

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Eva SOMRAK

**OPTIMIZACIJA PROIZVODNJE JABOLČNEGA
VINA**

MAGISTRSKO DELO

Magistrski študij – 2. stopnja Živilstvo

Ljubljana, 2014

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Eva SOMRAK

OPTIMIZACIJA PROIZVODNJE JABOLČNEGA VINA

MAGISTRSKO DELO
Magistrski študij – 2. stopnja Živilstvo

OPTIMIZATION OF CIDER PRODUCTION

M. SC. THESIS
Master Study Programmes: Field Food Science and Technology

Ljubljana, 2014

Magistrsko delo je zaključek magistrskega študijskega programa druge stopnje Živilstvo. Praktični del je bil opravljen na Katedri za tehnologije, prehrano in vino, Oddelka za živilstvo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Komisija za študij 1. in 2. stopnje je za mentorico magistrskega dela imenovala prof. dr. Tatjano Košmerl, za somentorico dr. Tjašo Jug in za recenzenta prof. dr. Rajka Vidriha.

Mentorica: prof. dr. Tatjana Košmerl

Somentorica: dr. Tjaša Jug

Recenzent: prof. dr. Rajko Vidrih

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Magistrsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega magistrskega dela na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Eva Somrak

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Du2
DK UDK 663.31:582.282.23:641.1(043)=163.6
KG sadna vina/ jabolčno vino/ alkoholna fermentacija/ jabolčni koncentrat/ kvasovke/ hrana za kvasovke/ kemijska analiza/ kakovost jabolčnega vina
AV SOMRAK, Eva, dipl. inž. živ. in preh. (UN)
SA KOŠMERL, Tatjana (mentorica)/JUG, Tjaša (somentorica)/VIDRIH, Rajko (recenzent)
KZ SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI 2014
IN OPTIMIZACIJA PROIZVODNJE JABOLČNEGA VINA
TD Magistrsko delo (Magistrski študij – 2. stopnja Živilstvo)
OP XII, 65 str., 27 pregl., 25 sl., 43 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Namen magistrskega dela je bil ugotoviti, kako dodatek različnih vrst komercialnih kvasovk in hranil za kvasovke vpliva na rast in razmnoževanje ter posledično na alkoholno fermentacijo v jabolčnih raztopinah različnih stopenj suhega deleža, ki so bili bodisi povečani s samim jabolčnim koncentratom, s saharozo ali z glukozno-fruktoznim sirupom do želene sladkorne stopnje – 13,5 %, 16,5 % ter do 19,5 % deleža suhe snovi. V prvem delu magistrskega dela smo pripravili 30 vzorcev ter kontrolni vzorec, kjer je potekala spontana alkoholna fermentacija. V 30 vzorcih smo vsem različnim koncentracijam, ki so se razlikovale po vsebnosti suhe snovi različnih dodatkov (jabolčni koncentrat in saharoz), dodali kombinacijo treh različnih vrst kvasovk ter treh različnih hranil za kvasovke. Po končani alkoholni fermentaciji smo pridelano vino fizikalno-kemijsko analizirali, opravili pa smo tudi senzorično analizo, kvalitativne mikrobiološke analize in grafično prikazali fermentacijske krivulje. Drugi del magistrskega dela je temeljal na ponovitvi dela poskusa, le da smo tukaj ponovno uporabili kombinacijo kvasovk in hranil za kvasovke, katere so doprinesle bistveno več alkohola in dobre senzorične rezultate. Osnovna jabolčna raztopina je vsebovala 13,5 % delež suhe snovi, povečali pa smo ga do 16,5 in 19,5 % deleža suhe snovi z glukozno-fruktoznim sirupom. Šestim vzorcem smo s pomočjo L(+)-vinske kisline ($C_4H_6O_6$) znižali pH na 3. Rezultati so pokazali, da smo z dodatkom kvasovk Fermol Associés ter hrano za kvasovke Enovit pridobili največ alkohola ter senzorično sprejemljivo jabolčno vino. Kjer smo povečali suho snov z jabolčnim koncentratom smo pridobili pozitivne lastnosti na senzorični analizi, kjer smo pa povečali delež suhe snovi s saharozo, je pridelano jabolčno vino pridobilo na večjem deležu alkohola. Cilj naloge je bil, da z ustrezno izbiro starterske kulture kvasovk, hranil za kvasovke in optimizirano začetno sladkorno stopnjo proizvedemo jabolčno vino s primerno kemijsko sestavo, senzorično kakovostjo in primerno alkoholno stopnjo za nadaljevalno ocetnokislinsko fermentacijo.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Du2
DC UDC 663.31:582.282.23:641.1(043)=163.6
CX fruit wines/ apple wines/ cider/ alcoholic fermentation/ apple concentrates / yeast strains / yeast nutrients/ physico-chemical analysis / quality of apple wines
AU SOMRAK, Eva
AA KOŠMERL, Tatjana (supervisor)/JUG, Tjaša (co-advisor)/VIDRIH, Rajko (reviewer)
PP SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
PY 2014
TI OPTIMIZATION OF CIDER PRODUCTION
DT M. Sc. Thesis (Master Study Programmes: Field Food Science and Technolgy)
NO XII, 65 p., 27 tab., 25 fig., 43 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The purpose of the master thesis was to determine how the addition of different commercial yeast strains and yeast nutrients affect the yeast growth and metabolism and so consequently, the alcoholic fermentation kinetics of apple solutions containing various degrees of dry matter. Dry matter content was increased either by addition of single apple concentrate, sucrose or glucose-fructose syrup to achieve desired degrees of 13.5%, 16.5% and 19.5% content of dry matter in samples. In the first part of the experiment, we prepared 30 samples and the control sample, where the spontaneous alcoholic fermentation took place. A combination of three different yeast strains and three different nutrients were added to 30 samples, which differed according to the dry matter content of various additives (apple concentrate and sucrose). After completion of alcoholic fermentation, a physico-chemical analysis was performed, as well as sensory analysis, qualitative microbiological analysis and graphical display of the fermentation curves. The second part of the experiment was based on the repetition of the the first part of the experiment, except that here a combination of yeast and yeast nutrient was used. This has contributed significantly more to alcohol content and good sensory results. Basic apple solution contained 13.5% of dry matter, while we increased it to 16.5% and 19.5% with the addition of glucose-fructose syrup. L(+)-tartaric acid ($C_4H_6O_6$) was added to 6 samples to reduce the pH to pH3. According to results, the addition of yeast Fermol Associés and yeast nutrients Enovit resulted in increased alcohol content and sensory acceptable cider. In samples where dry matter was increased by addition of apple concentrate, positive sensory characteristics were obtained, however higher alcohol level was obtained with addition of sucrose to dry matter content. The aim of the thesis was to produce cider with an appropriate choice of yeast starter cultures, yeast nutrients and optimized initial sugar level along with appropriate chemical composition, sensory quality and a reasonable alcohol level to achieve for continuing acetic acid fermentation.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO SLIK	VII
KAZALO PREGLEDNIC	IX
KAZALO PRILOG	XI
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	XII
1 UVOD	1
1.1 NAMEN NALOGE.....	1
1.2 DELOVNE HIPOTEZE.....	1
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 SPLOŠNO O JABOLČNEM VINU	3
2.1.1 Zgodovina jabolčnega vina	3
2.2 IZBOR JABOLK.....	3
2.3 SORTA JABOLK ZA PRIPRAVO MOŠTA	4
2.4 PROIZVODNJA JABOLČNEGA VINA	6
2.4.1 Mletje in stiskanje jabolk	6
2.4.2 Proizvodni postopek	7
2.4.3 Alkoholna fermentacija	7
2.4.4 Zorenje jabolčnega vina	9
2.4.5 Filtracija jabolčnega vina.....	9
2.5 MIKROBIOLOGIJA IN KEMIJSKA SESTAVA JABOLČNEGA VINA.....	9
2.5.1 Mikrobiologija jabolčnega soka in jabolčnega vina	9
2.5.1.1 Kvarljivci.....	10
2.5.2 Kemijkska sestava jabolčnega vina	11
2.5.2.1 Alkohol.....	12
2.5.2.2 Ogljikovi hidrati	12
2.5.2.3 Kisline	13
2.5.2.4 Mineralne snovi	13
2.5.2.5 Vrednost pH	13
2.5.2.6 Aroma jabolčnega vina.....	14
2.5.3 Določanje kemijiske sestave z WineScan FT 120.....	15
2.6 SENZORIKA JABOLČENGA VINA	17

2.7	VRSTE JABOLČNIH VIN	19
2.7.1	Peneča jabolčna vina	19
2.7.2	Belo jabolčno vino.....	20
2.7.3	Brezalkoholno jabolčno vino oz. jabolčno vino z nizko vsebnostjo alkohola	20
2.7.4	Ekološko jabolčno vino.....	20
2.7.5	Letnik jabolčnega vina	20
2.7.6	Kakovost jabolčnega vina	20
2.8	UPORABA JABOLČNEGA VINA.....	21
2.8.1	Jabolčni kis	21
2.8.2	Žganje	21
3	MATERIAL IN METODE DELA.....	23
3.1	MATERIAL IN POTEK DELA	23
3.2	METODE DELA.....	27
3.2.1	Tehtanje mase oddanega CO ₂	27
3.2.2	Fizikalno-kemijske analize z aparaturo WineScan™ Foss	27
3.2.3	Fizikalno-kemijske analize jabolčnega vina	27
3.2.4	Določanje vsebnosti reducirajočih sladkorjev v jabolčnem vinu	27
3.2.5	Določanje relativne gostote, ekstrakta in alkohola v jabolčnem vinu.....	28
3.2.6	Kvalitativni testi za ugotavljanje mikrobiološke okužbe	28
3.2.7	Določanje motnosti	29
3.2.8	Senzorična analiza	29
4	REZULTATI Z RAZPRAVO	30
4.1	REZULTATI ANALIZ MOŠTA	30
4.2	FERMENTACIJSKE KRIVULJE	31
4.3	KEMIJSKE ANALIZE – WINE SCAN™ FOSS	43
4.4	KVALITATIVNI TESTI ZA UGOTAVLJANJE MIKROBIOLOŠKE OKUŽBE	52
4.5	REZULTATI MOTNOSTI	56
4.6	REZULTATI SENZORIČNE ANALIZE.....	58
5	SKLEPI	60
6	POVZETEK.....	62
7	VIRI	63
ZAHVALA		
PRILOGE		

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz bakterije vrste <i>Lactobacillus plantarum</i> pod elektronским mikroskopom v jabolčnem vinu (predelan in nepredelan) z ogljikovim dioksidom (super kritični). A (nepredelana kontrola), B-0 % CO ₂ pri 38 °C, C-5 % CO ₂ pri 34 °C, D-10 % CO ₂ pri 34 °C, E-5 % CO ₂ pri 38 °C, F-10 % CO ₂ pri 38 °C, G-5 % CO ₂ pri 42 °C in H-12 % CO ₂ pri 42 °C (Yuk in Geveke, 2011).....	11
Slika 2: Prikaz oksidacije etanola do ocetne kisline s pomočjo bakterije rodu <i>Acetobacter</i> spp. (Plessi, 2003)	21
Slika 3: Odvisnost oddanega CO ₂ (g/L) od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina s 13,61 % suhe snovi z dodatki treh različnih kombinacij kvasovk in hranil za kvasovke.....	32
Slika 4: Kinetika oddanega CO ₂ (g/L/h) v odvisnosti od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina s 13,61 % suhe snovi z dodatki treh različnih kombinacij kvasovk in hranil za kvasovke.....	33
Slika 5: Odvisnost oddanega CO ₂ (g/L) od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina s 16,77 % suhe snovi, uravnane z jabolčnim koncentratom, z dodatki treh različnih kvasovk in hranil za kvasovke.....	34
Slika 6: Kinetika oddanega CO ₂ (g/L/h) v odvisnosti od trajanja alkoholne fermentacije jabolčnega vina pri proizvodnji jabolčnega vina s 16,77 % suhe snovi, uravnane z jabolčnim koncentratom, z dodatki treh različnih kombinacij kvasovk in hranil za kvasovke.....	34
Slika 7: Odvisnost oddanega CO ₂ (g/L) od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina z 19,73 % suhe snovi, uravnane z jabolčnim koncentratom, z dodatki treh različnih kvasovk in hranil za kvasovke.....	35
Slika 8: Kinetika oddanega CO ₂ (g/L/h) v odvisnosti od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina z 19,73 % suhe snovi, uravnane z jabolčnim koncentratom, z dodatki treh različnih kombinacij kvasovk in hranil za kvasovke.....	36
Slika 9: Odvisnost oddanega CO ₂ (g/L) od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina s 16,47 % suhe snovi, uravnane s saharozo, z dodatki treh različnih kombinacij kvasovk in hranil za kvasovke.....	36
Slika 10: Kinetika oddanega CO ₂ (g/L/h) v odvisnosti od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina s 16,47 % suhe snovi, uravnane s saharozo, z dodatki treh različnih kombinacij kvasovk in hranil za kvasovke	37
Slika 11: Odvisnost oddanega CO ₂ (g/L) od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina z 19,48 % suhe snovi, uravnane s saharozo, z dodatki treh različnih kombinacij kvasovk in hranil za kvasovke.....	38
Slika 12: Kinetika oddanega CO ₂ (g/L/h) v odvisnosti od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina z 19,48 % suhe snovi,	

uravnane s saharozo, z dodatki treh različnih kvasovk in hranil za kvasovke	39
Slika 13: Odvisnost oddanega CO ₂ (g/L) od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina iz osnovne jabolčne raztopine (13,59 % suhe snovi), zvišane z glukozno-fruktoznim sirupom na 16,62 in 19,48 % suhe snovi z dodatki kvasovk Fermol Associés ter hrane za kvasovke Enovit	40
Slika 14: Kinetika oddanega CO ₂ (g/L/h) v odvisnosti od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina iz osnovne jabolčne raztopine (13,59 % suhe snovi), zvišane z glukozno-fruktoznim sirupom na 16,62 in 19,48 % suhe snovi z dodatki kvasovk Fermol Associés ter hrane za kvasovke Enovit	41
Slika 15: Odvisnost oddanega CO ₂ (g/L) od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina iz osnovne jabolčne raztopine (13,59 % suhe snovi), zvišane z glukozno-fruktoznim sirupom na 16,62 in 19,48 % suhe snovi z dodatki kvasovk Fermol Associés, hrane za kvasovke Enovit ter L(+)-vinske kisline do pH 3	41
Slika 16: Kinetika oddanega CO ₂ (g/L/h) v odvisnosti od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina iz osnovne jabolčne raztopine (13,59 % suhe snovi), zvišane z glukozno-fruktoznim sirupom na 16,62 in 19,48 % suhe snovi z dodatki kvasovk Fermol Associés, hrane za kvasovke Enovit ter L(+)-vinske kisline (C ₄ H ₆ O ₆) do pH 3	42
Slika 17: Videz pridelanih jabolčnih vin 1-6 po končani alkoholni fermentaciji.....	43
Slika 18: Videz pridelanih jabolčnih vin 7-12 po končani alkoholni fermentaciji.....	44
Slika 19: Videz pridelanih jabolčnih vin 13-18 po končani alkoholni fermentaciji.....	45
Slika 20: Videz pridelanih jabolčnih vin 19-24 po končani alkoholni fermentaciji.....	46
Slika 21: Videz pridelanih jabolčnih vin 25-30 po končani alkoholni fermentaciji.....	47
Slika 22: Koncentracije sladkorja prostega ekstrakta (SPE) (g/L) in glicerola (g/L) v pridelanih jabolčnih vinih z vodeno alkoholno fermentacijo	48
Slika 23: Koncentracije sladkorja prostega ekstrakta(SPE) (g/L) ter alkohola (vol.%) v pridelanih jabolčnih vinih z vodeno alkoholno fermentacijo	49
Slika 24: Koncentracije sladkorja prostega ekstrakta (SPE) (g/L) in glicerola (g/L) v pridelanih jabolčnih vinih z vodeno alkoholno fermentacijo v drugem delu	51
Slika 25: Prikaz motnosti, usedline ter nastanka biofilma v vzorcih jabolčnega vina (1 do 6) pri kvalitativnem testu (test v inkubatorju na 30 °C ter zračni test)	53

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Karakteristike jabolčnih sort za predelavo jabolčnega vina (Jarvis, 2003b).....	6
Preglednica 2: Tipični mikroorganizmi v svežem iztisnjenu jabolčnemu soku (Jarvis, 2003a)	9
Preglednica 3: Prikaz sestave jabolčnega vina in belega vina (Souci in sod., 2000)	12
Preglednica 4: Aromatične spojine jabolčnega soka in fermentiranega jabolčnega vina (Braga in sod., 2013)	14
Preglednica 5: Prikaz hlapnih arom v jabolkih sorte 'Auksis' in v fermentiranem jabolčnem vinu po 28 dneh (Rita in sod., 2011).....	15
Preglednica 6: Opis senzoričnih atributov (RØdbotten in sod., 2009).....	18
Preglednica 7: Pozitivne in negativne značilnosti za jabolčno vino pri preverjanju kakovosti (Vodovnik in Vodovnik Plevnik, 2003).....	19
Preglednica 8: Kombinacija kvasovk ter hrana za kvasovke	23
Preglednica 9: Oznake vzorcev prvega dela poskusa z dodatki različnih vrste kvasovk ter hranil za kvasovke v osnovni jabolčni raztopini s 13,61 % SS ter povečanjem deleža SS za 3 % in 6 % z dodatkom jabolčnega koncentrata in saharoze	25
Preglednica 10: Oznake vzorcev drugega dela poskusa z dodatkom kvasovk vrst Fermol Associés, hrane za kvasovke ENOVIT ter dodatek L(+)-vinske kisline ($C_4H_6O_6$) v osnovni jabolčni raztopini s 13,5 % SS ter povečanjem deleža SS za 3 % in 6 % z dodatkom glukoznofruktoznega sirupa	26
Preglednica 11: Rezultati analiz mošta-osnovne raztopine za jabolčna vina 1-30.....	30
Preglednica 12: Rezultati analiz mošta-osnovne raztopine za jabolčna vina A-F1.....	31
Preglednica 13: Rezultati kemijske analize jabolčnega vina, pridelanega iz jabolčne raztopine s 13,61 % suhe snovi z dodatki različnih vrst kvasovk ter hrane za kvasovke.....	43
Preglednica 14: Rezultati kemijske analize jabolčnega vina, pridelanega iz jabolčne raztopine s 16,77 % suhe snovi z dodatki različnih vrst kvasovk ter hrane za kvasovke.....	44
Preglednica 15: Rezultati kemijske analize jabolčnega vina, pridelanega iz jabolčne raztopine z 19,73 % suhe snovi z dodatki različnih vrst kvasovk ter hrane za kvasovke.....	45
Preglednica 16: Rezultati kemijske analize jabolčnega vina, pridelanega iz jabolčne raztopine s 16,47 % suhe snovi, uravnane s saharozo za 3 % iz osnovne jabolčne raztopine ter z dodatki različnih vrst kvasovk ter hrane za kvasovke.....	46

Preglednica 17: Rezultati kemijske analize jabolčnega vina, pridelanega iz jabolčne raztopine z 19,48 % suhe snovi, uravnane s saharozo za 6 % iz osnovne jabolčne raztopine ter z dodatki različnih vrst kvasovk ter hrane za kvasovke.....	47
Preglednica 18: Rezultati kemijske analize jabolčnega vina, pridelanega iz jabolčne raztopine s 13,59, 16,62 in 19,52 % suhe snovi, zvišane z glukoznofruktoznim sirupom za 3 in 6 % iz osnovne jabolčne raztopine (13,59 % suhe snovi) z dodatkom kvasovk Fermol Associés ter hrane za kvasovke Enovit	49
Preglednica 19: Rezultati kemijske analize jabolčnega vina, pridelanega iz jabolčne raztopine s 13,59, 16,62 in 19,52 % suhe snovi, zvišane z glukoznofruktoznim sirupom za 3 in 6 % iz osnovne jabolčne raztopine (13,59 % suhe snovi) z dodatkom kvasovk Fermol Associés ter hrane za kvasovke Enovit ter L(+)-vinske kisline ($C_4H_6O_6$) do pH 3	50
Preglednica 20: Prikaz motnosti, usedline ter nastanka filma oksidativnih kvasovk za vzorce jabolčnega vina (1-30) pri kvalitativnem zračnem testu.....	52
Preglednica 21: Prikaz motnosti, usedline ter nastanka filma oksidativnih kvasovk za vzorce jabolčnega vina (1-30) pri kvalitativnem mikrobiološkem poskusu	54
Preglednica 22: Prikaz motnosti, usedline ter nastanka filma oksidativnih kvasovk za vzorce jabolčnega vina (A-F1) pri kvalitativnem zračnem testu.....	55
Preglednica 23: Prikaz motnosti, usedline ter nastanka filma oksidativnih kvasovk za vzorce jabolčnega vina (A-F1) pri kvalitativnem mikrobiološkem poskusu	55
Preglednica 24: Prikaz rezultatov merjenja motnosti (povprečna vrednost \pm s.o.) za vzorce jabolčnega vina	56
Preglednica 25: Prikaz rezultatov merjenja motnosti (povprečna vrednost \pm s.o.) za vzorce jabolčnega vina v drugem delu poskusa	56
Preglednica 26: Rezultati senzorične analize jabolčnih vin (1-30)	58
Preglednica 27: Rezultati senzorične analize jabolčnih vin (A-F1)	59

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: Povprečne vrednosti in standardni odkloni vseh vrednosti parametrov (N=45), uporabljenih za korelacijsko analizo v vzorcih jabolčnih vin

PRILOGA B: Pearsonov koeficient korelacije za parametre jabolčnih vin (N=45)

PRILOGA C: Povprečne vrednosti in standardni odkloni vseh vrednosti parametrov (N=18), uporabljenih za korelacijsko analizo v drugem delu poskusa za vzorce jabolčnega vina

PRILOGA D: Pearsonov koeficient korelacije za parametre jabolčnih vin v drugem delu poskusa (N=18)

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ADH	alkohol dehidrogenaza
ALDH	aldehid dehidrogenaza
ATP	adenozintrifosfat
CFU	kolonijska enota (ang. Colony Forming Unit)
C ₄ H ₆ O ₆	vinska kislina
C ₂ H ₅ OH	etanol
CK	citronska kislina
CO ₂	ogljikov dioksid
EU	Evropska Unija
FC	FC indeks
FTIR	ang. Fourier Transform Infrared
GLIC	glicerol
HK	hlapne kisline
JK	jabolčna kislina
KISL	skupne kisline
MET	metanol
MK	mlečna kislina
NTU	nefelometrična turbidimetrična enota
O.I.V.	Mednarodna organizacija za trto in vino
PVPP	polivinilpolipirolidon
RS	reducirajoči sladkorji
SO ₂	žveplov dioksid
SPE	sladkorja prosti ekstrakt
SSE	skupni suhi ekstrakt
VK	vinska kislina
% SS	delež suhe snovi

1 UVOD

Jabolčno vino, poznano tudi po drugem imenu, t. i. cider, je pijača, ki so jo pili že stari Rimljani. Po njihovem odkritju se je jabolčno vino razširilo po celi Evropi ter po vsem svetu. Dandanes prevladuje proizvodnja jabolčnega vina predvsem v severni Evropi ter severozahodni Španiji.

