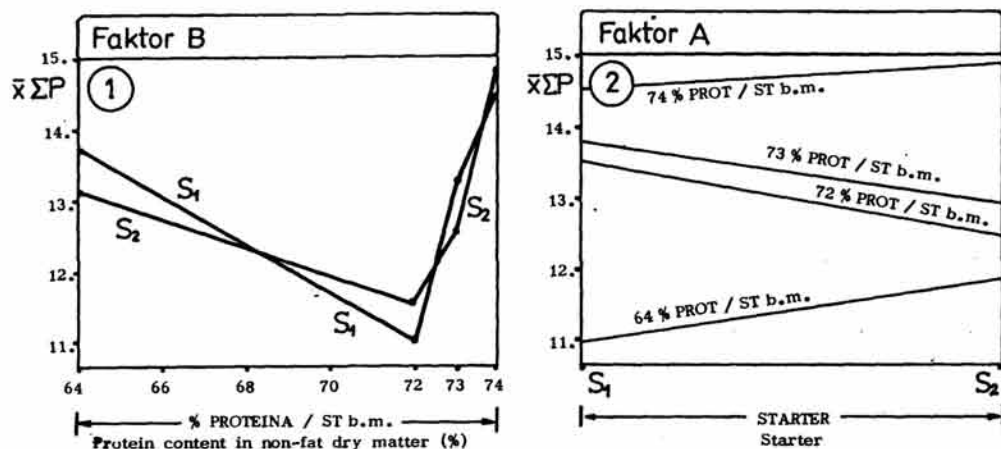
*Sastojak 12:* Statistička analiza pod A i B ista kao za sastojak 1.

UKUPNA AROMA Total flavour	64	72	73	74	PROSJEK Average
$S_1$	13.741,0	10.988,8	13.414,3	14.417,6	13.140,6 <sup>A</sup>
$S_2$	13.086,0	11.837,2	12.481,3	14.896,0	13.075,5 <sup>B</sup>
PROSJEK Average	13.414,0 <sup>AB</sup>	11.413,0 <sup>A</sup>	12.947,0 <sup>AB</sup>	14.657,0 <sup>B</sup>	NAKON 6 DANA After 6 days

*Ukupno razvijena aroma nakon 6 dana:* Utvrđena je statistički visoko značajna (visoko signifikantna) ( $P 0,001$ ) razlika među starterima  $S_1$  i  $S_2$  prema količini razvijene »ukupne arome«. Unatoč statistički visoko značajnoj ( $P 0,001$ ) interakciji između dva činioca, utvrđeno je da različiti udjeli bjelančevina također predstavljaju značajan izvor varijabilnosti razvijene »ukupne arome«, jer je ( $P 0,05$ ). Količina razvijene »ukupne arome« raste s porastom udjela bjelančevina u suhoj tvari bez masti za oba startera.

Kao što se vidi iz dijagrama 1 na slici 8, izuzetak porasta su i za  $S_1$  i  $S_2$  sadržaj bjelančevina od 72%, pri kome dolazi do vrlo naglašenog pada, izraženijeg za starter  $S_1$ . Kod vrijednosti sadržaja bjelančevina od 72%, na dijagramu razvoja arome vrlo naglašeno je izražen različit utjecaj udjela bjelančevina na oba startera, koji je rezultirao značajnom interakcijom.

Analizirajući tok razvoja arome (porast krivulje na dijagramu 1) uočljivo je, nakon točke od 72%, dvostruko presijecanje grafova uzrokovano interakcijom, odnosno (za 73 više, a za 74% gotovo nezatno) različitim utjecajima sadržaja bjelančevina na startere  $S_1$  i  $S_2$ . Nesumnjivo je u cijelom istraživanom rasponu različitih sastava model-sistema (supstrata) model-sistem (6) pokazao najbolje rezultate, uz najveću količinu razvijene arome i nakon 3 i nakon 6 dana, pri čemu su postojale male razlike u procesima vođenim sa starterima  $S_1$  i  $S_2$ . Starter  $S_2$  razvio je u oba slučaja veći sadržaj arome (ukupno prisutnih lako hlapljivih sastojaka).