Jabolčno vino je proizvod jabolčnega soka, ki je izdelan iz jabolk z višjo stopnjo kisline. Sama proizvodnja jabolčnega vina se bistveno ne razlikuje od pridelave vina iz grozinja žlahtne vinske trte. Tudi tukaj je že pred samo proizvodnjo zelo pomemben sam izbor surovine, ki so lahko jabolka ali vnaprej pripravljen jabolčni koncentrat. Alkoholna fermentacija poteka lahko spontano ali s pomočjo dodanih kvasovk vrste *Saccharomyces cerevisiae*, z ali brez dodane hrane za kvasovke. Velika verjetnost je, da so v vzorcu lahko prisotne tudi mlečno- in ocetnokislinske bakterije, ki alkoholno fermentacijo vodijo v ocetnokislinsko vrenje ter posledično do nastanka jabolčnega kisa. Jabolčnemu vinu dajejo njegov značilen okus ogljikovi hidrati, etanol, minerali, sadne kisline, glicerol ter druge organske in anorganske snovi (Jarvis, 2003b).

V Sloveniji ima jabolčno vino več imen, tradicionalna poimenovanja za ta sadjevec so predvsem mošt, tolkovec, bunkovec ter jabolčnik. V jabolčnem vinu ni potrebno, da so prisotna samo jabolka, ampak si lahko poslužujemo tudi druge vrste sadja, ki dajejo jabolčnemu vinu okus in polnost. Predvsem se velikokrat uporablajo hruške (tepka ali moštnica). Sadje lahko predelamo ločeno po sortah ali pa mešamo različne sorte jabolk ali hrušk, predvsem pa moramo biti pazljivi na vsebnost sladkorja, kislin in arome. Jabolka lahko mešamo s hruškami, zaradi taninov, ki jih vsebujejo hruške. Za nadaljnjo pridelavo v jabolčni kis moramo biti pazljivi, da pridobimo čim več alkohola. Tako tekom predelave že jabolčnemu soku dodamo nekaj sladkorja (Vodovnik in Vodovnik Plevnik, 2003).

1.1 NAMEN NALOGE

Namen naloge je bil optimizirati proizvodnjo jabolčnega vina z dodatki, ki so pripomogli k alkoholni fermentaciji (kvasovke in hranila za kvasovke) ter povečanju deleža suhe snovi (jabolčni koncentrat, saharoza, glukozno-fruktozni sirup). Ugotoviti smo žeeli tudi, katere kombinacije kvasovk in hrane za kvasovke dajejo optimalno kemijsko sestavo pridelanih jabolčnih vin, ki so tudi sprejemljive s senzoričnega vidika. Prav tako smo ugotavljali, če vinska kislina kot dodatek spremeni katerokoli značilnost iz kemijskega oz. senzoričnega vidika.

Naš cilj je bil ugotoviti oz. pridobiti po končani alkoholni fermentaciji želeno fizikalno-kemijsko sestavo in senzorično kakovost jabolčnega vina z izbrano kvasovko in hrano za kvasovke ter izbranim deležem suhe snovi za nadaljnjo ocetnokislinsko fermentacijo v jabolčni kis.

1.2 DELOVNE HIPOTEZE

Predpostavili smo:

- da bomo z ustrezno kvasovko in hrano za kvasovke iz jabolčnega koncentrata pri različnih deležih suhe snovi ter dodatki, ki povečujejo delež suhe snovi (glukozno-fruktozni sirup,

saharozu, jabolčni koncentrat), dobili ustrezne kemijske parametre (pH, alkohol, reducirajoče sladkorje) in senzorično okusno jabolčno vino;

- da bo tekom alkoholne fermentacije potekala tudi spontana alkoholna fermentacija jabolčnega soka brez dodanih kvasovk in hranil za kvasovke;
- da bo senzorično najbolj okusno jabolčno vino, kjer smo povečali sladkorno stopnjo do 19,5 % deleža suhe snovi z jabolčnim koncentratom ter, da bo jabolčno vino, kjer smo povečali sladkorno stopnjo do 19,5 % deleža suhe snovi s saharozo, doprineslo največjo stopnjo alkohola.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SPLOŠNO O JABOLČNEM VINU

Jabolčno vino ali z drugo besedo prevret jabolčni sok igra zelo pozitivno vlogo v današnjem svetu. Gre za osvežilno alkoholno pijačo s približno 5 do 8 vol.% alkohola. Štejemo ga med naravne in najstarejše kulturne napitke. Če je ta proizvod brez dodatkov, ga štejemo kot popolno biološko pijačo. K moštu lahko pripišemo veliko zdravilnih učinkov, saj vsebuje veliko vitamina C, pomembne minerale, kot so kalij in magnezij (Jakubik, 2011).

S kemijskega stališča je jabolčno vino sestavljeno iz vode, etanola, mineralov, razpoložljivih ogljikovih hidratov, raznih sadnih kislin, različnih sladkorjev ter glicerola. Zasledimo pa tudi fenolne in dušikove spojine (del Campo, 2005). Poznamo več vrst jabolčnega vina: peneče, belo, brezalkoholno ali nizko alkoholno, suho ali sladko jabolčno vino. Uporablja se ga v prehrani, kot dopolnilo k jedi ali pa iz njega naredimo s pomočjo ocetnokislinske fermentacije jabolčni kis (Jakubik, 2011).

Za jabolčno vino je primerno zrelo in razvito sadje, drobna in nerazvita jabolka. Razlikujemo poletno sadje, ki ga je potrebno takoj stisniti in končen produkt je malo slabše kakovosti in je za sprotno oz. takojšno porabo. Jesensko sadje je potrebno stiskati takoj, za zimsko sadje je značilno, da mora pred stiskanjem odležati nekaj časa, saj mora škrob preiti v sam sladkor, s tem pridobimo na okusu jabolčnega vina (Vodovnik in Vodovnik Plevnik, 2003).

2.1.1 Zgodovina jabolčnega vina

Fermentacija jabolčnega vina je že stara praksa, stara več kot 2000 let. Kjer so se širili nasadi jablan, je bila tudi prav tako zaznana prisotnost jabolčnega soka in posledično mošta, saj je fermentacija potekla čisto naključno s pomočjo mikroorganizmov. V srednjem veku so jabolka uporabljali za kuho jabolčnika. Samo sadjarstvo se je razvijalo na samostanskih ali grajskih vrtovih, kjer so kasneje eksperimentirali z različnimi proizvodi. Zlasti so veliko poudarka dajali na okusu sorte (Viršček Marn in Stopar, 1998). Kasneje se je jabolčno vino začelo širiti po zmernih območjih, razcvet pa je predvsem doživel po deželah Avstrije, Belgije, Anglije, Francije, Nemčije, na severu Španije, Švice in po daljnem širnem svetu kot so Avstralija, Afrika in Nova Zelandija. Prioriteta v dvanajstem stoletju je bil cider oz. jabolčno vino popularna podeželska pijača, ki je bila cenejša kot pivo in precej močnejšega okusa. Na podeželju so izkoristili jabolčno vino za prodajo in so ga tako proizvajali za svoje stranke, družino ali goste. Vendar je bilo znano, da je bil najboljši proizvod za njihove osebne namene (Jarvis, 2003b).

Na severu Španije se je razvilo jabolčno vino, ki je znano po imenu Sider, pijača, ki so jo španski prebivalci pili ob večerji. Francozi so ga poimenovali Cidre ter Angleži Cider. Vsi so znani po drugačnih tehnologijah same priprave (Jakubik, 2011). Ker pa se že nekaj let zgledujemo po Evropi so nam tudi zgled pri sami pridelavi in uživanju jabolčnega vina.

2.2 IZBOR JABOLK

Za proizvodnjo jabolčnega vina izberemo predvsem kakovostno surovino. Po zaledu morajo biti zdrava in čista ter po okusu sočna in harmonična. Izločijo se vidno poškodovana ter plesniva jabolka (Jakubik, 2011).

Žlahtna jabolka, ki jih gojimo za izbornno pridelavo jabolčnega vina, spada v družino rožnic (*Rosaceae*), poddružino Maloideae in v rod *Malus* (Viršček Marn in Stopar, 1998). Jablane pri nas in po svetu sodijo v eno izmed najbolj razširjenih sadnih vrst. Prav tako je zelo prilagodljiva sadna vrsta z dolgo življenjsko dobo (Godec in Goljat, 2009). Zorenje jabolčnih sort je odvisno predvsem od sorte, podnebja in vremena.

Prva jabolka se lahko obirajo že konec junija in do začetka jeseni-oktobra. Znano je, da v toplejšem podnebju zorijo iste sorte zgodaj in v hladnejšem pozneje. Čas obiranja pridelka je odvisen tudi od tega, kako bomo plodove uporabili. Velikost in oblika plodov je značilnost samih sort in na katere močno vplivajo dejavniki okolja, med katere prištevamo: podnebne razmere, oskrbo, gojitveno obliko, zdravstveno stanje, starost (Viršček Marn in Stopar, 1998). Jabolka so podvržena tudi številnim boleznim in škodljivcem. Od bolezni sta to jablanov škrlup in jablanova pepelasta plesen. Pri škodljivcih pa se največkrat pojavijo listne uši in jablanov zvijač. Plodovi jabolk so nizkokalorični ter vsebujejo veliko vitaminov A, B in C ter mineralov. Pri jabolkih zaznamo vsebnost pektina in čreslovin. So poznana po tem, da krepijo imunski sistem, delujejo čistilno in krepijo dlesni (Godec in Goljat, 2009).

Po Jakubiku (2011) je za pripravo sadnega vina najbolj primerna surovina, ki vsebuje delež sladkih sort (dve tretjini jabolk) ter surovina, ki vsebuje kislino in tanine (vsaj tretjina).

2.3 SORTA JABOLK ZA PRIPRAVO MOŠTA

Najbolj primerne sorte jabolk, ki se jih uporablja največkrat tudi za domačo uporabo, so predvsem sorte jabolk Bobovec, Krivopecelj, Jonagold, Zlati delišes, Carjevič, Kanadka, Idared, Gloster ter Melrose.

Za **Bobovec** je predvsem značilno, da se obira v drugi polovici oktobra. Plod jabolka je majhen do srednje velik in tehta približno do 110 g. Je veljaven kot manj kakovostna sorta, izplen je povprečen. Kot sadež je uporaben od januarja do junija. Okus je bolj grob in trpek, sprva trdo in kislo, pozneje se zmehča in postane bolj harmoničen in sočen. Plodovi so izredno odporni proti otiskom in odlično prenašajo prevoze (Viršček Marn in Stopar, 1998).

Krivopecelj se obира konec oktobra, po okusu je osvežilno kisel, brez posebne arome. Meso je belo in čvrsto, bolj grobo, sprva sočno in nato srednje sočno. Plod je srednje velik do velik. Sorta se obira v začetku oktobra, uporabna pa je nekje do januarja ali februarja. Sama sorta izvira iz Nemčije, občutljiva je predvsem za grenko pegavost (Viršček Marn in Stopar, 1998).

Jonagold je zelo priljubljena triploidna sorta. V predelavo je bila uvedena leta 1986. Zori v zadnji polovici septembra. Plodovi so uporabni od obiranja in zdržijo pri dobrih pogojih skladiščenja do marca ali aprila. Plodovi so debeli do zelo debeli. Rast je zelo bujna ter občutljiva za jablanov rak in zimsko pozebo. Samo meso Jonagolda je kremasto do rumenkasto, ob žilah nekoliko zelenkasto, sočno, drobnozrnato ter srednje čvrsto (Viršček Marn in Stopar, 1998).

Zlati delišes je diploidna sorta, spada med glavne sorte slovenskega sadnega izbora in je ena najbolj razširjena jabolčna sorta v svetu. Čas obiranja je konec septembra. Če ga skladiščimo v kontrolirani atmosferi (0 do 1,5 °C, 3 % CO₂ in 3 do 4 % O₂), ga lahko ohranjamo do junija. Plodovi so srednje debeli do debeli. So kroglaste oblike. Meso je sočno in sladko z blago kislino in žlahtno aromo. Za drobne in nerazvite Zlate delišese velja, da so zelo neokusni,

kiselasti in uporabi za predelavo. V tem primeru tudi za jabolčno vino (Viršček Marn in Stopar, 1998; Jakubik, 2011).

Carjevič je naključni sejanec, njegovi plodovi so gladki in so do srednje drobni. Osnovna barva je bledo rumenkastozelenkasta in prehaja v bledo rumeno. Pokrovna barva je temnordeča z nekoliko rjavkastim odtenkom. Meso je rumenkastobelo in je zelo sočno, topno ter ima čvrst sladko-kiselkast okus. Je kakovostno zimsko jabolko, primerno za predelavo. Plodovi Carjeviča so občutljivi za otiske in prevoze (Viršček Marn in Stopar, 1998).

Kanadka je nastala kot ključni sejanec in je uvrščena med postranske sorte slovenskega sadnega izbora. Plodovi so debeli do zelo debeli, razen ko se pojavi močna obloženost dreves, so plodovi le srednje debeli. Po obliki so sploščeni do sploščeno okroglasti. Oblika je močno odvisna od podnebja. Meso Kanadke je zelenkasto ter pozneje svetlo rumenkast. Ima to lastnost, da na zraku hitro potemni. Je predvsem čvrsto, pozneje prhko ter srednje sočno s sladko-kiselkastim okusom. Plodovi niso občutljivi za otiske je pa velika verjetnost, da se pojavi grenka pegavost (Viršček Marn in Stopar, 1998).

Za **Mošancelj** izvor sorte ni natančno ugotovljen. Verjetno se je ta sorta pojavila na Štajerskem, od koder se je razširila na Češko, kjer je dobila ime. Je diploidna sorta in cveti srednje pozno. Dozori sredi oktobra in je uporabna od januarja do maja. Plodovi so drobni, le izjemoma srednje debeli. Značilni mošanclejevi plodovi so podolgovati, nekoliko zoženi proti peclju in muhi. Ob obiranju so plodovi dokaj zelenkasti rumeni ter s časoma postanejo zlato rumeni. Meso je čvrsto in sočno z značilno aromo. Je vrsta jabolka, ki se uporablja za predelavo v jabolčno vino (Črnko, 1990).

Gloster je diploidna vrsta in sorta, ki so jo vzgojili na sadjarski postaji v Jorku. Sorta jabolka Gloster zori konec septembra ali v začetku oktobra. Plodovi so uporabni dlje časa, od novembra pa do konca aprila. Problem je v debelih plodovih, ki se slabo skladiščijo. Meso je zelenkasto do rumenkasto belo, drobnozrnato in sočno ter do srednje čvrsto. Pri prezrelih plodovih pride do mokastega pojava. Okus je mil do sladko-kisel s srednje izrazito aromo. Koža jabolka je gladka, nežna in suha (Viršček Marn in Stopar, 1998).

Idared je uvrščen med glavne sorte slovenskega sadnega izbora in zori v začetku oktobra, plodovi so užitno zreli od decembra. Pri kontrolirani atmosferi lahko skladiščimo jabolka do konca junija. Koža Idareda je čvrsta in gladka ter osnovna barva prehaja iz zelenkasto rumenkaste v bledo rumeno. Meso je belkasto, rahlo kremasto, čvrsto do krhko in sočno. Je prijetnega kiselkastega okusa brez posebne arome. Zelo je primeren za svežo uporabo in predelavo (Viršček Marn in Stopar, 1998).

Melrose je križanec med sortama Jonatan in Delišes. V samo pridelovanje je bila uvedena leta 1944. Plodovi so debeli do zelo debeli. Sorta se obira v zadnji polovici septembra, takoj za Zlatim delišesom. Ohranjam ga lahko do konca aprila, lahko pa tudi do junija v kontrolirani atmosferi. Koža Melrose je dokaj hrupava in je od 50 do 100 % prekrita s sprano rijavo rdečo pokrovno barvo. Prav tako z dozorevanjem prehaja v bledo rumeno barvo. Meso jabolka je zelenkasto belo do svetlo rumenkasto, sočno in drobnozrnato, srednje čvrsto in prijetno aromatično. Plodovi so občutljivi za površinsko rijavenje kožice (Viršček Marn in Stopar, 1998).

V preglednici 1 so prikazane tipične sorte jabolk, iz katerih so pridelana kakovostna jabolčna vina. Sorte jabolk za predelavo jabolčnega vina so lahko po okusu zelo trpka, sladko-kisla, ostra ter kislo-ostra. Na okus vpliva predvsem sestava jabolka, ki vsebujejo več kisline in vsebnost taninov (Jarvis, 2003b).

Preglednica 1: Karakteristike jabolčnih sort za predelavo jabolčnega vina (Jarvis, 2003b)

Tip jabolk	Tipične sorte	Sestava	
		Kislost (g/100 mL)	Vsebnost taninov (g/100 mL)
Sladki	'Northwood'	< 0,45	< 0,2
	'Sweet Alford'		
	'Sweet Coppin'		
Grenko-sladki	'Aston Brown'	< 0,45	> 0,2
	'Jersey'		
	'Dabinett'		
	'Michelin'		
	'Yarlington Mill'		
Oster	'Brown's Apple'	> 0,45	< 0,2
	'Frederick'		
	'ReINETTE Obry'		
Grenko-oster	'Bulmer's Foxwhelp'	> 0,45	> 0,2
	'Brown Snout'		
	'Chisel Jersey'		
	'Kingston Black'		

2.4 PROIZVODNJA JABOLČNEGA VINA

Predelava jabolk v jabolčno vino se ne razlikujejo veliko od predelave grozdja v vino, postopek je praktično enak. Prične se že pri obiranju, ki se nadaljuje v mletje in stiskanje jabolk. Za razliko od grozdja se jabolka za proizvodnjo soka ali vina pred mletjem perejo.

2.4.1 Mletje in stiskanje jabolk

Vsaka predelava se prične s prevzemom sadja, kjer ga stehtajo ter ločijo po velikosti. Pred mletjem jabolk je potrebno opraviti prvo fazo pranja z vodo po transportnem traku. S pomočjo vode odstranimo vse nepotrebno lubje, listje, travo, zemljo in vejice. Takoj po pranju jabolk se jabolka transportirajo do mlina, kjer se mehansko zmelje. Uporablja se več izvedb mlinov t. i., kladivni mlin, sadni mlin, vretenasta stiskalnica, hidravlična stiskalnica ter vodna stiskalnica. Bolj primeren za jabolka je drobilnik sadja, kjer rotirajoči valj pritiska sadje ob steno, v spodnji polovici cilindričnega prostora pa so nameščeni noži, ki jabolka razrežejo v maso. Jabolčna masa se prenasa do mehanske stiskalnice, kjer se ekstrahira v jabolčni sok. Tradicionalno je stiskalnica na prt, sestavljena iz okvirja, ki vsebuje rešetkasto ploščo s tkanino, v katero se prenese možna količina jabolčne kaše. Oprano in zmleto sadje zavijemo v posamezne prte in jih enega na drugega zložimo v 10 do 20 plasti. To je odvisno tudi od stiskalnic. S stiskanjem se začne, ko so vse plasti naložene ena na drugo. Hidravlični sistem ki dela pod tlakom okoli 8 do 10 barov. Ta metoda iztisne kar do 80 % soka, kar je odvisna tudi od trajanja in tlaka stiskanja (Jarvis, 2003b). Lahko se poslužimo tudi tračne stiskalnice, ki deluje povsem na drug način. Sestavljena je iz dveh stabilnih okvirnih konstrukcij, valjev različnih premerov, gumijastega transportnega traka, čistilca traku, ki odstranjuje tropine. Trakova tečeta skozi stiskalnico. Tako se sadna masa strese na trak in počasi premika v smeri vhoda v stiskalnico, kjer teče drugi trak. Trakova sadno maso transportirata v sistem valjev različnih premerov in nagibov. Stene celic počijo in sok se iztisne pod pritiskom teh valjev ter

hitrosti premikanja obeh trakov. Izplen teh stiskalnic je 68 do 76 %. Razlika med tema dvema stiskalnicama je v količini soka, ki ga pridobimo, več ročnega dela pa je potrebno pri prtni stiskalnici. Pri tračni stiskalnici se proces stiskanja odvija kontinuirano in zahteva malo ročnega dela (Jakubik, 2011).

2.4.2 Produkti

Pod glavne in stranske produkte za proizvodnjo jabolčnega vina štejemo, jabolčni sok ter jabolčno drozgo. Sta produkta, ki nastaneta v času stiskanja sadeža. Jabolčna drozga je zelo uporaben produkt, ki ga v industriji proizvodnje jabolčnega soka ali vina uporabljajo v različne namene. Uporabljajo ga za ekstrakcijo naravnega sredstva za želiranje t. i. pektin, ki ga kasneje lahko uporabimo v proizvodnji marmelad, mlečnih izdelkov ter ostalih živil, v zadnjem času se lahko uporabi tudi v medicinske namene. Prav tako se lahko uporablja še za sintezo pektolitičnih encimov, kot substrat za produkcijo fruktofuranozidaze ali pa kot vir antioksidantov (Madrera in sod. 2013).

Jabolčni sok je glavni produkt, iz katerega se proizvede jabolčno vino. Je sestavina, ki vsebuje veliko jabolčne kisline, tanine in sladkorja. Prav tako je velika možnost, da je sam jabolčni sok okužen z mikroorganizmi, ki izvirajo iz samega sadja, iz tal sadovnjaka, iz pripomočkov, ki so uporabljeni za obdelavo jabolk, samega okolja ter mlina. V takem primeru se po samem stiskanju poslužujemo žveplanja soka (s sulfitem, z žveplovim dioksidom (SO_2) ali kalijevim metabisulfitem). Ta sredstva so uporabljeni z namenom, da ne pride do porjenja ter zaradi uničenja »divjih kvasovk« in bakterij, ki bi lahko povzročile spontano alkoholno fermentacijo ali uničenje samega soka. Količina sulfita, ki je dodana v jabolčni sok je približno od 10 do 30 mg prostega SO_2 na liter. Če se pri soku poslužujemo termične evaporacije, je jabolčni sok tretiran z mešanico pektinaz in amilaz ter nato klasificiran za nadaljnjo koncentracijo soka (Jakubik, 2011).

Če iztisnjen sok ni primeren za pridelovalca, si lahko dovoli, da sok pravilno obdela, kar kasneje vpliva tudi na kakovost jabolčnega vina. Pri dodajanju kisline dosežemo, da bo mošt obstojen dlje časa. Pred dodajanjem kisline je potrebno narediti analizo, kjer izmerimo kislost soka. Dodatki, ki jih dodamo, so lahko mlečna kislina, vinska kislina, citronska kislina ali pa kislost povečamo z zelo kislim iztisnjenim sokom. Če sok vsebuje malo sladkorja, se lahko doda ustrezne količine sladkorja. Dodajanje encimov pripomore, da nezaželene dolgoverižne snovi razpadajo na kratkoverižne in topne snovi. Trdi delci se hitreje usedajo na dno. Sok prav tako zbistrimo in dosežemo, da se trdi delci vežejo in padejo na dno soda. To bistrost lahko dosežemo z bentonitom. Vendar se tega postopka večina pridelovalcev izogiba, saj s tem izgubljajo želene snovi, predvsem dragocene aromatske snovi (Jakubik, 2011).

2.4.3 Alkoholna fermentacija

Po tradiciji poteka fermentacija jabolčnega vina v hrastovih sodih, vendar se v industriji poslužujejo sodov iz nerjavečega materiala. Nekateri pridelovalci jabolčnega vina uporabljajo odvečne sode, ki so bili zavrnjeni po pridelovanju piva. Tak način pridelovanja je znan po Evropi (Jarvis, 2003b).

Alkoholna fermentacija jabolčnega mošta je biokemijski proces, kjer je glavna metabolna pot t. i. glikoliza. Pri tem procesu poteka pretvorba glukoze do piruvata, pri kateri vzporedno

nastaja energija v obliki ATP in se tvorijo intermediati. Ločimo dva metabolna modela, ki potekata pri razgradnji piruvata za produkcijo energije (Košmerl, 2007a).

1. Aerobni proces – dihanje oziroma respiracija, pri tem procesu gre za popolno oksidacijo in nastanek biomase.
2. Anaerobni proces – vrenje ali fermentacija, nastajanje etanola.

Razgradnja glukoze do piruvata poteka po enaki poti kot po aerobnih in anaerobnih pogojih preko fruktoze-1,6-difosfata in 3-fosfoglicerata. Med alkoholno fermentacijo jabolčnega mošta se reducirajoči sladkorji presnavljajo v bioprocесu glikolize. Končni produkt glikolize je piruvat oz. piruvična kislina, ki predstavlja pomembno stopnjo v procesu alkoholne fermentacije. Nadaljnji proces je dekarboksilacija piruvične kisline. V tem trenutku se pojavi CO₂ – ogljikov dioksid. Prav tako se pri tem tvori acetaldehid, ki se v zadnji encimski stopnji reducira do etanola. Volumen nastanka CO₂ je 40- do 50-krat večji od volumna fermentirajočega mošta. Izkoristek alkoholne fermentacije (količina nastalega etanola, proizvedenega na enoto porabljenega sladkorja) predstavlja po teoretičnih izračunih 51,1 %. Po teoretičnih izračunih se lahko 180 g sladkorja pretvori v 88 g CO₂ in 92 g etanola (Košmerl, 2007a).

Velik pomen pri alkoholni fermentaciji imajo starterske kulture. Starterska kultura, ki vsebuje različne seve kvasovk, lahko omogoča zelo dejavno alkoholno fermentacijo. Vsaka izbrana kvasovka mora imeti dobre fermentacijske lastnosti, aromatične značilnosti, dobre tehnološke in metabolne lastnosti. Zagotoviti moramo tudi anaerobne razmere ter fermentacijsko temperaturo med 16 in 20 °C (Košmerl, 2007a).

Kvasovke so zelo dejavne pri alkoholni fermentaciji jabolčnega soka. Proces alkoholne fermentacije razdelimo na več faz (Jakubik, 2011):

1. Razmnoževanje kvasovk
2. Začetek alkoholne fermentacije
3. Intenzivna alkoholna fermentacija
4. Tiho končana alkoholna fermentacija.

V praktičnem delu naloge smo poleg starterskih kultur dodali še dodatek hrane za kvasovke, saj s tem dodatkom ustreznega hranila lahko vplivamo na fermentacijsko kinetiko kvasovk. Glavno vlogo igrajo dušikove spojine. Na začetku alkoholne fermentacije je praktično vsak mošt oskrbljen z dušikovimi spojinami, vendar čez čas, se lahko pokaže primanjkljaj spojin, še posebej ko nastane že določena količina alkohola. Znaki dodanega hranila se pokažejo tudi v sami senzoriki vina (Košmerl, 2007a).

Za kakovostno alkoholno vrenje je primerna temperatura med 12 °C in 20 °C (Jakubik, 2011).

Spontana alkoholna fermentacija poteka s pomočjo kvasovk, ki se nahajajo na sadežu jabolka ali pa na opremi za predelavo jabolčnega vina. Veliko študij je pokazalo, da so kvasovke rodu *Saccharomyces* dominantne v primerjavi s kvasovkami vrst *Kloeckera*, *Candida*, *Pichia*, *Hansenula*, *Hanseniaspora* in *Metschnikowia*. Ostale kvasovke so prisotne na samem začetku spontane alkoholne fermentacije (Valles in sod., 2007).

Prav tako je velika raznolikost ostalih mikroorganizmov, poleg fermentativnih kvasovk so še prisotne oksidativne kvasovke, homo- in heterofermentativne mlečnokislinske bakterije in ocetnokislinske bakterije (Valles in sod., 2005).

2.4.4 Zorenje jabolčnega vina

Aroma in okus sveže fermentiranega jabolčnega vina sta dokaj intenziven. Med zorenjem se zgodijo pomembne spremembe v sestavi jabolčnega vina, ki so posledica biokemijskih ali mikrobioloških procesov. Več kot 200 metabolitov so že prepoznali v zrelem jabolčnem vinu (Jarvis, 2003b). Zorenje spremljamo z redno degustacijo, kjer ugotovimo dejansko stanje proizvoda in senzorično stanje, ki zajema bistrost, barvo, vonj, okus in harmoničnost.

2.4.5 Filtracija jabolčnega vina

Filtracijo uvrščamo med zaključne procese in je tehnika ločevanje suspenzije (bioprocesne brozge) v koncentrirano (filtracijsko pogačo) in razredčeno (filtrat) komponento s potiskanjem skozi filtrni medij, ki prepušča tekočino in zadržuje trdne delce. Sila, ki se uporablja pri filtraciji, je lahko ustvarjena z nadtlakom ali vakuumom. S pomočjo filtracijskih naprav, ki jih uporabljamo v proizvodnji, lahko pridobimo bolj čisti produkt in tako tudi zmanjšamo količino nepotrebnih primesi. V proizvodnji se uporablajo tri vrste filtracijskih naprav in sicer, za šaržne procese filtrna stiskalnica, za kontinuirane procese pa rotacijski vakuumski filter in tračni vakuumski filter. V proizvodnji jabolčnih vin se največkrat poslužujemo filtrne stiskalnice s katero v jabolčnem vinu odstranimo predvsem motne delce, lahko pa uporabimo tudi filtrne slojnice EK ali EKS. S to filtracijo dosežemo predvsem mikrobiološko stabilnost jabolčnega vina, kjer skupno število mikroorganizmov ne sme presegati 300 CFU/mL (Kogej, 1996).

2.5 MIKROBIOLOGIJA IN KEMIJSKA SESTAVA JABOLČNEGA VINA

2.5.1 Mikrobiologija jabolčnega soka in jabolčnega vina

Sveže iztisnjen jabolčni sok vsebuje različne vrste kvasovk in bakterij. Nekaterim bakterijam in kvasovkam zaradi okolja ni omogočena rast, saj so izpostavljeni okolju, ki ga ustvarja jabolčni sok, predvsem zaradi njegove določene stopnje kislosti.

Preglednica 2: Tipični mikroorganizmi v svežem iztisnjenu jabolčnemu soku (Jarvis, 2003a)

	Vrste kvasovk in rodovi bakterij	Sposobnost rasti v kislem okolju jabolčnega soka ^a	Občutljivost na sulfit ^b
Kvasovke	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	++++	±
	<i>Saccharomyces uvarum</i>	++++	±
	<i>Saccharomyces ludwigii</i>	+++	
	<i>Kloeckera apiculata</i>	+++	+++
	<i>Candida mycoderma</i>	++	+++
	<i>Pichia</i> spp.	++	+++
	<i>Torulopsis famata</i>	++	++
	<i>Aereobasidium pullulans</i>	++	++
	<i>Rhodotorula</i> spp.	++	+++
Bakterije	<i>Acetobacter</i> spp.	++	++
	<i>Pseudomonas</i> spp.	+	+++
	<i>Escherichia coli</i>		+++
	<i>Salmonella</i> spp.		+++
	<i>Micrococcus</i> spp.	+	+++
	<i>Staphylococcus</i> spp.	+	+++

^a++++ sposobna dobre rasti; + sposobna delne rasti; /+ rast odvisna od seva; ni rasti

^b – neobčutljiv; ± sorazmerno občutljiv; ++, +++, ++++ vedno bolj občutljivo

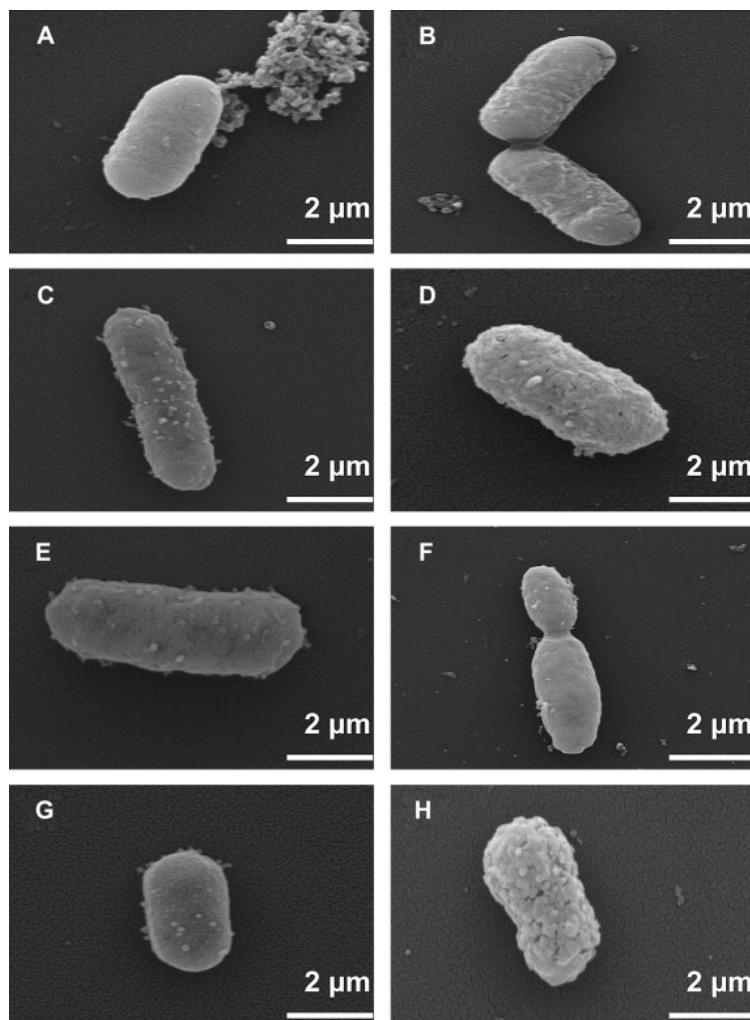
^c+++ – samo v prisotnosti zraka (na površini jabolčnega vina)

2.5.1.1 Kvarljivci

Bakterijski patogeni, kot so rod *Salmonella* spp. ter vrsti *Escherichia coli* in *Staphylococcus aureus* se ponavadi pojavijo v jabolčnem soku. Vir okužbe se lahko pojavi v samih sadovnjakih, na opremah, veliko pripomore tudi nehigienično okolje in človek sam. Normalno kislo okolje jabolčnega soka prepreči nadaljnjo razmnoževanje teh bakterij, saj bakterije ne preživijo dolgo časa v takem okolju. pH jabolčnega vina je približno od 3,3 do 4,1. V zgodovini so se tudi pojavili primeri, ko je bil že sam jabolčni sok okužen z bakterijo vrste *Escherichia coli* O157:H7 (Ingham, 2002). Nezdrava jabolka in posledično sok imata veliko verjetnost, da vsebujejo znotraj predelovalnega obrata visoko stopnjo glivične okužbe z različnimi plesnimi kot so vrste *Penicillium expansum*, *Penicillium crustosum*, *Aspergillus niger*, *Aspergillus nidulans*, *Aspergillus fumigatus*, *Paecilomyces variotii*, *Byssochlamys fulva*, *Monascus ruber*, *Phialophora mustea*, *Alternaria* spp., *Cladosporium*, *Botrytis*, *Oospora* ter *Fusarium*. Posebej omembe vredna je plesen rodu *Byssochlamys*, saj lahko preživi samo pasterizacijo, če jabolčno ni vino pravilno obdelano. Velika nevarnost se lahko pojavi že v samem sadežu in sicer pojav mikotoksina patulin, ki ga tvori plesen vrste *Penicillium expansum*. Mikotoksin patulin je tako prisoten v jabolčnem soku pred fermentacijo in po alkoholni fermentaciji. Sprva pripomore mikotoksin patulin, da pride do zaviranja oz. počasne alkoholne fermentacije ampak sčasoma lahko postane del metabolizma. Tudi kvasovka vrste *Saccharomyces ludwigii* je zelo kvarljiv mikroorganizem že med samo alkoholno fermentacijo ali kasneje med zorenjem jabolčnega vina. Je zelo odporna na žveplov dioksid (Jarvis, 2003a).

Končni produkt-jabolčno vino se lahko okuži z divjimi kvasovkami, kot so nekateri sevi vrst *Saccharomyces cerevisiae*, *Zygosaccharomyces bailii* in *Saccharomyces uvarum*. Omenjeni sevi so lahko sposobni metabolizirati preostali sladkor in/ali dodani sladkor v alkohol in tako pripomorejo k povečanju koncentracije ogljikovega dioksida. Prav tako se pojavljajo bakterije rodu *Acetobacter*, ki so lahko glavni kvarljivci, kateri pripomorejo k oksidativni kvarljivosti že med samo alkoholno fermentacijo ali pa med zorenjem. Če se pokaže že zelo močan vonj po kisu, mošta ne moremo več rešiti. Mnogo napak lahko preprečimo s higieno in uporabo aktivnih suhih kvasovk (komercialno dostopne starterske kulture) ali z žveplanjem ter s pravočasnim pretokom (Jarvis, 2003a).

Za uničenje mikroorganizmov je zelo priporočljiva temperaturna obdelava pri 71,1 °C za 6 ali 11 sekund, odvisno tudi od jabolčnega soka ter od sadeža. Znana je tudi tehnika, kjer zadržujejo jabolčno vino pri 25 do 35 °C za nekaj ur, s tem se poveča smrtnost bakterije vrste *E.coli* O157:H7. Za uničenje mikroorganizmov priporočajo tudi, da se k jabolčnemu vinu dodata kalijev sorbat in natrijev benzoat, vendar za kupce to ni sprejemljivo (Ingham, 2002).



Slika 1: Prikaz bakterije vrste *Lactobacillus plantarum* pod elektronskim mikroskopom v jabolčnem vinu (predelan in nepredelan) z ogljikovim dioksidom (super kritični). A (nepredelana kontrola), B-0 % CO₂ pri 38 °C, C-5 % CO₂ pri 34 °C, D-10 % CO₂ pri 34 °C, E-5 % CO₂ pri 38 °C, F-10 % CO₂ pri 38 °C, G-5 % CO₂ pri 42 °C in H-12 % CO₂ pri 42 °C (Yuk in Geveke, 2011).

Slika 1 prikazuje pasterizirano jabolčno vino (A) brez konzervansov inokuliran z bakterijo vrste *Lactobacillus plantarum*, ter obdelana jabolčna vina (B-H) s sistemom SCO₂ (učinkovitost superkritičnega ogljikovega dioksida) v rangu od 0 do 12 % (g CO₂/100 g produkta) ter pri različnih temperaturah 34, 38 in 42 °C.

2.5.2 Kemijska sestava jabolčnega vina

Kemijska sestava jabolčnega vina je zelo odvisna od sestave jabolčnega soka, alkoholne fermentacije, mlečnokislinskih bakterij, mikrobiološke okužbe in ostalih metabolitov, h končni sestavi pa lahko veliko doprinesajo tudi aditivi, ki so bili lahko uporabljeni že med samo proizvodnjo. Prav tako sama sestava jabolka pripomore k dobrni karakteristiki okusov, že samo zaradi arom, ki jih jabolko vsebuje. Dandanes, v živilski industriji, so to zelo pomembni parametri za potrošnike (Rita in sod., 2011).

Jabolčni sok vsebuje 11 % sladkorja (fruktozo, glukozo ter saharozo) ki soku daje sladkost, 0,4 % kislin (predvsem jabolčne), ki daje vinu značilno kislost ter nekaj taninov (polifenolov), amidov in ostalih dušikovih spojin, topnih pektinov, vitamin C, mineralov,

estrov in mnogo drugih snovi, ki dajejo tipičen okus in aroma jabolčnemu soku (del Campo, 2005). Relativni deleži so odvisni od sorte jabolk, od pogojev rasti, obiranja in zrelosti jabolk pa tudi od poškodb jabolk. Da se znebimo nepravilnosti, je potrebno v primeru gnilobe dodati jabolčnemu soku žveplov dioksid. Le-ta deluje tudi antioksidativno, saj preprečuje encimsko in neencimsko oksidacijo polifenolov, ki se odraža na porjenju.

Preglednica 3: Prikaz sestave jabolčnega vina in belega vina (Souci in sod., 2000)

	Jabolčno vino	Belo vino
Energijska vrednost (kcal/100g)	45	71
Voda (g/100 g)	92,1	88,4
Etanol (vol.%)	4,99	8,59
Minerali (g/100 g)	0,29	0,24
Hlapne kislina (mg/100 g)	65	/
Skupne kislina (mg/100 g)	530	/
Ekstrakt (mg/100 g)	2630	2600
Glicerol (mg/100 g)	410	700
Taninska kislina (mg/100 g)	120	/

Sestavo jabolčnega vina lahko primerjamo s sestavo belega vina, saj se postopka pridelave ne razlikujejo veliko (preglednica 3). Vidimo, da ima belo vino večjo energijsko vrednost, več alkohola, glicerola in aromatičnih spojin, na drugi strani pa manj vode.

V nadaljevanju na kratko povzemam bistvene spojine jabolčnega vina.

2.5.2.1 Alkohol

Je glavni produkt alkoholne fermentacije, ki jo opisuje enačba (1).



Po končani alkoholni fermentaciji je od nastalih alkoholov največ etanola, višji alkoholi pa se pojavljajo v manjših količinah. Pri jabolčnem vinu se omejujejo na etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), ki ga imenujemo kar alkohol (Boyer, 2005), kateri v jabolčnem vinu deluje kot dober konzervans. Alkohol v jabolčnem vinu se lahko pokaže kot: **naravni alkohol**, ki je količina alkohola, kateri je nastal iz sladkorja v sadežu oz. jabolku, **dejanski (ali prisotni) alkohol**, ki je nastal bodisi iz sladkorja v sadju ali iz sladkorja, ki je bil v okviru dovoljenih predpisov dodan v mošt (dosladkan), **potencialni alkohol** je v alkohol preračunana količina nepovretega sladkorja (vsebnost reducirajočih sladkorjev), ki bo po nekem času povrel v alkohol ter **skupni alkohol**, ki je vsota vsebnosti dejanskega in potencialnega alkohola v jabolčnem vinu (Košmerl in Kač, 2007). Vsebnost alkohola v jabolčnem vinu je približno od 5 do 7 vol.% (Jakubik, 2011).

2.5.2.2 Ogljikovi hidrati

Med sladkorje, ki so prisotni v jabolčnem vinu, prištevamo monosaharide, disaharide in polisaharide. Za pentoze ($\text{C}_5\text{H}_{10}\text{O}_5$) je značilno, da jih kvasovke težko povrejo v alkohol tako da v jabolčnem vinu preostanejo kot sestavina skupnega ekstrakta. Če pa so v vinu prisotne mlečnokislinske bakterije, le-te lahko razgradijo pentoze ob tvorbi acetata in laktata. Za heksoze (glukoza ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) in fruktoza ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)) je značilno, da se zelo dobro topijo v

vodi. Razen glukoze, ki je malo manj topna v alkoholu, zato je v jabolčnem moštu prisotna v topni obliki. Za heksoze je tudi značilno, da fermentirajo s pomočjo kvasovk do CO_2 , etanola in acetne kisline. Zelo pomemben disaharid je saharoza ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$), ki s pomočjo kvasovk, ki vsebujejo encim saharaza, razpade na glukozo in fruktozo. Polisaharidi se v jabolčnem vinu nahajajo predvsem v koloidni obliki (Vodovnik A. in Vodovnik T., 1999).