Slika 8. Utjecaji činioca B i A na mjereni parametar ( $\bar{x} P$ )Figure 8. The Influence of Factor B and A on Measurable Parameter ( $\bar{x} P$ )

### Zaključci

Na temelju provedenih istraživanja može se zaključiti da je formulirani sastav supstrata (model-sistema) koji sadrži 74% bjelančevina u bezmasnoj suhoj tvari, uz 26% mliječne masti u ukupnoj suhoj tvari, optimalan za uspješan razvoj intenzivne arome sira trapista.

Za postizavanje jače arome, koja bi imala karakter koncentrirane arome sira trapista, na supstratu bi bilo potrebno produžiti fermentaciju do željenog intenziteta arome. Iako se na stupnju fermentacije od 6 dana razvila 16—26 puta intenzivnija aroma nego u zrelim trapistima (ovisno o promatranom referentnom siru), proces bi trebalo nastaviti do maksimuma razvoja arome, odnosno do stupnja na kojem bi došlo do uravnoteženosti omjera i količina svih sastojaka, te do postizanja približno istog cjelobrojnog umnoška povećanja sadržaja svakog sastojka u odnosu na sadržaj u aromi referentnog trapista.

Za daljnja istraživanja na ovom području bilo bi neophodno odabranim organoleptičkim i analitičkim metodama arbitražno utvrditi etalon (referentni visoko kvalitetni trapist), čija bi kakvoća arome poslužila kao osnovica postupka razvoja intenzivne (koncentrirane) arome trapista istraženog ovim radom. Povoljniji učinci sigurno bi se postigli primjenom brižljivo uzgojenih čistih kultura mikroorganizama, kao i genetskom mutacijom (kloniranjem gena) u smjeru intenziviranja razvoja pojedinih aromatskih metabolita mikroorganizama na formuliranom supstratu (model-sistemu).

Proizvod na temelju ovog model-sistema, koji sadrži intenzivnu aromu sira fiksiranu na koncentratu bjelančevina, otkriva nove pravce primjene (u izvornom obliku ili liofiliziran) u procesu proizvodnje odgovarajućeg sira, topljenih sireva, te u aromatičnom oplemenjivanju širokog spektra prehrambenih proizvoda.

## Literatura

- CHAMBON, M., DELESPAUL, G., CHARDENON, M. (1981): Procédé de préparation de concentrés protéiques à arôme fromager, utilisés pour conférer ces arômes à des aliments, et nouveaux produits ainsi obtenus. *Dairy Science Abstracts* 43 (9), 601.
- CUER, A. (1982): Les arômes de fromage. *Parfums, cosmétiques, arômes* 44 (4—5), 88—91.
- Fenaroli's Handbook of Flavour Ingredients. Volume II. C.R.C. Press. Inc., Cleveland, 746—796, 1976.
- HARDI, J., NOVAKOVIĆ, P.: Produciranje koncentrirane arome sira trapista na model-sistemima. XXV Seminar za mljekarsku industriju. Zbornik radova. Lovran, 87—99, 1987.
- MARKEŠ, M., VUJIČIĆ, I. (1982): Stoljeće sira trapista. *Mljekarstvo* 32 (12), 355—363.
- MILETIĆ, S. (1969): Karakteristike kvalitete našeg sira trapista. *Mljekarstvo* 19 (3), 59—65.
- MONTGOMERY, D. C.: Design and Analysis of Experiments. John Wiley & Sons. New York, NY, USA, 1976.
- NOVAKOVIĆ, P., HARDI, J. (1984): Doprinos poznavanju organoleptičkih karakteristika jugoslavenskih trapista. *Znanost i praksa u poljoprivredi i prehrambenoj tehnologiji* 14 (5—6), 472—488.
- POZDEROVIĆ, A.: Proučavanje fenomena zadržavanja, odnosno gubitka tvori arome voća tijekom liofilizacije na model-sistemima. Disertacija. Zagreb, 4—6, 1984.
- SABADOŠ, D., RAJŠIĆ, B. (1980): Trapist II — organoleptička kvaliteta. *Mljekarstvo* 30 (11), 323—330.
- ŠIMUNOVIĆ, J., NOVAKOVIĆ, P. (1986): Kompjutorski obrazac za primjenu Dunca-novog testa višestrukog raspona. *Znanost i praksa u poljoprivredi i prehrambenoj tehnologiji* 16 (5—6), (u tisku).
- Pregled patentnih prijava. Science Reference Library. The British Library. London, 4 / 1980.