2.5.2.3 Kisline

Vsebnost kislin v jabolčnem vinu je odvisna predvsem od porekla jabolk, načina obdelave, fermentacije, kvasovk ter higiene. Ustrezna vsebnost kislin je zelo pomembna za ohranjanje jabolčnega vina: manjša kot je vsebnost kislin, večja je možnost, da bi prišlo do napak, predvsem iz vidika senzorike. V živilski industriji so v prizvodnji jabolčnega vina, zelo pomembne naslednje kisline in njihove soli (Vodovnik A. in Vodovnik T., 1999):

- vinska kislina in njene soli – tartrati;
- jabolčna kislina in njene soli – malati;
- citronska kislina in njene soli – citrati;
- mlečna kislina in njene soli – laktati;
- ter ostale kisline (acetna kislina, zasledimo še jantarno, glukonsko, glikonsko, glukuronosko, galakturonosko, oksalno, hidroksicimetne kisline).

Vinska kislina prehaja v obliki soli že med razvojem in dozorevanjem jablane oz. jabolk. To so primarni kalijev hidrogentartrat, ki je kisel, sekundarni kalcijev tartrat, ki je nevtralen ter primarni in sekundarni kalcijev tartrat. Če tla gnojimo z dušičnimi gnojili, se v času zorenja posledično zmanjša vsebnost same vinske kisline. Za jabolčno kislino je značilno, da je produkt nepopolne oksidacije sladkorja ali pa prehaja iz listja v sadež, kjer se tudi sama oksidira do vode in ogljikovega dioksida. Citronska kislina je sestavina mošta in vina, prisotna predvsem v manjših količinah. Mlečna kislina je produkt biološkega razkisa, ki je pomemben mikrobiolški proces, pri katerem mlečnokislinske bakterije razgradijo jabolčno kislino v milejšo mlečno kislino (Vodovnik A. in Vodovnik T., 1999).

2.5.2.4 Mineralne snovi

Med alkoholno fermentacijo se nekaj mineralnih snovi izloči, ki prav tako prispevajo k okusu jabolčnega vina in tako doprinesejo k višji senzorični oceni. Prav tako so pomembna za kvasovke in izgradnjo njihove strukture. V jabolčnem vinu zasledimo kot najpomembnejše katione K^+ , Na^+ , Ca^+ , Mg^+ , Fe^+ , v obliki soli pa anione SO_4^{2-} , Cl^- , $(\text{NO}_3)^{-}$, BO_3^{3-} . Od bioelementov pa v vinu zasledimo Al, Ar, Pb, Br, F, J, Co, Cu, ki vplivajo na mnoge življenske procese v organizmu in delujejo pri ohranjanju zdravja. Vsebnost mineralnih snovi prav tako niha kot vsebnost kislin. Med alkoholno fermentacijo in pri stabilizaciji vina se nekaj mineralnih snovi izloči zaradi vezave na kisline in prehoda iz topne v netopno obliko (Vodovnik A. in Vodovnik T., 1999).

2.5.2.5 Vrednost pH

Je število, ki nam da podatek o dejanski kislosti določenega vina. Izražena je s koncentracijo vodikovih ionov (H^+) in jo imenujemo tudi aktualna kislost. Vrednost pH-ja ima veliko povezavo z vsebnostjo alkohola in ekstrakta, predvsem pa tudi ostanka nepovretnega sladkorja in glicerola. pH mošta je okoli 3,0 do 3,6, vrednost pH vina pa malo naraste in se giblje od 2,9 do 3,8. Odvisna je tudi od porekla. Za kakovost in stabilnost vina je pH zelo pomemben,

saj so od njegove stopnje odvisni številni procesi v vinu in tudi potrebni ukrepi v času negovanja in hranjenja vina (Vodovnik A. in Vodovnik T., 1999).

2.5.2.6 Aroma jabolčnega vina

Jabolka štejejo kar nekaj dobrih lastnosti skladiščenja in dobrih proizvodnih lastnosti. Prav tako so zelo unikatna glede karakteristike okusa. Omeniti velja, da se aromatične spojine v jabolčnem soku tvorijo, ko se začne že sama proizvodnja in se kasneje spreminja. Kakovost jabolčnega vina določajo tudi hlapne (aromatske) snovi, ki nastajajo med zorenjem jabolk. Arome nastajajo med zelo kratko fazo zorenja, ki kasneje doprinesejo velik vpliv na alkoholno fermentacijo do jabolčnega vina. Hlapne snovi predstavljajo širok spekter kemijskih spojin, predvsem estri, aldehydi, alkoholi, kisline in ketoni. Hlapne snovi, ki se tvorijo, se lahko spremenijo pred, med ali po obiranju jabolk. Primer, povzet po Bragi in sod. (2013), prikazuje preglednica 4, kjer se količina arom spremeni med alkoholno fermentacijo. Estri predstavljajo v jabolku velik delež in sicer do 92 %, preostale sestavine so alkoholi, aldehydi, ketoni in etri.

Preglednica 4: Aromatične spojine jabolčnega soka in fermentiranega jabolčnega vina (Braga in sod., 2013)

Spojina	Jabolčni sok (mg/L)	Jabolčno vino(mg/L)
etil acetat	3,41	31,86
etil butanoat	0,60	0,23
etil heksanoat	0,00	0,02
butil acetat	0,18	0,06
3-metilbutil acetat	0,14	1,56
heksil acetat	0,06	0,18
2-hidroksietil propanoat	15,58	20,87
etil oktanoat	0,00	0,61
etil deoktanoat	0,01	0,56
etil sukcinat	3,04	2,82
etil dodekanoat	3,65	4,31
acetaldehyd	30,76	92,53
butanojska kislina	0,70	3,26
oktanojska kislina	1,04	6,89
3-metil-1-butanol	3,21	103,67
1-heksanol	0,16	0,04
2-heksanol	0,00	6,12
2-feniletanol	0,46	17,79
heksanon	0,32	0,80
2-heptanon	0,04	0,04
2-oktanon	0,01	0,03

Aroma igra zelo veliko vlogo v jabolčnem vinu, sestava hlapnih snovi je tudi zelo odvisna od same tehnologije, zorenja in od pogojev skladiščenja (Rita in sod., 2011).

Preglednica 5: Prikaz hlapnih arom v jabolkih sorte 'Auksis' in v fermentiranem jabolčnem vinu po 28 dneh (Rita in sod., 2011)

Sestavine	Jabolčni sok (mg/L)	Jabolčno vino (mg/L)
Kislina		
ocetna kislina	/	252,38
2-metil propanojska kislina	/	/
4-metil pentanojska kislina	/	/
n-dekanojska kislina	/	/
Estri		
etyl acetat	/	271,45
2-metil butil acetat	/	683,13
Alkoholi		
1-heksanol	/	273,20
2-hidroksietylhidrazin	/	5167,67
3-metil-1-butanol	/	1874,57
feniletanol	/	257,64

2.5.3 Določanje kemijske sestave z WineScan FT 120

WineScan FT 120 proizvajalca FOSS je aparat za sočasno določanje več sestavin grozdja in vina. Omogoča hitre analize glavnih parametrov kakovosti (cca. 30 sekund). Predvsem so nizki stroški za reagente, ki se uporablajo v analizi. Znan je tudi po enostavni pripravi vzorca, saj vzorca ni potrebno segrevati ali kemijsko obdelati (FOSS, 2005). Deluje na principu infrardeče spektroskopije.

Infrardeča spektroskopija

Fotoni infrardeče (IR) svetlobe z valovnimi dolžinami 2,5-50 μm z valovnim številom od 4000 do 1600 cm^{-1} imajo energijo, ki je primerna za vzbujanje nihanj vezi med atomi v molekulah. Atomi v molekulah lahko nihajo na več načinov in samo število nihanj, ki so možne hitro, lahko naraščajo z velikostjo molekul. Atomi v molekulah so značilni za določen tip vezi in jih torej lahko uporabimo za določanje kvalitativnih in kvantitativnih komponent v vzorcu (Škvarč, 2007).

Natančna lega absorpcijskega vrha točno določene vezi je odvisna od okolice, v kateri se ta vez nahaja, ali gre to za konjugacijo z dvojnimi ali trojnimi vezmi iz soseščine, hibridizacijo atomov ali pa za elektronegativnost sosednjih atomov. Infrardeče spektre snemamo ponavadi v območju 4000 cm^{-1} -1600 cm^{-1} za ugotavljanje prisotnosti funkcionalnih skupin, del spektra, ki je pa pod 1600 cm^{-1} pa imenujemo območje prstnega odtisa in je uporabna za identifikacijo spojine (Škvarč, 2007).

FTIR tehnologija

FTIR inštrumenti (*ang. Fourier Transform Infrared Spectroscopy*); infrardeča spektroskopija s Fourierjevo transformacijo, ohranja preciznost in stabilnost tradicionalnih instrumentov. Sama FTIR enota pa omogoča sočasno spremeljanje intenzitete svetlobe v celotnem infrardečem spektru.

Podatki celotnega spektra se zberejo v manj kot eni sekundi, saj so vse frekvence, ki prihajajo iz infrardečega vira, obdelane skupaj brez predhodnega izbora. Prednosti FTIR so majhne izgube intenzitete svetlobe, velika natančnost in točnost valovnih dolžin ter sočasne meritve

intenzitete svetlobe širšega območja valovnih dolžin v zelo kratkem času. Da to lahko dosežemo, je potrebna pretvorba (modulacija) visokofrekvenčnega signala brez izgube podatkov, zato z uporabo interferometra, ki razdeli žarek na dva približno enako intenzivna žarka, tako opravita različno dolgo pot do detektorja ter ju nato rekombinira v kosinusno funkcijo (Škvarč, 2007).

Princip Fourierjeve transformacije temelji na dejstvu, da se lahko vsaka funkcija razcepi v vsoto sinus funkcij, kjer je vsaka sinus funkcija določena z dvema vrednostma: njeno amplitudo (intenziteto) in frekvenco (valovno dolžino). Fourierjeva transformacija je matematični postopek, ki omogoča, da interferogram razcepimo v vsoto sinusnih funkcij, kjer vsaka izmed njih predstavlja dani val. Frekvenca in amplituda teh se izračunata s pomočjo interferogramskega podatkov. V nekaj sekundah dobimo interferogram s pomočjo spektrometra skozi izračun Fourierjeve transformacije. Interferogram je preoblikovan v celotni spekter vzorca. Od tu naprej se ponovno srečujemo s splošno teorijo spektrometrije, svetlobne intenzitete, prepustnosti, absorbance in njihovega odnosa s sestavnimi deli v določenem vzorcu (Škvarč, 2007).

Kalibracija

WineScan je kalibriran za suha mirna vina s klasičnimi metodami. Kalibracijske krivulje so redno potrjevane s sodelovanjem v medlaboratorijski primerjav (Bipea) (Škvarč, 2007).

Akreditirani parametri (vino):

- specifična teža
- alkohol
- ekstrakt
- skupne kislina
- hlapne kislina

Potrjeni parametri (vino):

- reducirajoči sladkorji
- pH
- jabolčna kislina
- mlečna kislina
- citronska kislina
- vinska kislina
- glicerol
- CO₂
- FC indeks

Potrjeni parametri (grodje):

- relativna gostota
- skupne kislina
- pH
- jabolčna kislina
- vinska kislina
- FAN
- glukoza+fruktoza
- OD 280

Drugi rezultati so zgolj informativne narave (Škvarč, 2007).

To je ena izmed metod, ki se uporablja za fizikalno-kemijske analize v živilstvu in s tem je doprineslo veliko prednosti za analize vina: časovno hitre analize in natančnost za številne vzorce parametrov. Zelo dobre analize so pokazale predvsem za merjenje etanola, skupne kisline, sladkorje, sulfate (Moreira in Santos, 2004).

2.6 SENZORIKA JABOLČENGA VINA

Senzorično analizo opredeljujemo kot opisovanje in ocenjevanje lastnosti živila s človekovimi čuti: vidom, vohom, sluhom, okusom in dotikom ter s čutili, nos, roke, oči in ušesa. S pomočjo receptorjev zaznamo videz, barvo, okus, vonj in temperaturo. Cilj senzorične analize je zadnji del proizvodnje živil, saj s tem definiramo posamezne senzorične lastnosti ter zagotovimo pomembne informacije različnim profilom živilske stroke. Tako vplivamo na sam razvoj izdelka in izboljšanje izdelka, če je le ta senzorično neokusen (Golob in sod., 2006).

V poskusnem delu smo s pomočjo točkovanja določili senzorične lastnosti jabolčnega vina po Buxbaumovi metodi. Po tej metodi je lahko jabolčno vino ocenjeno z največ 20 točkami.

Med alkoholno fermentacijo jabolčnega soka se pretvorí veliko biomase, sladkorja in etanola. To so nekako glavne komponente, ostale komponente, ki so omembe vredne, pa so estri, ki nastajajo tudi med procesom alkoholne fermentacije. Končnemu proizvodu dajejo okus ter aromo. Iz organoleptičnega vidika okusu prav tako veliko doprinesejo organske kisline.

Večina estrov se tvori že na samem začetku, vendar se med samo alkoholno fermentacijo količina estrov še veča. Na okusu se pozna predvsem, če v jabolčnem vinu zasledimo več kot 200 mg/L etil acetata. Etil acetat prištevamo med glavne estre. Na biosintezo estrov vpliva več dejavnikov, kot so aeracija, fermentacijska temperatura in zrelost sadja (de la Roza in sod., 2003).

Hlapne fenolne spojine so tema zadnjih 25 let v proizvodnji jabolčnega vina, saj so eden izmed produktov, ki nastajajo med alkoholno fermentacijo. So zaznamovane kot organoleptična napaka oz. dejansko gre za bolezen v samem proizvodu. Vonj spominja na konje, po usnu ali pa ima zelo specifičen oster vonj. Hlapne fenolne kisline so lahko tudi produkt raznih mikroorganizmov, ki se najdejo v jabolčnem vinu. V večji meri tvorijo hlapne fenole mlečnokislinske bakterije ter plesen vrste *Aspergillus niger* (Burton in sod., 2011).

Aroma in okus svežega jabolčnega vina sta ponavadi zelo specifično aromatična, odvisno od sort jabolk. Več kot 200 metabolitov je bilo že izoliranih iz jabolčnega vina, ki dajejo vinu okus in svežost (Jarvis, 2003a).

Preglednica 6: Opis senzoričnih atributov (Rødbotten in sod., 2009)

Lastnosti	Opredelitev
VONJ	
Kisel	Vonj po sadni kislini, kisu
Jabolčni	Svež jabolčni vonj
Sadni (ne jabolčni)	Vonj po sadju (vendar ne po jabolku)
Umeten vonj	Nenaraven in nepričakovani vonj v jabolku
VIDEZ	
Belina	Stopnja bele v primerjavi črne ali več različnih barv v vzorcu
Barvni odtenek	Stopnja rumene v primerjavi rdeče barve v vzorcu
Intenzivnost barve	Čista barva v primerjavi odtenke bele/črne barve v vzorcu
OKUS	
Kisel	Okus podoben sadni kislini, kisu
Sladek	Po saharovi
Grenek	Po kininu in kofeinu
Jabolčni okus	Svež jabolčni okus
Sadni okus	Okus po različnih vrstah sadja
Umetni okus	Nenaraven in nepričakovani okus v jabolku
TEKSTURA	
Viskoznost	Tekoč, trpeč okus

Za primerjavo senzoričnih deskriptorjev smo poleg lastnosti, opisanih v preglednici 6, vzeli še nekaj značilnosti za degustacijsko označevanje jabolčnega vina (preglednica 7).

Preglednica 7: Pozitivne in negativne značilnosti za jabolčno vino pri preverjanju kakovosti (Vodovnik in Vodovnik Plevnik, 2003)

Pozitivne značilnosti	Negativne značilnosti
1. BARVA / VIDEZ	
Tipična oz. značilna	Netipična oz. neznačilna
	Nenaravna
	Visoka
	Bleda
	Revna
2. VONJ	
Izboren	Brezizrazen
Cvetličen	Plitek
Saden	Netipičen
Čist, popoln	Vsiljiv
Tipičen	Spremenjen
Izražen	Tuj
	Starikav
	Zatohel
3. OKUS	
Izboren	Brezizrazen
Plemenit	Plitek
Saden	Pomanjkljiv
Čist, popoln	Oksidiran
Tipičen	Repnica
Uglajen	Hlapne kisline
Jedrnat	Kisel
Žametast	Kovinski
	Mehak
	Starikav
	Prazen
4. HARMONIČNOST	
Harmoničen	Neharmonična
Skladna	Neskladna
Zaokrožena	Robata
Uravnotežen	Enostavna
Elegantna	Površna
Prefinjena	Pomanjkljivost
	Enostranska

2.7 VRSTE JABOLČNIH VIN

2.7.1 Peneča jabolčna vina

Peneča jabolčna vina so karbonizirana s CO₂ od 3,5-4 bari tlaka. Tako vino je polnjeno po metodi »champagne-style«. Pred stekleničenjem jabolčno vino filtrirajo in sterilizirajo. Peneče jabolčno vino je pridobljeno po drugi alkoholni fermentaciji v steklenicah. Vendar tako pridobivanja jabolčnega vina je zelo redko. Končni proizvod se ne more poimenovati »šampanjsko jabolčno vino«, saj po EU pravilniku to ni mogoče (Jarvis, 2003b). Metoda je zaščitenia in znana po španski označbi »Sidra de Asturias«. Fermentacija in zorenje potekata v isti steklenici, ki jo kasneje kupijo potrošniki. Dokončna avtoliza kvasovk poteka v času staranja in prav tukaj se zgodijo vse organoleptične spremembe, ki dajo penečemu jabolčniku okus in aroma. Kvasovke morajo biti sposobne fermentirati v reduktivnih razmerah - v steklenici ter v prisotnosti etanola, pri nizkih temperaturah in pod visokim tlakom CO₂ (Valles in sod., 2008).

2.7.2 Belo jabolčno vino

Med posebne vrste jabolčnih vin prištevamo tudi jabolčno belo vino, ki je proizvod fermentiranega belega jabolčnega vina, ki je s pomočjo razbarvanja (dekolorizacije) tretiran z aktivnim ogljem in ostalimi enološkimi oz. dekolorizacijskimi sredstvi (PVPP). Izraz belo jabolčno vino je prepoznaven še po neki barvi, ki jo jabolčno vino ima. Barva ni primerljiva z barvo, ki jo ima gin ali vodka (Jarvis, 2003b).

2.7.3 Brezalkoholno jabolčno vino oz. jabolčno vino z nizko vsebnostjo alkohola

Brezalkoholno jabolčno vino je pripravljeno tako, da odstranimo alkohol pri jabolčnih vinih z veliko vsebnostjo alkohola oz. močnih s toplotno evaporacijo, obratno osmozo ter z drugimi primernimi tehnikami, ki dajo produktu z ne več kot 0,5 vol.% alkohola. Jabolčna vina z nizko vsebnostjo alkohola, do 1,2 vol.% alkohola, so narejena po metodi, da se predčasno ustavi alkoholna fermentacija (Jarvis, 2003b).

2.7.4 Ekološko jabolčno vino

Ekološko jabolčno vino je v interesu ljudi, ki se ukvarjajo z ekološkim kmetijstvom. Veliko pridelovalcev ponuja jabolčno vino, narejeno le iz sadja, ki je po EU pravilniku veljaven kot ekološko predelano sadje. Ekološka jabolka so stiskana posebej oz. ločena od jabolk, ki so pridelana neekološko. Pravila pa določajo, da le ta lahko tretiramo s plinastim žveplovim dioksidom (Jarvis, 2003b).

2.7.5 Letnik jabolčnega vina

Tako jabolčno vino je proizvod svežih jabolk določenega leta ali pa iz jabolčnega soka, ki ima lastnost le enega jabolčnega kultivarja (Jarvis, 2003b).

2.7.6 Kakovost jabolčnega vina

Veliko doprinese končni kakovosti jabolčnega vina tehnologija in znanje posameznika, ki prideluje jabolčno vino (Jakubik, 2011).

Kakovost preverjamo s kemijsko in senzorično analizo. Kemijska analiza zajema vse parametre od gostote, do alkohola, reducirajočih sladkorjev, ekstrakta, skupnih kisline, prostega SO₂. Pri senzorični analizi je predvsem pomembna organoleptična ocena ter kakovostne značilnosti, kot so bistrost, barva, vonj, okus in harmoničnost.

Kakovost jabolčnega vina je razmerje vseh sestavin v jabolčnem soku. Za orientacijo, kako kakovost jabolčnega vina razvrščajo v Nemčiji:

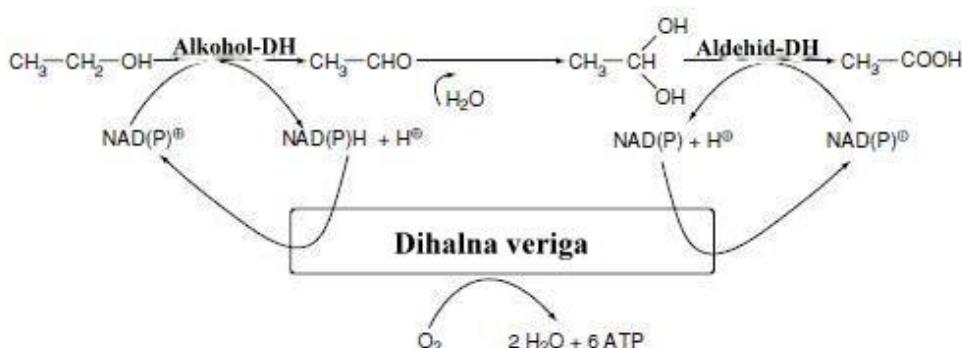
- normalna kakovost sadnega, jabolčnega, hruškovega vina, ki mora imeti najmanj 5,0 vol.% skupnega alkohola (možno dosladkanje),
- »ekstra« kakovost sadnega, jabolčnega ali hruškovega vina, ki mora imeti najmanj 5,5 vol.% skupnega alkohola brez dosladkanja (dosladkanje ni dovoljeno)
- kakovost »sadjevca za dejelno uporabo«, ki mora imeti prisotno najmanj 4,0 vol.% alkohola (Vodovnik in Vodovnik Plevnik, 2003).

2.8 UPORABA JABOLČNEGA VINA

2.8.1 Jabolčni kis

Jabolčno vino je lahko tudi ena izmed faz za pridobivanje jabolčnega kisa. Jabolčni kis je proizvod fermentirane oz. razredčene alkoholne raztopine, ki nastane pri vrenju jabolčnika oz. jabolčnega vina. V prvi fazi alkoholne fermentacije sladkor povre v alkohol in nastane jabolčno vino. V nadaljevanju se alkohol s pomočjo ocetnokislinskih bakterij pretvori v ocetno kislino. Mikroorganizmi rodu *Acetobacter* in najbolj razširjenih vrst *Acetobacter aceti*, *Acetobacter pasteurianus* in *Acetobacter hansenii* so tisti, ki oksidirajo etanol v ocetno kislino in rastejo pri temperaturi 18 do 35 °C (Plessi, 2003).

Med biopresosom pridobivanja ocetne kisline se etanol kvantitativno oksidira do ocetne kisline. Običajni izkoristek je med 95 in 98 %, preostanek (2 do 5 %) pa je običajno izgubljen v izhajajočem plinu. Končna produkta sta CO₂ in H₂O. Oksidacija etanola poteka s pomočjo ocetnokislinskih bakterij preko dveh zaporednih stopenj. Prva stopnja je oksidacija etanola v acetaldehid, ki reagira z vodo in tako dobimo hidratiziran acetaldehid. V drugi stopnji pa se ta aldehid dehidrogenira in dobimo ocetno kislino. Reakciji katalizirata alkohol dehidrogenaza (ADH) in aldehid dehidrogenaza (ALDH), kar prikazuje slika 2. Ocetna kislina se tako na koncu vzporedno oblikuje pri disproporcionaciji dveh molekul acetaldehyda. Etanol se na koncu reoksidira in ciklus se ponavlja (Plessi, 2003).



Slika 2: Prikaz oksidacije etanola do ocetne kisline s pomočjo bakterije rodu *Acetobacter* spp. (Plessi, 2003)

Jabolčni kis oz. namizni kis je po izgledu rumenkaste barve. Kislost ni tako zelo visoka. Trpek ali kisel okus je zelo odvisen od porekla sadja.

Jabolčni kis se dandanes uporablja predvsem kot dodatek ali za zaščito živil v živilstvu. Hrani daje prijeten kiselkast okus, medtem ko iz farmakološkega vidika daje pozitivne učinke (Plessi, 2003).

2.8.2 Žganje

Za živilske industrije je značilno, da se iz marsikaterih stvari lahko pridelajo novi uporabni produkti. Tako je tudi ena izmed teh možnosti, da se iz jabolčnega vina ali jabolčnega soka lahko pridela žganje. Po pravilniku o žganih pihačah, se lahko stranski produkti jabolka uporabijo za tropinovec (4. člen). Potrebno je le navesti ime sadja, iz katerih tropin je bilo to žganje proizvedeno. 5. člen pravilnika opisuje sadno žganje, kjer je destilat narejen iz drozge

enega ali več vrst sadja, ter žganje proizvedeno z mešanjem dveh ali več destilatov iz različnih vrst sadnega žganja. Prodajno ime za tako obliko žganja je sadjevec. 7. člen pravilnika o žganih pijačah pravi, da se travarica lahko označi kot žganje, ki je izdelano iz sadnega ali vinskega žganja ali žganja iz jabolčnega vina, proizvedeno izključno z alkoholno fermentacijo in destilacijo pri manj kot 86 vol.% alkohola ter z dodatkom aromatičnih in gorenkih zelišč v obliki maceratov, aromatičnih destilatov ali ustreznih aromatičnih olj in z dodatki naravnih arom (Pravilnik o žganih pijačah, 2008).

Pri predelavi jabolčnega vina je največji stranski produkt jabolčna drozga, ki je sestavljena iz jabolčne kožice, semen in jabolčne kaše. Štejemo ga med surove materiale v proizvodnji žganja po tradicionalnih metodah, ki daje kakovostne rezultate. Po Evropski uredbi je alkoholna stopnja višja kot 37,5 vol.% in vsebnost hlapnih snovi največ 200 g/hL čistega alkohola računano na 100% alkohol. Fermentacija je izvedena spontano z avtohtonou mikrofloro. Sčasoma se lahko pojavijo tudi različni mikroorganizmi, ki na koncu vplivajo na organoleptični okus, vonj in s tem se tudi kasneje pokažejo napake (Madrera in sod., 2013).

3 MATERIAL IN METODE DELA

3.1 MATERIAL IN POTEK DELA

Delo je temeljilo na izdelavi jabolčnega vina, kjer je potekala alkoholna fermentacija jabolčnega koncentrata s 13,5 % deležem suhe snovi ter z dodatkom kvasovk in hrane za kvasovke ter z različnimi dodatki, za povečanje deleža suhe snovi v jabolčnem soku brez ali z omejenimi dodatki: jabolčni koncentrat, saharoza in glukozno-fruktozni sirup. Poskus je bil razdeljen na tri dele, in sicer na tehnološki, kemijski in senzorični del. Poskus smo v celoti opravili v dveh paralelkah.

V poskusu smo uporabili jabolčni koncentrat pridobljen od proizvajalca Hans Zipperele AG/S.p.A. s karakteristiko; svetlo-rjave barve, po okusu tipičen, čist, brez tujega vonja in arome s 70 % SS, pH = 3,5-4,0, motnost 3 NTU, barva pri 420 nm je 0,200-0,300 absorbance, hlapne kisline <0,4 g/L, mlečne kisline <0,5 g/L, brez pektinov, proteinov ter škroba. Mikrobiološke karakteristike jabolčnega koncentrata so: skupno število mikroorganizmov <100/g, kvasovke <50/g, <osmotolerante kvasovke <10/g in plesni <10/g.

Jabolčni koncentrat smo razredčili na 13,5 % SS, kar nam je predstavljal začetno surovino za vse nadaljnje alkoholne fermentacije. Za fermentacijski poskus smo uporabili kombinacijo kvasovk ter hrane za kvasovke, ki smo jih uporabili pri nadalnjih alkoholnih fermentacijah (preglednica 8).

Preglednica 8: Kombinacija kvasovk ter hrana za kvasovke

Skupina	Vrsta kvasovk / hrana za kvasovke
kontrola	ni dodatkov
I	Fermol Associés / ENOVIT
II	Uvaferm SLO / FERMAID E
III	Lalvin EC 1118 / Go-Ferm Protect

Prvi del poskusa poteka tako, da smo začetni surovini (13,5 % SS) dodali prvo kombinacijo kvasovk ter hrane za kvasovke (skupina I), ki v praksi predstavljajo recepturo Šampionke d.d. Za samo izdelavo 1 L jabolčnega vina je bilo potrebno dodati 0,197 do 0,2 kg jabolčnega koncentrata, 0,0002 kg hrane za kvasovke Enovit, 0,0002 kg kvasovk Fermol Associés ter 0,00013 kg dodatnega sladkorja. Količina je bila preračunana na volumen 550 mL. Nato smo dodali v drugi dve fermentacijski steklenički z volumenom 550 mL drugo kombinacijo kvasovk vrste Uvaferm SLO in hrano za kvasovke FERMAID E (skupina II). K 13,5 % deležu suhe snovi (SS) smo dodali še tretjo kombinacijo kvasovk vrste Lalvin EC 1118 ter hrano za kvasovke Go-Ferm Protect (skupina III). V drugem delu poskusa smo delež suhe snovi povečali z jabolčnim koncentratom na 16,5 % in 19,5 % SS. Prav tako smo v vse steklene stekleničke dodali vse tri kombinacije kvasovk in hrano za kvasovke. V tretjem delu poskusa pa smo za povečanje sladkorne stopnje oz. deleža suhe snovi uporabili saharozo, prav tako do 16,5 % in 19,5 % SS ter vsaki paralelki dodali vse tri kombinacije kvasovk in hrano za kvasovke. Vzporedno je potekal proces spontane alkoholne fermentacije (kontrola), le jabolčna raztopina s 13,5 % SS, brez dodatkov.

Opis kulture kvasovk in hrane za kvasovke, uporabljenih v poskusih:

Skupina I: Fermol Associés / ENOVIT

Skupina II: Uvaferm SLO / FERMAID E

Skupina III: Lalvin EC 1118 / Go-Ferm Protect

V **Fermol Associés** so izbrane kombinacije kvasovke vrste *Saccharomyces cerevisiae* in *Saccharomyces bayanus*. Pomembne karakteristike teh kvasovk so, da je prisotna takojšna alkoholna fermentacija z odličnim flokulacijskim efektom, znana po izjemni hitrosti razmnoževanja in zanemarljivo nizko tvorbo pene. Prav tako so odporna proti visoki stopnji alkohola, sladkorjev in nenadne spremembe temperature. Pri Fermolu je značilno, da dobro proizvaja primerne količine glicerina, etilnih estrov ter izoamilnega acetata. Zmanjša se tudi tvorba H₂S, ocetne kisline in acetaldehyda. Iz senzoričnega vidika, pri vinih pride do izražanja številnih pozitivnih karakteristik. Je primerna za rdeča ali bela vina. Prav tako poudari primarne sadne arome (AEB, 2013b).

Enovit je po izgledu fin bel prah, sestavljen iz amonijevega fosfata dibibazični, amonijevega sulfata, diklorhidrata tiamina, nevtralnega kalijevega tartrata ter aktiviranega bentonita. Je hrana za kvasovke, kjer aktivira in regulira samo alkoholno fermentacijo ter refermentacijo mošta ali vina. Prav tako omogoča, da zagotovi ustrezeno koncentracijo dušika in zaloge vitaminov ter mikroelementov. Izkoriščenost Enovita preprečuje nastanek H₂S in med alkoholno fermentacijo omogoča popolno pretvorbo sladkorja. Je topen v vodi in je rahlo alkalen (AEB, 2013a)

Uvaferm SLO (*Saccharomyces cerevisiae bayanus*), ki je poznana po zelo burnem vrenju ima lastnosti, ki doprinesejo za povečanje svežih sadnih not ter ekstrakcijo polifenolnih snovi. Značilna je po zmerni produkciji hlapnih kislin, zmerni proizvodnji SO₂, faza prilagajanja je zelo kratka. Zelo uporabna je pri belih in rdečih vinih. Za senzoriko je znano, da izboljša sortne značilnosti in pridela zmerno količino glicerola (Lallemandwine, 2013d).

Fermaid E je kompleksna hrana za kvasovke. Pri moštu kompenzira pomanjkljivost dušika in mikrohranil. Med vrenjem prinaša dušik v anorganski in organski obliku. Prav tako pa veliko doprinese vitaminov in mineralov. Doziramo ga tako, da raztopini dodamo od 20 do 40 g/hL vina (Lallemandwine, 2013a).

Blagovna znamka **Lalvin EC 1118** (*Saccharomyces cerevisiae bayanus*) ima odlične lastnosti za proizvodnjo osnovnega vina za šampanjec in kasneje vrenje v steklenicah. Ima zelo nizko proizvodnjo hlapnih kislin, proizvede zmerno količino hlapnih kislin. Faza prilagajanja je zelo kratka. Pride do zelo nizke proizvodnje pene. Je zelo priporočljiva za bela vina, lahko pa se uporablja za rdeča in rose vina. Raste v temperaturnem območju od 10 do 30 °C in lahko proizvede do 18 vol.% alkohola. Lalvin EC 1118 daje zelo nevtralne senzorične učinke (Lallemandwine, 2013c).

Go-Ferm Protect je bogata hrana za kvasovke, ki vsebuje sterole. Zelo priporočljivo je, da se uporablja že med samo rehidracijo kvasovk, tako poveča moč in odpornost na alkohol. Uporablja se za izredne razmere pri fermentacijah, kot so nizka temperatura ter visoka potencialna stopnja alkohola (Lallemandwine, 2013b).

V nadaljevanju so prikazane oznake vzorcev in uravnavanje deleža suhe snovi (SS) v jabolčnem soku z jabolčnim koncentratom in s saharozo (preglednica 9).

Preglednica 9: Oznake vzorcev prvega dela poskusa z dodatki različnih vrste kvasovk ter hranil za kvasovke v osnovni jabolčni raztopini s 13,61 % SS ter povečanjem deleža SS za 3 % in 6 % z dodatkom jabolčnega koncentrata in saharoze

Izbrana fermentacija	13,61 % SS	16,77 % SS (Jabolčni koncentrat)	19,73 % SS (Jabolčni koncentrat)	16,47 % SS (Saharoza)	19,48 % SS (Saharoza)
Jabolčni koncentrat: 13,61 % SS ; brezdodatkov	kontrola	-	-	-	-
Fermol Associés / ENOVIT / sladkor /jabolčna raztopina	1	7	13	19	25
Fermol Associés / ENOVIT / sladkor /jabolčna raztopina	2	8	14	20	26
Uvaferm SLO / FERMAID E / jabolčna raztopina	3	9	15	21	27
Uvaferm SLO / FERMAID E / jabolčna raztopina	4	10	16	22	28
Lalvin EC 1118 / Go- Ferm Protect / jabolčna raztopina	5	11	17	23	29
Lalvin EC 1118 / Go- Ferm Protect / jabolčna raztopina	6	12	18	24	30

Na podlagi dobljenih rezultatov prvega eksperimentalnega dela smo se v nadaljevanju odločili samo za uporabo kvasovk Fermol Associés ter hrano za kvasovke ENOVIT, s čimer smo povečevali še enkrat enake deleže suhe snovi, uravnane z dodatkom glukozno-fruktoznega sirupa, v poskusu pa smo tudi uravnavali pH z dodatkom vinske kisline (preglednica 10).

Preglednica 10: Oznake vzorcev drugega dela poskusa z dodatkom kvasovk vrst Fermol Associés, hrane za kvasovke ENOVIT ter dodatek L(+)-vinske kisline ($C_4H_6O_6$) v osnovni jabolčni raztopini s 13,5 % SS ter povečanjem deleža SS za 3 % in 6 % z dodatkom glukozno-fruktoznega sirupa

Izbrana fermentacija	13,59 % SS	16,62 % SS (Glukozno-fruktozni sirup)	19,52 % SS (Glukozno-fruktozni sirup)
Jabolčni koncentrat 13,59 % SS ; brez dodatkov	kontrola	-	-
Fermol Associés / ENOVIT / jabolčna raztopina	A	B	C
Fermol Associés / ENOVIT / jabolčna raztopina	A1	B1	C1
Fermol Associés / ENOVIT / jabolčna raztopina / L(+) - vinske kisline ($C_4H_6O_6$)	D	E	F
Fermol Associés / ENOVIT / jabolčna raztopina / L(+) - vinske kisline ($C_4H_6O_6$)	D1	E1	F1

Priprava jabolčne raztopine

Jabolčno raztopino z želenim deležem suhe snovi (13,5 %) smo pripravili tako, da smo osnovni jabolčni koncentrat razredčili z vodo. Suho snov smo merili z refraktometrom znamke ATAGO, model RX-5000CX. Vsako dobljeno koncentracijo, ki smo jo povečevali bodisi s sladkorjem ali z jabolčnim koncentratom, v drugem delu poskusa pa z glukozno-fruktoznim sirupom, smo izmerili na tej aparaturi najmanj trikrat. Rezultati so bili odčitani v manj kot eni minutni.

Priprava kvasnega nastavka

Za pripravo kvasnega nastavka smo zatehtali kvasovke za 550 mL raztopine. V plastični kozarček s kvasovkami smo dodali 10-kratno količino tople vode (35-38 °C), kjer je potekal proces rehidracije. Kvasovke smo pomešali in vrelni nastavek pustili počivati 15-20 minut. Po 20 minutah smo še enkrat pomešali, nato vrelnemu nastavku dodali jabolčno raztopino, da smo omogočili popolno rehidriranje kvasovk ter da so se kvasovke prilagodile na t. i. novo okolje. Po 20 minutah smo dodali vrelni nastavek v fermentacijsko stekleničko (550 mL). V istem času smo tudi dodali hrano za kvasovke.

V fazi rehidracije je pomembno paziti na temperaturo rehidracijske vode (35-40 °C). Ne uporabljamo klorirane vode. V prvi fazi rehidracije ne dodajamo v vodo niti sladkorja niti mošta, ker lahko pride do osmotskega stresa, ki povzroči le manjšo živost kvasne populacije. Previdno premešamo in pustimo nabrekati 20 do 30 minut (Košmerl, 2007a).

Priprava hrane za kvasovke

Hrano za kvasovke smo pripravili na podoben način, kot smo pripravili kvasni nastavek in sicer v plastični lonček smo zatehtali količino hrane potrebno za 550 mL jabolčne raztopine. Rehidracijo hranil smo izvedli z 10-kratno količino tople vode in počakali 20 minut, nato smo rahlo pomešali in dodali minimalno količino jabolčne raztopine. Po 20 minutah smo dodali skupaj s kvasnim nastavkom v fermentacijsko stekleničko (550 mL).

3.2 METODE DELA

3.2.1 Tehtanje mase oddanega CO₂

Med alkoholno fermentacijo smo spremljali maso oddanega CO₂. Fermentacijske steklenice so izgubljale maso na račun oddanega CO₂. Tehtanje smo spremljali s tehtnico znamke Sartorius, model LC2200 S. Alkoholna fermentacija je potekala prvih 48 ur v laboratoriju, saj smo s tem omogočili dobro rast oz. prilagoditev kvasovk na novo okolje. Temperatura prostora je bila 22 °C. Po 48 urah smo fermentacijske steklenice premaknili v celico, kjer smo uravnnavali temperaturo na približno 19 °C. Pri prvem delu poskusa je alkoholna fermentacija potekala 23 dni, medtem ko je druga trajala približno 20 dni. Kontrolna fermentacija je potekala vzporedno z glavno alkoholno fermentacijo.

3.2.2 Fizikalno-kemijske analize z aparaturom WineScan™ Foss

Po končani alkoholni fermentaciji smo vzorce jabolčnega vina pretočili v 50 mL centrifugirke ter jih zapakirali in poslali v Novo Gorico na Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica (KGZ NG). S pomočjo WineScan™ Foss so nam omogočili hitre analize jabolčnega vina. Dobljene rezultate smo primerjali s klasičnimi metodami določitve posameznih parametrov in potrdili dobro ujemanje. Nenazadnje je KGZ NG akreditiran laboratorij in ena izmed petih vinarskih pooblaščenih organizacij, ki izdaja odločbe o sposobnosti vina za promet. Tako smo pridobili vse informacije o vsebnosti alkohola, sladkorja, ekstrakta, skupnih in hlapnih kislin, pH, relativne gostote ter vsebnosti posameznih organskih kislin.

3.2.3 Fizikalno-kemijske analize jabolčnega vina

V drugem delu poskusnega dela smo na Katedri za tehnologije, prehrano in vino naredili analize vseh vzorcev paralelke. Določili smo jim vsebnost reducirajočih sladkorjev, relativno gostoto, ekstrakta in alkohola v vinu.

3.2.4 Določanje vsebnosti reducirajočih sladkorjev v jabolčnem vinu

Za določanje reducirajočih sladkorjev v vinu smo uporabili titracijsko metodo po Rebeleinu. Reagenti, ki smo jih uporabili (Luffov, Soxhletov, Fehlingov) so kvantitativno oksidirali reducirajoče sladkorje v karboksilne kisline. Oksidacija je zelo odvisna od uporabljenega reagenta in pogojev oksidacije. Med segrevanjem poteče v reakcijski zmesi oksidacija reducirajočih sladkorjev v kisline, dvovalentni bakrov ion iz reakcijske zmesi pa se reducira do bakrovega(I) oksida. Iz raztopine se izloči oborina netopnega bakrovega(I) oksida (Cu₂O). Preostali Cu²⁺ ioni se v raztopini kalijevega jodida v kislem (dodatek žveplove(VI) kisline) reducirajo. Nastali jod (I₂) pa titrimetrično določimo z raztopino imenovano natrijev tiosulfata (Na₂S₂O₃) v prisotnosti škrobovice kot indikatorja. Koncentracijo iskanega parametra, reducirajočih sladkorjev odčitamo direktno z birete (Košmerl in Kač, 2007).

3.2.5 Določanje relativne gostote, ekstrakta in alkohola v jabolčnem vinu

Relativno gostoto vina smo merili z denzimetrom proizvajalca Mettler Toledo, model DE45 Density Meter). U-cevko v denzimetru smo s prefiltriranim jabolčnim vinom 2- do 3-krat sprali. Nato smo ponovno napolnili U-cevko z vzorcem, vendar brez zračnih mehurčkov. Aparat nato sam izmeri relativno gostoto vina. Relativna gostota je razmerje med gostoto vina in gostote vode pri isti temperaturi (20 °C). Na gostoto vpliva veliko snovi, ki so v jabolčnem vinu raztopljene. Lahko so specifično težje snovi (glicerol, sladkorji, kisline) ali pa specifično lažje od vode (alkohol). Vrednosti relativne gostote za jabolčna vina so ponavadi blizu 1.

Skupni suhi ekstrakt vina (oz. skupni ekstrakt) sestavljajo po definiciji O.I.V. pri 100 °C nehlapne komponente vina (sladkorji, fiksne kisline, organske soli, idr.). Sladkorja prosti ekstrakt je po definiciji razlika med skupnim ekstraktom in reducirajočimi sladkorji (Košmerl in Kač, 2007).

Vzorec jabolčnega vina smo dali v 100 mL bučko (nad oznako) in ga postavili v vodno kopel približno 20 min pri 20 °C. S kapalko smo odvzeli vzorec jabolčnega vina do spodnjega meniska. Vse skupaj smo kvantitativno prenesli iz merilne bučke v destilacijsko posodo. Dodali smo 5 mL 12 % raztopine kalcijevega oksida, zaradi boljše električne prevodnosti ter 2 do 3 kapljice protipenilca ter sprali stene destilacijske posode z deionizirano vodo. Vzorec smo nato destilirali v 100 mL merilno bučko do volumna 80 mL, prav tako dopolnili pod oznako z deionizirano vodo in ga termostatirali še 20 min pri 20 °C. Po dodatku deonizirane vode do meniska smo izmerili relativno gostoto alkoholnega destilata in koncentracijo alkohola v vol.% z denzimetrom.

Izračun relativne gostote in vsebnost skupnega ekstrakta:

Po AOAC relativno gostoto skupnega ekstrakta vina (d_{SE}) izračunamo s pomočjo Tabariejevega obrazca:

$$d_{SE} = d_V - d_A + 1,0000 \quad \dots(2)$$

d_V = relativna gostota vzorca vina

d_A = relativna gostota alkoholnega ekstrakta.

Na podlagi znane relativne gostote skupnega ekstrakta vina smo iz preglednice odčitali masno koncentracijo skupnega ekstrakta v vinu (g skupnega ekstrakta/L vina).

3.2.6 Kvalitativni testi za ugotavljanje mikrobiološke okužbe

Kvalitativne teste za ugotavljanje mikrobiološke okužbe smo razdelili na zračni test in test v inkubatorju. Pri zračnem testu smo 25 mL vzorca jabolčnega vina prefiltrirali skozi grob filtrni papir v 150 mL erlenmajerico, ki smo jo nato zamašili z vato. Pustili smo jo na sobni temperaturi približno 72 ur. Po tem času smo ocenili prisotnost motnih delcev, usedlini ali film ter spremembo barve.

Drugi kvalitativni test, ki smo ga opravili na jabolčnem vinu je bil test v inkubatorju, kjer smo 50 mL vzorca jabolčnega vina prefiltrirali skozi grobi filter papir v 150 erlenmajerico. Erlenmajerico smo zaprli z vato, nato pa je sledila inkubacija v inkubatorju pri 30 °C. Po 72

urah smo pregledali oz. ocenili prisotnost motnih delcev, usedlino ali film ter spremembo barve (Košmerl, 2010).

3.2.7 Določanje motnosti

Motnost jabolčnega vina smo določali turbidimetrično s pomočjo turbidimetra znamke HACH, model 2100 AN. Motnost izražamo v NTU (nefelometrične turbidimetrične enote). Metoda merjenja motnosti temelji na primerjavi sisanja svetlobe pri prehodu skozi vzorec vode in skozi standardno suspenzijo z znano motnostjo.

3.2.8 Senzorična analiza

Senzorična analiza je znanstvena disciplina o merjenju in vrednotenju lastnosti živil s čutili (Košmerl, 2007b). Za senzorično ocenjevanje je bil panel sestavljen iz štirih šolanih preizkuševalcev. V senzoričnem laboratoriju so ocenjevali senzorične lastnosti vzorcev jabolčnega vina. Preizkuševalci so imeli za svoje delo definirane, natančno predpisane, kontrolirane in ponovljive pogoje delovanja.

Prostor za senzorično ocenjevanje

Prostor, kjer je bilo izvedeno senzorično ocenjevanje, ustreza mednarodnim predpisom (velikost prostora, zračnost, osvetljenost, temperatura, enakovredna delovna mesta) (Golob in sod., 2006). Prostor je bil primerno osvetljen z naravno svetlobo, obstajala pa je tudi možnost reguliranja umetne svetlobe. Temperatura v senzoričnem laboratoriju je bila optimalna, 20 ± 2 °C.

Posoda za ocenjevanje

Vzorce jabolčnega vina so senzorični preizkuševalci ocenjevali v kozarcih s pecljem za vino. Kozarci za ocenjevanje so brezbarvni, gladki, tanki, pecljati ter čisti. Najprimernejši je degustacijski kozarec z oznako INAO (Vodovnik in Vodovnik Plevnik, 2003).

Količina vzorca

Vsak preizkuševalec je v kozarec dobil približno 0,2 L jabolčnega vina.

Označevanje vzorcev

Vzorci so bili označeni ter združeni po paralelkah.

Za vrednotenje senzoričnih lastnosti smo uporabili nestruktuirano točkovno lestvico (Golob in sod., 2006) (od 0 do 2 točk ali od 0 do 4 točk in od 0 do 6 točk). Pri tem sistemu je 0 točk pomenilo, da lastnost ni izražena, ali pa je popolnoma nesprejemljiva in 2 ali 4 ali 6 točk, da je lastnost močno ali odlično izražena.

Uporabljena merila za ocenjevanje posameznih lastnosti so bila vezana na uporabo 20-točkovnega modificiranega sistema po Buxbaumu, ki je tudi uradna metoda za ocenjevanje vina (Pravilnik o postopku in načinu ocenjevanja,..., 2000).

- Bistrost jabolčnega vina (0-2 točki),
- Barva jabolčnega vina (0-2 točki),
- Vonj (0-4 točk),
- Okus jabolčnega vina (0-6 točk),
- Harmonija (0-6 točk).

4 REZULTATI Z RAZPRAVO

4.1 REZULTATI ANALIZ MOŠTA

V spodnji preglednici so prikazani izmerjeni rezultati analiz jabolčnega soka (v nadaljevanju mošta), ki smo ga uporabili za prvi del poskusa proizvodnje v jabolčno vino.

Preglednica 11: Rezultati analiz mošta-osnovne raztopine za jabolčna vina 1-30

Parameter	Enota	13,61 % SS	16,77 % SS (Jabolčni koncentrat)	19,73 % SS (Jabolčni koncentrat)	16,47 % SS (Saharoza)	19,48 % SS (Saharoza)
relativna gostota	/	1,062	1,076	1,0911	1,0771	1,0909
skupne kisline	g/L	4,89	6,01	7,2	4,8	4,7
pH	/	3,33	3,34	3,37	3,4	3,47
jabolčna kislina	mg/L	5,5	7,01	8,52	9,15	12,47
vinska kislina	g/L	0,94	1,14	1,49	1,71	2,51
FAN	mg/L	210,7	243,4	278,1	231,9	235,6
suha snov	°Brix	13,74	16,39	19,29	16,27	18,67
glukoza+fruktoza	g/L	116,3	142,0	170,8	153,1	187,8
FC indeks	/	0,12	0,12	0,13	0,11	0,08

Preglednica 11 prikazuje fizikalno-kemijske rezultate za mošte, ki smo jih uporabili kot osnovno raztopino za pridelavo v jabolčno vino. Največ fruktoze je vseboval jabolčni koncentrat z 19,73 % SS (104,4 g/L), takoj zatem ji sledi vzorec mošta, kjer smo povečali % SS s saharozo in sicer 88,6 g/L. Najmanj fruktoze vsebuje vzorec, kjer ni bilo nikakršnega dodatka za povečanje suhe snovi. Če se osredotočimo na količino glukoze v posameznih moštih, vsebuje največ glukoze vzorec z 19,48 % SS (dodatek saharoze) z 90,9 g/L glukoze.

Če se osredotočimo na pH vrednost, se je leta vrednost povečala. Osnovna jabolčna raztopina je imela pH 3,33. Z dodatkom jabolčnega koncentrata do 3 in 6 % deleža suhe snovi se je pH vrednost povečala do 3,34 oz. 3,37. Pri dodatku saharoze se je pH povečal do 3,4 oz. pri 19,48 % suhe snovi do 3,47.

V preglednici 12 so prikazani izmerjeni rezultati analiz mošta za drugi del poskusa proizvodnje v jabolčno vino

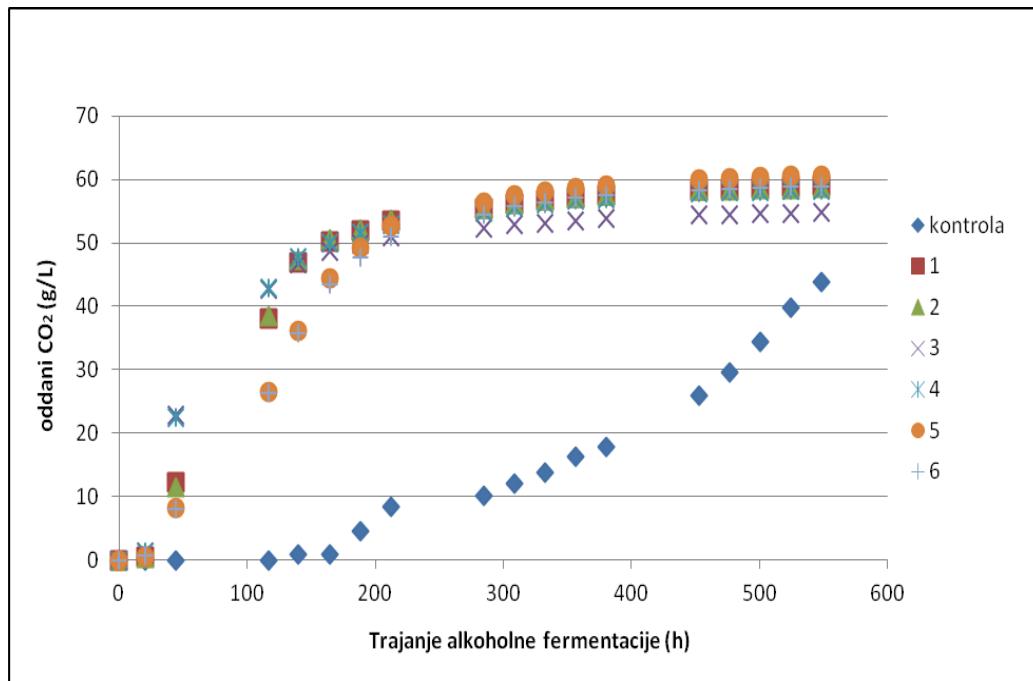
Preglednica 12: Rezultati analiz mošta-osnovne raztopine za jabolčna vina A-F1

Parameter	Enota	13,59 % SS (Glukozno-fruktozni sirup)	16,62 % SS (Glukozno-fruktozni sirup)	19,52 % SS (Glukozno-fruktozni sirup)
relativna gostota	/	1,0621	1,0725	1,0801
skupne kislina	g/L	4,86	4,26	3,02
pH	/	3,32	3,26	3,09
jabolčna kislina	mg/L	5,42	6,86	7,84
vinska kislina	g/L	0,97	0,7	0,28
FAN	mg/L	202,27	203,22	207,91
suha snov	°Brix	13,75	16,41	18,95
glukoza+fruktoza	g/L	115,55	163,32	221,54
FC indeks	/	0,08	0,09	0,12

Preglednica 12 prikazuje rezultate analiz mošta s fizikalno-kemijskimi analizami. Vrednosti tega mošta s 13,59 % SS s primerjavo prejšnjega mošta s 13,61 % SS (preglednica 11) se ne razlikujejo veliko. Z dodatkom glukozno-fruktoznega sirupa se je predvsem spremenila relativna gostota, ki se je povečala. S povečanjem % SS se je tudi povečala skupna količina fruktoze in glukoze. Največ glukoze vsebuje mošt pri 19,52 % SS s 112,72 g/L glukoze, ter najmanj osnovna jabolčna raztopina 41,51 g/L glukoze. Hlapne kisline so naraščale skupaj s povečanjem % SS (0,08-0,09-0,12 g/L).

4.2 FERMENTACIJSKE KRIVULJE

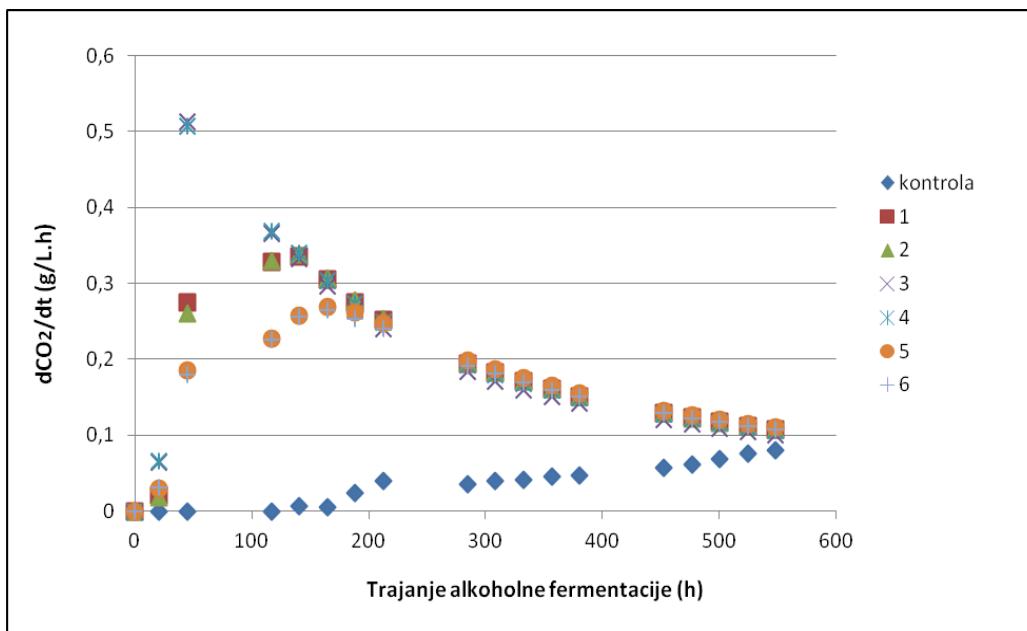
Tekom alkoholne fermentacije se je na račun oddanega CO₂ izgubljala masa vzorca v vrelnih stekleničkah. S pomočjo izrisanih fermentacijskih krivulj smo spremljali časovno odvisnost oddanega CO₂ oziroma izračunali kinetiko alkoholne fermentacije. Fermentacijske krivulje nam pokažejo, kako spremenjena kemijska sestava jabolčnega soka vpliva na rast kvasovk. Pri vodenih fermentacijah, kjer so bile dodane kvasovke in hrana različnih proizvajalcev, je hitrost oddajanja CO₂ večja, fermentacije so bile praktično prej zaključene v primerjavi s kontrolo, kjer je prišlo do očitne upočasnitve fermentacije in v času do 23 dni do nedokončanja. Fermentacijske krivulje in fermentacijska kinetika je podana na slikah (od 3 do 16) za vse vzorce jabolčnega vina.

a.) 13,61 % delež suhe snovi (osnovna jabolčna raztopina):**Slika 3: Odvisnost oddanega CO₂(g/L) od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina s 13,61 % suhe snovi z dodatki treh različnih kombinacij kvasovk in hranil za kvasovke**

Legenda: 1,2: Šampionka receptura (Fermol Associés+ENOVIT+ sladkor); 3,4: Uvaferm SLO+FERMAID E; 5,6: Lalvin EC 1118+Go-Ferm Protect; kontrola: brez dodatka kvasovk in hranil

Slika 3 prikazuje oddani CO₂ (g/L) med alkoholno fermentacijo za jabolčno vino, ki je proizvedeno iz jabolčne raztopine z začetno suho snovo-13,61 % deleža. Rezultati potrjujejo bistveno hitrejši začetek alkoholne fermentacije pri vzorcih 3 in 4, kjer smo uporabili kvasovke Uvaferm SLO s hranilom za kvasovke Fermaid E. Opažena je tudi lastnost kontrole, ki ima zelo dolgo fazo prilagajanja, zato ker ni bilo nikakršnega dodatka in ker gre za spontano fermentacijo avtohtone kvasovke.

Pri spontani fermentaciji gre za kompleksno mikrobiološko reakcijo, kjer so prisotne različne vrste kvasovk in bakterij. Med temi mikroorganizmi so za alkoholno fermentacijo odgovorne predvsem kvasovke. Tako različne vrste kvasovk, ki so ostale po naključju v jabolčnem soku, se razvijajo med alkoholno fermentacijo ter z njihovo dinamiko in pogostostjo ustvarijo določen okus in značilno aroma jabolčnega vina (Valles in sod., 2007).



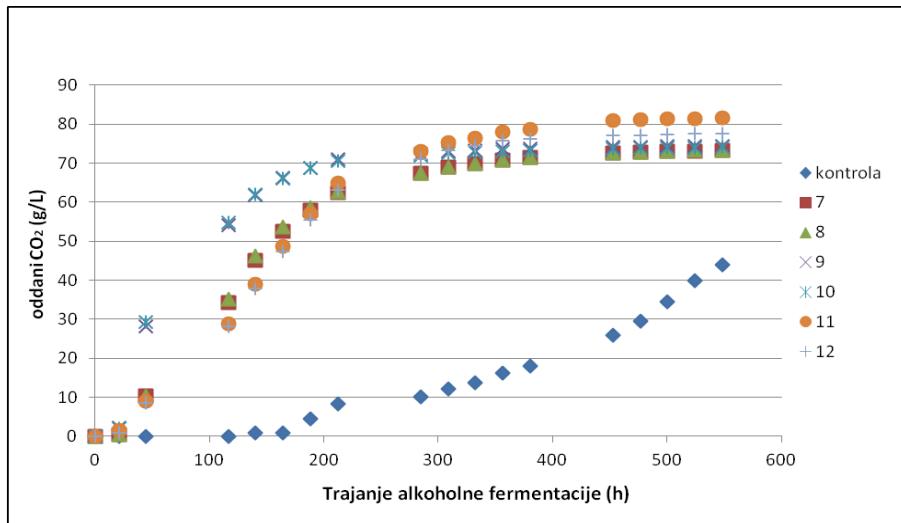
Slika 4: Kinetika oddanega CO₂ (g/L/h) v odvisnosti od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina s 13,61 % suhe snovi z dodatki treh različnih kombinacij kvasovk in hranil za kvasovke

Legenda: 1,2: Šampionka receptura (Fermol Associés+ENOVIT+ sladkor); 3,4: Uvaferm SLO+FERMAID E; 5,6:Lalvin EC 1118+Go-Ferm Protect; kontrola: brez dodatka kvasovk in hranil

Slika 4 prikazuje kinetiko oddanega CO₂ za jabolčna vina (g/L/h). Slika nam pokaže, kdaj so vzorci jabolčnega vina posameznih vrelnih steklenic dosegla maksimalno sproščanje CO₂. Iz slike je razvidno, da sta vzorca 3 in 4 dosegla maksimalno sproščanje CO₂. Razvidno je, da sta imela po 44,5 h največjo intenzivnost sproščanja CO₂: 0,51 g/L/h. Takoj zatem ji sledita vzorca 1 in 2, ki sta po 44,5 sprostila občutno manj CO₂ in sicer 0,26 g/L/h.

b.) 16,77 % delež suhe snovi (Jabolčni koncentrat):

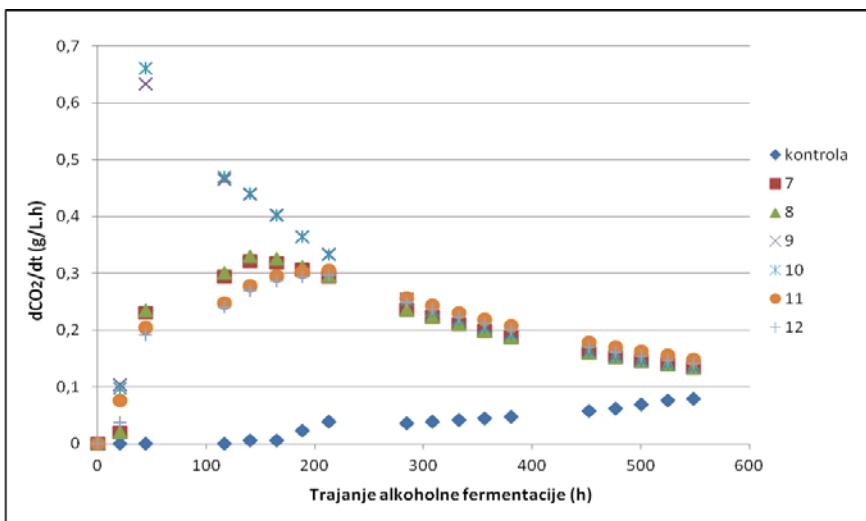
V naslednjih vzorcih smo povečali stopnjo sladkorne stopnje z jabolčnim koncentratom, da smo prišli do želene stopnje t. i. 16,77 % suhe snovi.



Slika 5: Ovisnost oddanega CO_2 (g/L) od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina s 16,77 % suhe snovi, uravnane z jabolčnim koncentratom, z dodatki treh različnih kvasovk in hranil za kvasovke

Legenda: 7,8: Šampionka receptura (Fermol Associés+ENOVIT+ sladkor); 9,10: Uvaferm SLO+FERMAID E; 11,12: Lalvin EC 1118+Go-Ferm Protect; kontrola: brez dodatka kvasovk in hranil

Enako kot prej, je tudi tukaj viden hitrejši začetek alkoholne fermentacije jabolčnega soka (slika 5), kjer so bile dodane kvasovke Uvaferm SLO in hranilo za kvasovke Fermaid E (vzorca 9 in 10), katerima takoj zatem sledijo vzorci 7 in 8 ter 11 in 12.



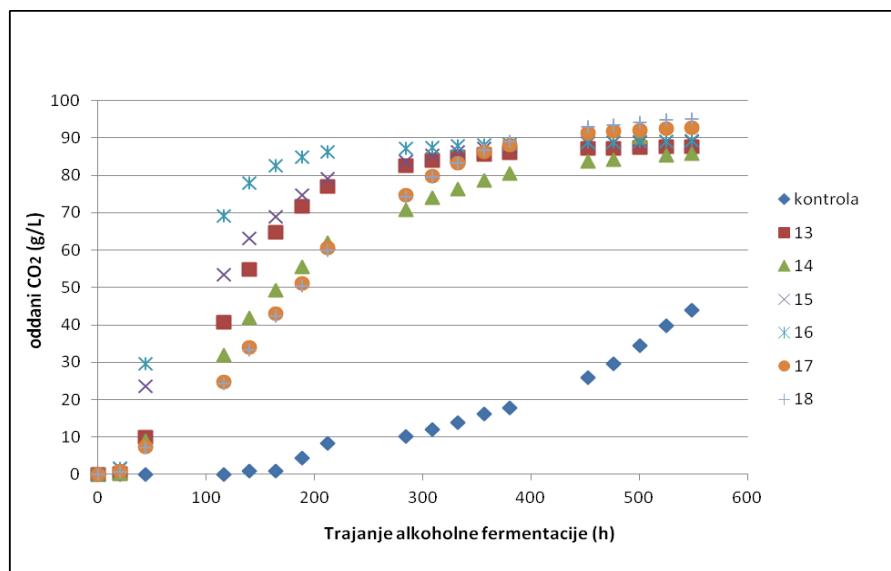
Slika 6: Kinetika oddanega CO_2 (g/L/h) v ovisnosti od trajanja alkoholne fermentacije jabolčnega vina pri proizvodnji jabolčnega vina s 16,77 % suhe snovi, uravnane z jabolčnim koncentratom, z dodatki treh različnih kombinacij kvasovk in hranil za kvasovke

Legenda: 7,8: Šampionka receptura (Fermol Associés+ENOVIT+sladkor); 9,10: Uvaferm SLO+FERMAID E; 11,12: Lalvin EC 1118+Go-Ferm Protect; kontrola: brez dodatka kvasovk in hranil

Slika 6 prikazuje kinetiko oddanega CO_2 (g/L/h) za pridelana jabolčna vina. Slika nam pokaže, kdaj so posamezni vzorci v vrelnih steklenicah dosegli maksimalno sproščanje CO_2 .

Iz slike je razvidno, da sta vzorca 9 in 10 dosegla maksimalno sproščanje CO₂. Opazno je, da sta imela po 44,5 h največjo intenzivnost sproščanja CO₂-0,63 g/L/h. Takoj zatem ji sledita vzorca 7 in 8, ki sta po 140,25 sprostila občutno manj CO₂ in sicer 0,32 g/L/h.

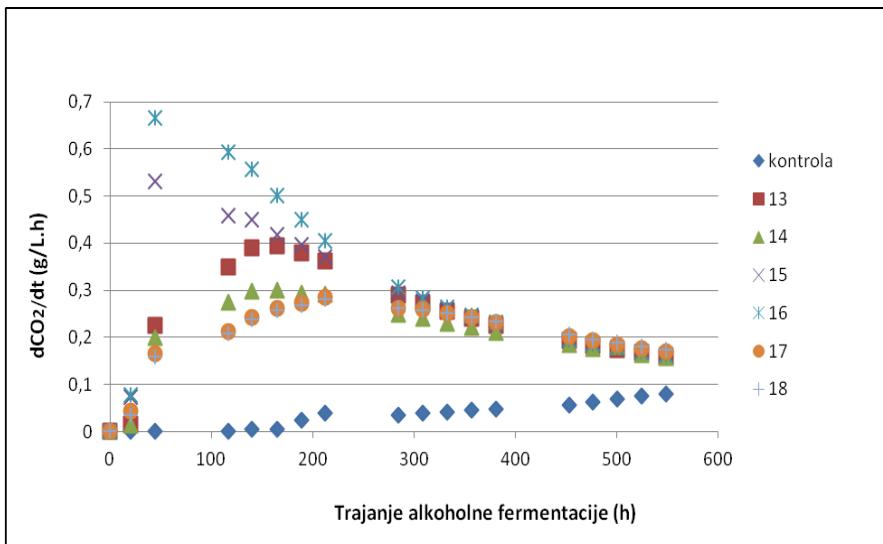
c.) 19,73 % delež suhe snovi (Jabolčni koncentrat):



Slika 7: Odvisnost oddanega CO₂(g/L) od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina z 19,73 % suhe snovi, uravnane z jabolčnim koncentratom, z dodatki treh različnih kvasovk in hranil za kvasovke

Legenda: 13,14: Šampionka receptura (Fermol Associés+ENOVIT+sladkor); 15,16: Uvaferm SLO+FERMAID E; 17,18: Lalvin EC 1118+Go-Ferm Protect; kontrola: brez dodatka kvasovk in hranil

Slika 7 prikazuje oddani CO₂ (g/L) med alkoholno fermentacijo za jabolčno vino, ki je proizvedeno iz jabolčne raztopine z začetno suho snovjo 19,73 % deleža. Rezultati potrjujejo bistveno hitrejši začetek alkoholne fermentacije, najbolj vidno pri vzorcih 15 in 16, kjer smo uporabili kvasovke Uvaferm SLO s hranilom za kvasovke Fermaid E. Kmalu zatem se tudi pri ostalih vzorcih pokaže začetna alkoholna fermentacija jabolčnega vina. Prav tako je tukaj vidna značilna lastnost kontrole, kjer ima dolgo fazo prilagajanja naravno prisotnih kvasovk.

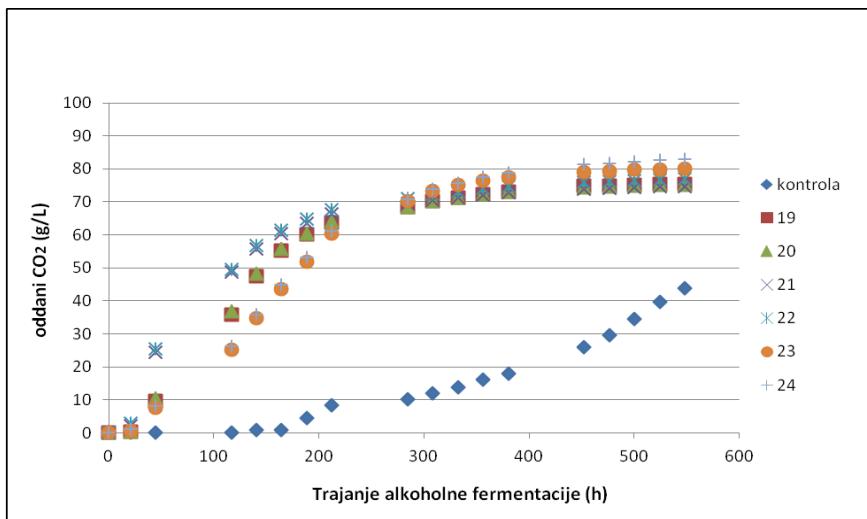


Slika 8: Kinetika oddanega CO₂ (g/L/h) v odvisnosti od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina z 19,73 % suhe snovi, uravnane z jabolčnim koncentratom, z dodatki treh različnih kombinacij kvasovk in hranil za kvasovke

Legenda: 13,14: Šampionka receptura (Fermol Associés+ENOVIT+sladkor); 15,16: Uvaferm SLO+FERMAID E; 17,18: Lalvin EC 1118+Go-Ferm Protect; kontrola: brez dodatka kvasovk in hranil

Slika 8 prikazuje kinetiko oddanega CO₂ za pridelana jabolčna vina (g/L/h). Slika nam pokaže, kdaj so posamezni vzorci v vrelnih steklenicah dosegli maksimalno sproščanje CO₂. Iz slike je razvidno, da sta vzorca 15 in 16 dosegla maksimalno sproščanje CO₂. Opazno je, da sta imela po 44,5 h največjo intenzivnost sproščanja CO₂ – 0,66 g/L/h. Tako zatem ji sledita vzorca 13 in 14, ki sta po 140,25 sprostila občutno manj CO₂ in sicer 0,39 g/L/h. Tako lahko opazimo, da kvasovke Uvaferm SLO, skupaj s hranilom za kvasovke Fermaid E imata zelo dobre fermentacijske sposobnosti, ne glede na začetno sladkorno stopnjo.

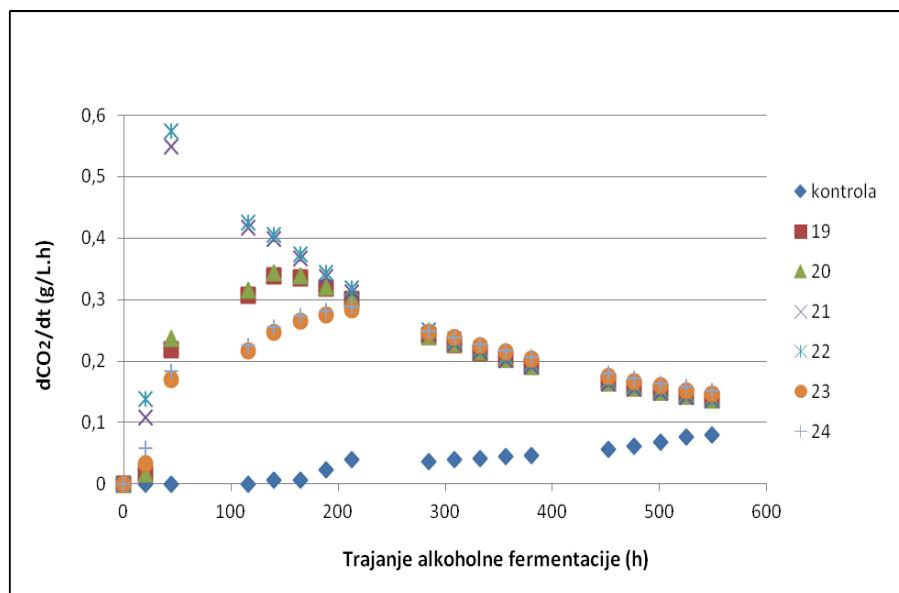
d.) 16,47 % delež suhe snovi (Saharoza):



Slika 9: Odpisnost oddanega CO₂(g/L) od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina s 16,47 % suhe snovi, uravnane s saharozo, z dodatki treh različnih kombinacij kvasovk in hranil za kvasovke

Legenda: 19,20: Šampionka receptura (Fermol Associés+ENOVIT+sladkor); 21,22: Uvaferm SLO+FERMAID E; 23,24: Lalvin EC 1118+Go-Ferm Protect; kontrola: brez dodatka kvasovk in hranil

Slika 9 prikazuje oddani CO_2 (g/L) med alkoholno fermentacijo za pridelano jabolčno vino, ki je proizvedeno iz jabolčne raztopine z začetno suho snovjo 13,61 % deleža. Suho snov smo povečali s saharozo za približno 3 %. Rezultati tudi tukaj potrjujejo bistveno hitrejši začetek alkoholne fermentacije, kar je razvidno pri vzorcih 21 in 22, kjer smo uporabili kvasovke Uvaferm SLO s hranilom za kvasovke Fermaid E. Kmalu zatem se tudi ta lastnost pokaže pri ostalih vzorcih jabolčnega vina 19 in 20 ter 23 in 24. Tudi tukaj opazimo značilno lastnost kontrole, kjer ima zelo dolgo fazo prilagajanja zaradi nikakršnega dodatka.

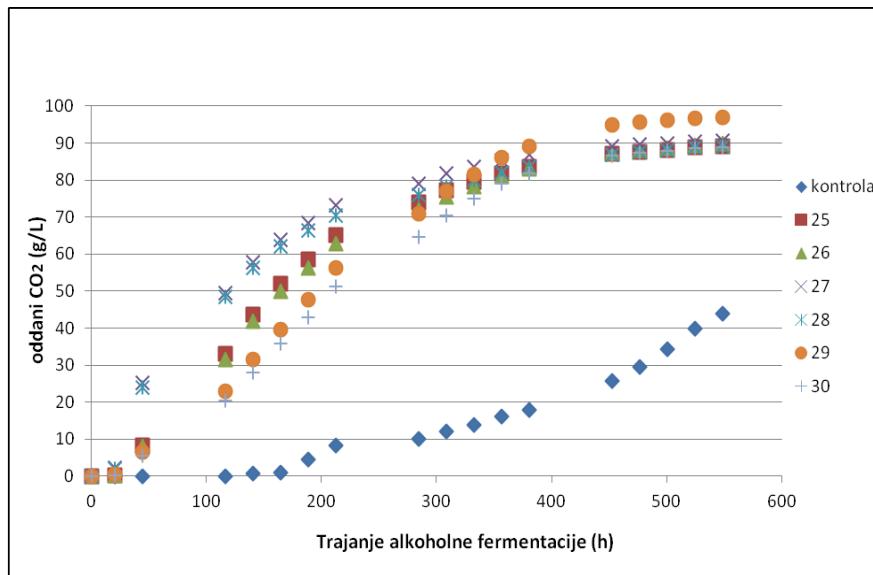


Slika 10: Kinetika oddanega CO_2 (g/L/h) v odvisnosti od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina s 16,47 % suhe snovi, uravnane s saharozo, z dodatki treh različnih kombinacij kvasovk in hranil za kvasovke

Legenda: 19,20: Šampionka receptura (Fermol Associés+ENOVIT+sladkor); 21,22: Uvaferm SLO+FERMAID E; 23,24: Lalvin EC 1118+Go-Ferm Protect; kontrola: brez dodatka kvasovk in hranil

Slika 10 prikazuje kinetiko oddanega CO_2 za jabolčna vina (g/L/h), kjer je bila dodana saharzoza za povečanje sladkorne stopnje v jabolčnem soku. Slika nam pokaže, kdaj so posamezne vrelne steklenice dosegle maksimalno sproščanje CO_2 . Iz slike je razvidno, da sta vzorca 21 in 22 dosegla maksimalno sproščanje CO_2 . Razvidno je, da sta imela po 44,5 h največjo intenzivnost sproščanja CO_2 - 0,54 g/L/h. Tako zatem ji sledita vzorca 19 in 20, ki sta po 140,25 sprostila manj CO_2 in sicer 0,33 g/L/h. Enako kot prej lahko zaključimo, da imajo kvasovke Uvaferm SLO v kombinaciji s hranilom Fermaid E zelo dobre fermentacijske sposobnosti.

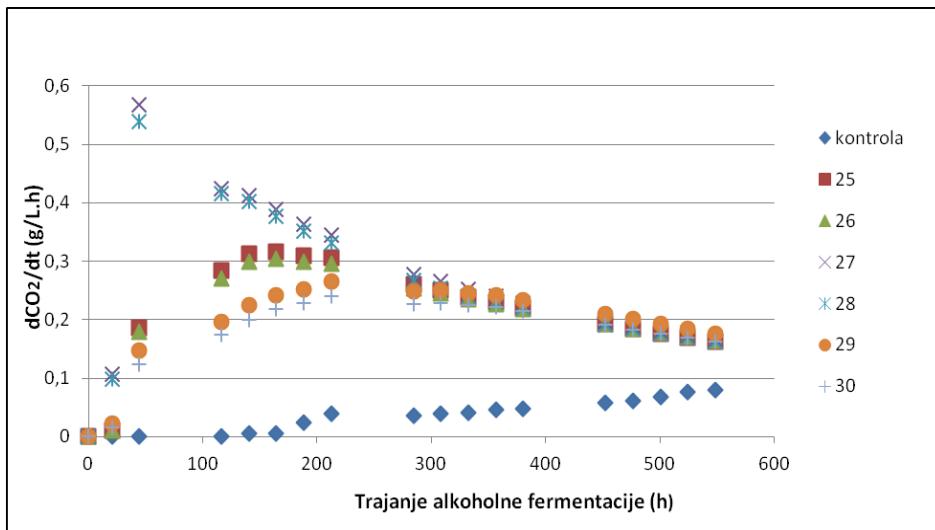
e.) 19,48 % delež suhe snovi (Saharoza):



Slika 11: Odvisnost oddanega CO_2 (g/L) od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina z 19,48 % suhe snovi, uravnane s saharozo, z dodatki treh različnih kombinacij kvasovk in hranil za kvasovke

Legenda: 25,26: Šampionka receptura (Fermol Associés+ENOVIT+sladkor); 27,28:Uvaferm SLO+FERMAID E; 29,30:Lalvin EC 1118+Go-Ferm Protect; kontrola: brez dodatka kvasovk in hranil

Slika 11 prikazuje oddani CO_2 (g/L) med alkoholno fermentacijo za jabolčno vino, ki je proizvedeno iz jabolčnega soka z začetno suho snovo 13,61 % SS ter povečana za 6 % s saharozo. Rezultati tudi tukaj potrjujejo bistveno hitrejši začetek alkoholne fermentacije, vidno pri vzorcih 27 in 28, kjer smo uporabili kvasovke Uvaferm SLO s hranilom za kvasovke Fermaid E. Kmalu zatem se pokaže ta lastnost tudi pri ostalih vzorcih jabolčnega vina. Ne glede na različni delež suhe snovi v jabolčnem soku je ta slika praktično identična sliki 9 po koncentraciji oddanega CO_2 pri posamezni kombinaciji kvasovk in hranil.



Slika 12: Kinetika oddanega CO₂ (g/L/h) v odvisnosti od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina z 19,48 % suhe snovi, uravnane s saharozo, z dodatki treh različnih kvasovk in hrani za kvasovke

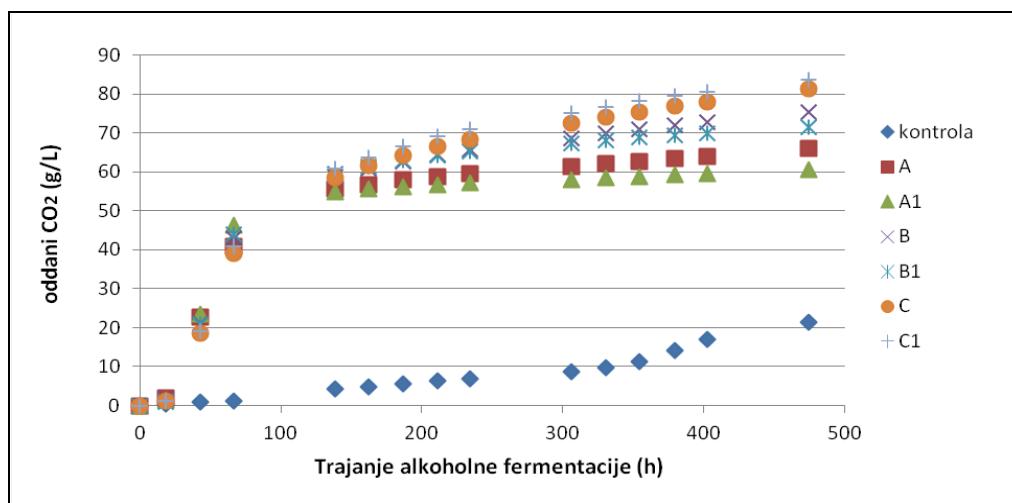
Legenda: 25,26: Šampionka receptura (Fermol Associés+ENOVIT+sladkor); 27,28:Uvaferm SLO+FERMAID E; 29,30:Lalvin EC 1118+Go-Ferm Protect; kontrola: brez dodatka kvasovk in hrani

Slika 12 prikazuje kinetiko oddanega CO₂ za jabolčna vina (g/L/h), kjer je bila dodana saharoza za povečanje sladkorne stopnje v jabolčnem soku. Slika nam pokaže, kdaj so posamezne vrelne steklenice dosegle maksimalno sproščanje CO₂. Iz slike je razvidno, da sta vzorca 27 in 28 dosegla maksimalno sproščanje CO₂. Opazno je, da sta imela po 44,5 h največjo intenzivnost sproščanja CO₂-0,53 g/L/h. Takoj zatem ji sledita vzorca 25 in 26, ki sta po 140,25 sprostila manj CO₂ in sicer 0,31 g/L/h, kjer smo dodali kvasovke Lalvin EC 1118 in hrana Go-Ferm Protect je razvidno, da je maksimalno sproščanje CO₂. To vidimo po 212,5 h in sicer 0,27 g/L/h. Ta kombinacija kvasovk in hrane za kvasovke v jabolčnem vinu ni delovala tako intenzivno, kot pri ostalih dodatkih.

Drugi del poskusa:

V drugem delu poskusa je bila izvedena alkoholna fermentacija s kvasovkami in hrano za kvasovke, katere so dale najboljše rezultate za optimizacijo proizvodnje jabolčnega vina v prvem delu. V drugem delu poskusa smo prav tako delali s kvasovkami Fermol Associés ter hranilom Enovit. Vendar smo tukaj opustili minimalni dodatek sladkorja (osnovna receptura Šampionke d.d.) ter dodali L(+)-vinsko kislino ($C_4H_6O_6$), da smo uravnali pH na vrednost 3,0. Dodatek, ki je v tem primeru zvišal delež suhe snovi je bil glukozno-fruktozni sirup.

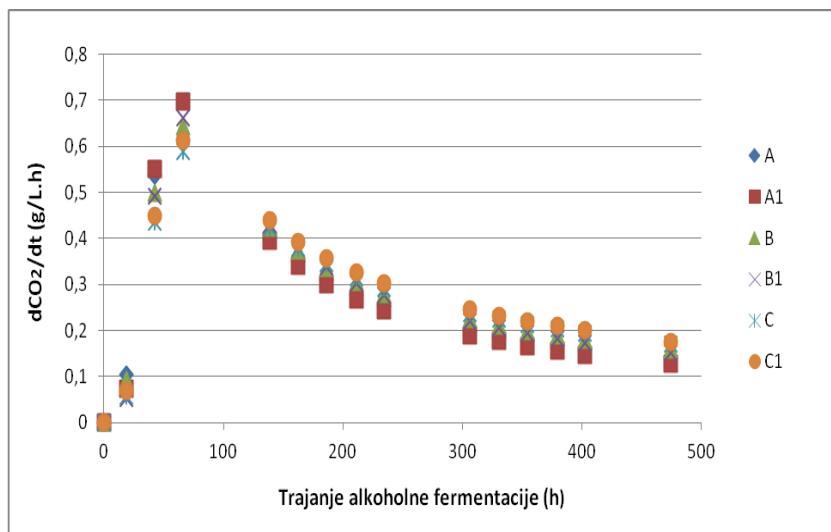
Alkoholna fermentacija je potekala prvih 48 ur v laboratoriju pri 25°C ter kasneje v hladilnih celici, kjer je bila temperatura $19\text{-}20^{\circ}\text{C}$.



Slika 13: Odvisnost oddanega CO_2 (g/L) od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina iz osnovne jabolčne raztopine (13,59 % suhe snovi), zvišane z glukozno-fruktoznim sirupom na 16,62 in 19,48 % suhe snovi z dodatki kvasovk Fermol Associés ter hrane za kvasovke Enovit

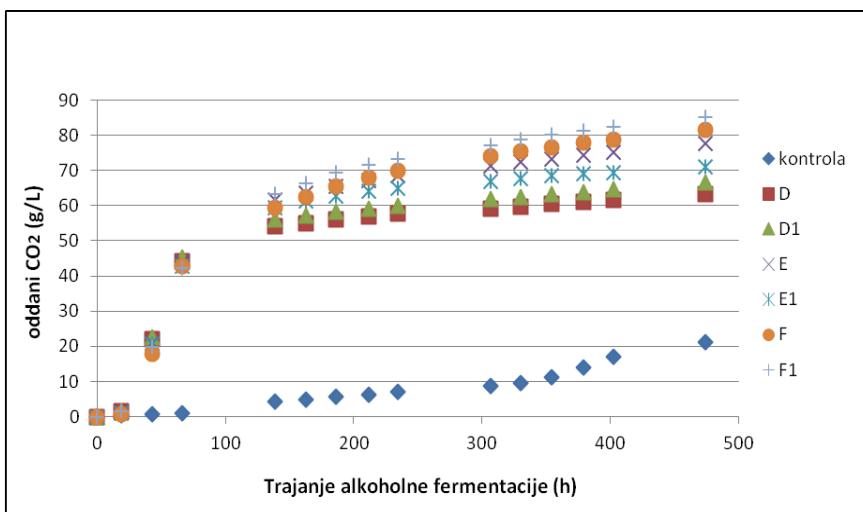
Legenda: kontrola: brez dodatka kvasovk in hranil; A,A1: Fermol Associés+ENOVIT; B,B1:Fermol Associés+ENOVIT, sladkorna stopnja povečana na 16,62 % SS z glukozno-fruktoznim sirupom; C,C1: Fermol Associés+ENOVIT, sladkorna stopnja povečana na 19,48 % SS z glukozno-fruktoznim sirupom

Slika 13 prikazuje oddani CO_2 (g/L) med alkoholno fermentacijo za jabolčno vino, ki je proizvedeno iz jabolčne raztopine z začetno suho snovojo 13,59 %. Rezultati potrjujejo skupno bistveno hitrejši začetek alkoholne fermentacije, vidno pri vseh kombinacijah. Kmalu zatem se pokaže, da se lastnost krivulje ločujejo po paralelkah. Večja kot je začetna sladkorna stopnja, več bo oddanega CO_2 (g/L), saj se več sladkorja pretvori v alkohol. Prav tako je vidna razlika vrednost kontrole, kjer ima zelo dolgo fazo prilagajanja avtohtonih kvasovk.



Slika 14: Kinetika oddanega CO₂ (g/L/h) v odvisnosti od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina iz osnovne jabolčne raztopine (13,59 % suhe snovi), zvišane z glukozno-fruktoznim sirupom na 16,62 in 19,48 % suhe snovi z dodatki kvasovk Fermol Associés ter hrane za kvasovke Enovit Legenda: A, A1: Fermol Associés + ENOVIT; B, B1: Fermol Associés+ENOVIT, sladkorna stopnja povečana na 16,62 % SS z glukozno-fruktoznim sirupom; C, C1: Fermol Associés+ENOVIT, sladkorna stopnja povečana na 19,48 % SS z glukozno-fruktoznim sirupom

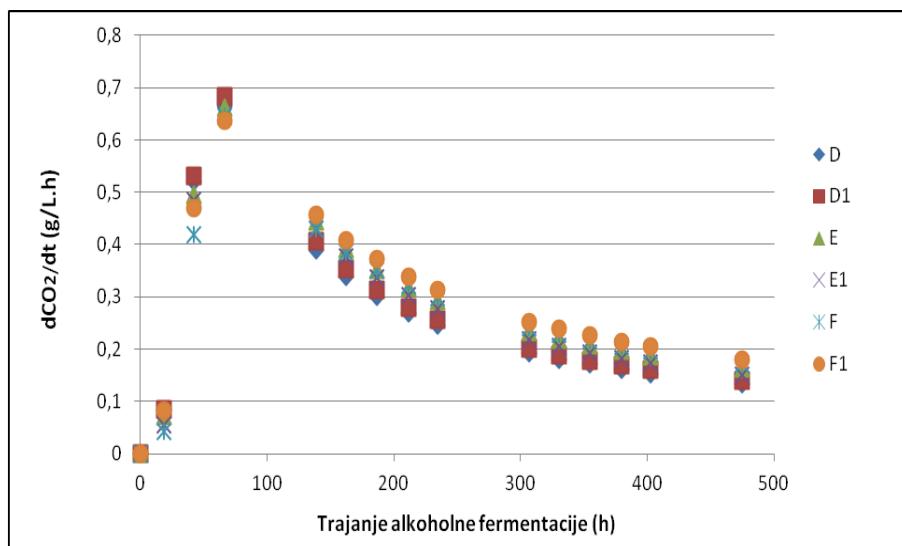
Slika 14 prikazuje kinetiko oddanega CO₂ za jabolčna vina (g/L/h), kjer je bil dodan glukozno-fruktozni sirup za povečanje sladkorne stopnje v jabolčnem soku. Slika nam pokaže, kdaj so posamezne vrelne steklenice dosegle maksimalno sproščanje CO₂. Iz slike je razvidno, da je vzorec A1 dosegel maksimalno sproščanje CO₂ po 66,5 h in sicer 0,70 g/L/h, kateremu sledijo vsi preostali ostali vzorci, ki se nizajo navzdol, B, B1, A in C1 z najmanjšo intenzivnostjo (manj kot 0,6 g/L/h).



Slika 15: Odvisnost oddanega CO₂ (g/L) od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina iz osnovne jabolčne raztopine (13,59 % suhe snovi), zvišane z glukozno-fruktoznim sirupom na 16,62 in 19,48 % suhe snovi z dodatki kvasovk Fermol Associés, hrane za kvasovke Enovit ter L(+)-vinske kisline do pH 3

Legenda: kontrola: brez dodatka kvasovk in hranil; D, D1: Fermol Associés+ENOVIT + L(+)-vinska kislina; E, E1: Fermol Associés+ENOVIT, sladkorna stopnja povečana na 16,5 % SS z glukozno-fruktoznim sirupom + L(+)-vinska kislina; F, F1: Fermol Associés+ENOVIT, sladkorna stopnja povečana na 19,5 % SS z glukozno-fruktoznim sirupom + L(+)-vinska kislina

Slika 15 prikazuje oddani CO_2 (g/L) med alkoholno fermentacijo za jabolčno vino, ki je proizvedeno iz jabolčne raztopine z začetno suho snovjo 13,59 %. Rezultati potrjujejo skupno bistveno hitrejši začetek alkoholne fermentacije, vidno pri vseh kombinacijah. Kmalu zatem se pokaže, da se rezultati krivulj ločujejo po paralelkah. Večja kot je sladkorna stopnja, več bo oddanega CO_2 (g/L), saj se več sladkorja pretvori v alkohol. Vzorec F in F1 imata največjo sladkorno stopnjo (19,48 % suhe snovi). Od največ do najmanj oddanega CO_2 si sledijo vzorci F1, F, E, E1, D1 in D. Prav tako je vidna tudi lastnost kontrole, kjer ima zelo dolgo fazo prilagajanja avtohtonih kvasovk.



Slika 16: Kinetika oddanega CO_2 (g/L/h) v odvisnosti od trajanja alkoholne fermentacije pri proizvodnji jabolčnega vina iz osnovne jabolčne raztopine (13,59 % suhe snovi), zvišane z glukozno-fruktoznim sirupom na 16,62 in 19,48 % suhe snovi z dodatki kvasovk Fermol Associés, hrane za kvasovke Enovit ter L(+)-vinske kisline ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$) do pH 3

Legenda: D, D1: Fermol Associés+ENOVIT + L(+)-vinska kislina; E, E1: Fermol Associés+ENOVIT, sladkorna stopnja povečana na 16,5 % SS z glukozno-fruktoznim sirupom + L(+)-vinska kislina; F, F1: Fermol Associés+ENOVIT, sladkorna stopnja povečana na 19,5 % SS z glukozno-fruktoznim sirupom + L(+)-vinska kislina

Slika 16 prikazuje kinetiko oddanega CO_2 za jabolčna vina (g/L/h), kjer je bil dodan glukozno-fruktozni sirup za povečanje sladkorne stopnje v jabolčnem soku. Slika nam pokaže, kdaj so posamezne vrelne steklenice dosegle maksimalno sproščanje CO_2 . Iz slike je razvidno, da je vzorec D1 dosegel maksimalno sproščanje CO_2 . Opazno je, da je imel po 66,5 h največjo intenzivnost sproščanja CO_2 0,69 g/L/h. Takoj zatem mu sledijo vsi ostali vzorci. Z dodatkom vinske kisline, se rezultati krivulj na sliki niso bistveno ločile.

4.3 KEMIJSKE ANALIZE – WINE SCAN™ FOSS

Preglednica 13: Rezultati kemijske analize jabolčnega vina, pridelanega iz jabolčne raztopine s 13,61 % suhe snovi z dodatki različnih vrst kvasovk ter hrane za kvasovke

Parameter	Enota	Vzorec 1/2	Vzorec 3/4	Vzorec 5/6
Jabolčna raztopina – 13,61 % suhe snovi				
		Fermol Associés Enovit	Uvaferm SLO FERMAID E	Lalvin EC 1118 Go- Ferm Protect
Relativna gostota	/	$0,998835 \pm 7,07 \cdot 10^{-7}$	$0,99889 \pm 0,00$	$0,99954 \pm 4,24 \cdot 10^{-5}$
Alkohol	Vol.%	$7,75 \pm 0,02$	$7,72 \pm 0,02$	$7,55 \pm 0,01$
Skupni ekstrakt	g/L	$26,30 \pm 0,04$	$25,96 \pm 0,13$	$26,70 \pm 0,06$
Red. sladkorji	g/L	$0,40 \pm 0,14$	$0,13 \pm 0,16$	$0,05 \pm 0,00$
Slad. prosti ekstrakt	g/L	$25,90 \pm 0,18$	$25,83 \pm 0,02$	$26,65 \pm 0,06$
Skupne kislune	g/L	$5,26 \pm 0,01$	$5,28 \pm 0,07$	$6,34 \pm 0,03$
Hlapne kislune	g/L	$0,51 \pm 0,01$	$0,39 \pm 0,00$	$0,85 \pm 0,02$
pH	/	$3,61 \pm 0,00$	$3,64 \pm 0,01$	$3,66 \pm 0,00$
Jabolčna kislina	g/L	$3,84 \pm 0,02$	$3,87 \pm 0,03$	$3,68 \pm 0,01$
Mlečna kislina	g/L	$0,58 \pm 0,02$	$0,51 \pm 0,01$	$0,77 \pm 0,00$
Citronska kislina	g/L	$0,47 \pm 0,00$	$0,48 \pm 0,01$	$0,24 \pm 0,01$
Vinska kislina	g/L	$0,77 \pm 0,06$	$0,90 \pm 0,00$	$0,70 \pm 0,02$
Glicerol	g/L	$2,80 \pm 0,03$	$3,02 \pm 0,10$	$4,81 \pm 0,00$
Metanol	g/L	$0,07 \pm 0,00$	$0,09 \pm 0,01$	$0,13 \pm 0,01$
CO ₂	mg/L	$1582,2 \pm 114,4$	$1664,8 \pm 94,1$	$1233,9 \pm 53,0$
FC indeks	/	$10,64 \pm 0,04$	$9,50 \pm 0,13$	$12,93 \pm 0,08$



Slika 17: Vede pridelanih jabolčnih vin 1-6 po končani alkoholni fermentaciji

Fizikalno-kemijske analize nam pokažejo, da se je največ alkohola proizvedlo iz jabolčne raztopine s 13,61 % suhe snovi s kombinacijo Fermol Associés ter hrane za kvasovke Enovit (preglednica 13). Pridobili smo vino kar s $7,75 \pm 0,02$ vol.% alkohola, takoj zatem mu sledi jabolčno vino s $7,72 \pm 0,02$ vol.% alkohola. Vrednosti so primerljive saj smo dodali v prve dve kombinaciji tudi nekaj dodatne minimalne količine sladkorja (0,072 mg/550 mL oziroma 0,13 mg/mL). Na povečanje same vrednosti glicerola v jabolčnem vinu vpliva večja vrednost pH (Tamas in sod., 2000).

Preglednica 14: Rezultati kemijske analize jabolčnega vina, pridelanega iz jabolčne raztopine s 16,77 % suhe snovi z dodatki različnih vrst kvasovk ter hrane za kvasovke

Parameter	Enota	Vzorec 7/8	Vzorec 9/10	Vzorec 11/12
Jabolčna raztopina – 16,77 % suhe snovi				
		Fermol Associés Enovit	Uvaferm SLO FERMAID E	Lalvin EC 1118 Go- Ferm Protect
Relativna gostota	/	$0,998845 \pm 1,20 \cdot 10^{-4}$	$0,9985 \pm 7,91 \cdot 10^{-4}$	$0,99955 \pm 2,83 \cdot 10^{-5}$
Alkohol	Vol.%	$9,56 \pm 0,01$	$9,46 \pm 0,01$	$9,36 \pm 0,02$
Skupni ekstrakt	g/L	$31,41 \pm 0,11$	$30,23 \pm 1,36$	$31,80 \pm 0,07$
Red. sladkorji	g/L	$0,90 \pm 0,00$	$0,84 \pm 0,42$	$0,31 \pm 0,02$
Slad. prosti ekstrakt	g/L	$30,51 \pm 0,11$	$29,40 \pm 1,77$	$31,50 \pm 0,09$
Skupne kislina	g/L	$6,51 \pm 0,01$	$4,85 \pm 2,10$	$7,44 \pm 0,00$
Hlapne kislina	g/L	$0,62 \pm 0,01$	$0,51 \pm 0,06$	$0,83 \pm 0,01$
pH	/	$3,69 \pm 0,01$	$3,88 \pm 0,18$	$3,76 \pm 0,00$
Jabolčna kislina	g/L	$4,70 \pm 0,01$	$2,26 \pm 3,54$	$4,46 \pm 0,01$
Mlečna kislina	g/L	$0,76 \pm 0,01$	$1,48 \pm 1,34$	$0,80 \pm 0,04$
Citronska kislina	g/L	$0,58 \pm 0,00$	$0,48 \pm 0,09$	$0,35 \pm 0,01$
Vinska kislina	g/L	$1,23 \pm 0,05$	$1,50 \pm 0,14$	$1,27 \pm 0,01$
Glicerol	g/L	$3,24 \pm 0,02$	$3,99 \pm 0,84$	$5,53 \pm 0,00$
Metanol	g/L	$0,10 \pm 0,01$	$0,10 \pm 0,01$	$0,14 \pm 0,00$
CO ₂	mg/L	$1526,2 \pm 141,7$	$1317,5 \pm 403,7$	$1455,90 \pm 12,9$
FC indeks	/	$15,96 \pm 0,25$	$20,17 \pm 9,52$	$17,02 \pm 0,10$



Slika 18: Videz pridelanih jabolčnih vin 7-12 po končani alkoholni fermentaciji

Iz preglednice 14 je razvidno, da se alkohol veča skupaj s povečevanjem sladkorne stopnje. Razvidno je, da pri jabolčnem vinu, kjer so bile dodane kvasovke Fermol Associés so le-te pretvorile sladkor v največ alkohola ($9,56 \pm 0,01$ vol.%). pH vrednost se je tekom dodanih treh različnih komercialnih kvasovk spremenjal. Za jabolčna vina je značilno, da imajo pH vrednost od 3,3-4,1 (Ingham, 2002). Povečana količina metanola je opažena pri jabolčnem vinu vzorec št. 11 in 12. Pri vzorcu 9/10 je razvidno, da je standardni odklon (s.o.) pri posamezni ponoviti nekoliko večji, saj je verjetno pri enem izmed teh dveh vzorcev potekel razkis.

Preglednica 15: Rezultati kemijske analize jabolčnega vina, pridelanega iz jabolčne raztopine z 19,73 % suhe snovi z dodatki različnih vrst kvasovk ter hrane za kvasovke

Parameter	Enota	Vzorec 13/14	Vzorec 15/16	Vzorec 17/18
Jabolčna raztopina – 19,73 % suhe snovi				
	Fermol Associés Enovit	Uvaferm SLO FERMAID E	Lalvin EC 1118 Go-Ferm Protect	
Relativna gostota	/	$0,99949 \pm 5,66 \cdot 10^{-4}$	$0,99911 \pm 4,24 \cdot 10^{-5}$	$0,99983 \pm 1,41 \cdot 10^{-5}$
Alkohol	Vol.%	$11,28 \pm 0,02$	$11,23 \pm 0,04$	$11,16 \pm 0,01$
Skupni ekstrakt	g/L	$37,36 \pm 1,33$	$35,95 \pm 0,26$	$37,18 \pm 0,08$
Red. sladkorji	g/L	$2,20 \pm 1,27$	$0,58 \pm 0,28$	$0,29 \pm 0,11$
Slad. prosti ekstrakt	g/L	$35,16 \pm 0,06$	$35,37 \pm 0,01$	$36,89 \pm 0,03$
Skupne kislina	g/L	$7,79 \pm 0,07$	$7,61 \pm 0,21$	$8,70 \pm 0,02$
Hlapne kislina	g/L	$0,74 \pm 0,02$	$0,59 \pm 0,02$	$0,94 \pm 0,00$
pH	/	$3,76 \pm 0,02$	$3,83 \pm 0,03$	$3,85 \pm 0,00$
Jabolčna kislina	g/L	$5,55 \pm 0,04$	$5,56 \pm 0,09$	$5,40 \pm 0,06$
Mlečna kislina	g/L	$0,90 \pm 0,08$	$0,68 \pm 0,04$	$0,93 \pm 0,01$
Citronska kislina	g/L	$0,66 \pm 0,03$	$0,63 \pm 0,03$	$0,50 \pm 0,01$
Vinska kislina	g/L	$1,60 \pm 0,15$	$2,00 \pm 0,05$	$1,58 \pm 0,00$
Glicerol	g/L	$3,59 \pm 0,12$	$3,84 \pm 0,21$	$5,88 \pm 0,10$
Metanol	g/L	$0,13 \pm 0,00$	$0,14 \pm 0,01$	$0,18 \pm 0,01$
CO ₂	mg/L	$1356,1 \pm 199,6$	$958,1 \pm 434,3$	$1441,8 \pm 55,5$
FC indeks	/	$18,73 \pm 0,23$	$17,07 \pm 0,24$	$21,60 \pm 0,02$



Slika 19: Videz pridelanih jabolčnih vin 13-18 po končani alkoholni fermentaciji

Količina alkohola narašča skupaj z večanjem SS. Med vzorcih 13/14 in 15/16 se vsebnost alkohola ne razlikuje veliko, saj smo pri vzorcih 13/14 dodali nekaj več saharoze (0,13 g/L jabolčnega vina) k osnovni recepturi.

Preglednica 16: Rezultati kemijske analize jabolčnega vina, pridelanega iz jabolčne raztopine s 16,47 % suhe snovi, uravnane s saharozo za 3 % iz osnovne jabolčne raztopine ter z dodatki različnih vrst kvasovk ter hrane za kvasovke

Parameter	Enota	Vzorec 19/20	Vzorec 21/22	Vzorec 23/24
16,47 % suhe snovi – dodatek saharoze				
		Fermol Associés Enovit	Uvaferm SLO FERMAID E	Lalvin EC 1118 Go-Ferm Protect
Relativna gostota	/	$0,996385 \pm 3,54 \cdot 10^{-5}$	$0,9962 \pm 5,94 \cdot 10^{-4}$	$0,997115 \pm 4,95 \cdot 10^{-5}$
Alkohol	Vol.%	$9,76 \pm 0,01$	$9,71 \pm 0,01$	$9,59 \pm 0,01$
Skupni ekstrakt	g/L	$26,34 \pm 0,02$	$25,58 \pm 1,07$	$26,72 \pm 0,11$
Red. sladkorji	g/L	$1,12 \pm 0,06$	$1,22 \pm 0,49$	$0,21 \pm 0,11$
Slad. prosti ekstrakt	g/L	$25,22 \pm 0,04$	$24,36 \pm 1,56$	$26,51 \pm 0,22$
Skupne kislinske snovi	g/L	$5,26 \pm 0,02$	$4,06 \pm 1,68$	$6,33 \pm 0,01$
Hlapne kislinske snovi	g/L	$0,53 \pm 0,01$	$0,44 \pm 0,05$	$0,78 \pm 0,00$
pH	/	$3,61 \pm 0,00$	$3,75 \pm 0,14$	$3,67 \pm 0,00$
Jabolčna kislina	g/L	$3,63 \pm 0,04$	$3,65 \pm 0,06$	$3,40 \pm 0,01$
Mlečna kislina	g/L	$0,51 \pm 0,01$	$1,15 \pm 1,09$	$0,62 \pm 0,02$
Citronska kislina	g/L	$0,47 \pm 0,00$	$0,41 \pm 0,07$	$0,23 \pm 0,00$
Vinska kislina	g/L	$1,07 \pm 0,01$	$1,24 \pm 0,08$	$0,93 \pm 0,02$
Glicerol	g/L	$3,45 \pm 0,01$	$4,06 \pm 0,61$	$5,84 \pm 0,01$
Metanol	g/L	$0,05 \pm 0,00$	$0,06 \pm 0,00$	$0,11 \pm 0,00$
CO ₂	mg/L	$1585,6 \pm 49,7$	$1530,4 \pm 123,8$	$1388,36 \pm 115,6$
FC indeks	/	$13,43 \pm 0,00$	$16,46 \pm 6,21$	$15,54 \pm 0,27$



Slika 20: Videz pridelanih jabolčnih vin 19-24 po končani alkoholni fermentaciji

Največ alkohola je kakor pričakovano bilo v vzorcih 19/20 ($9,76 \pm 0,01$ vol.%). Pri vzorcu 21/22 je razvidno, da je standardni odklon (s.o.) pri posamezni ponoviti nekoliko večji, saj je najverjetneje pri enem izmed teh dveh vzorcev potekel razkis.

Preglednica 17: Rezultati kemijske analize jabolčnega vina, pridelanega iz jabolčne raztopine z 19,48 % suhe snovi, uravnane s saharozo za 6 % iz osnovne jabolčne raztopine ter z dodatki različnih vrst kvasovk ter hrane za kvasovke

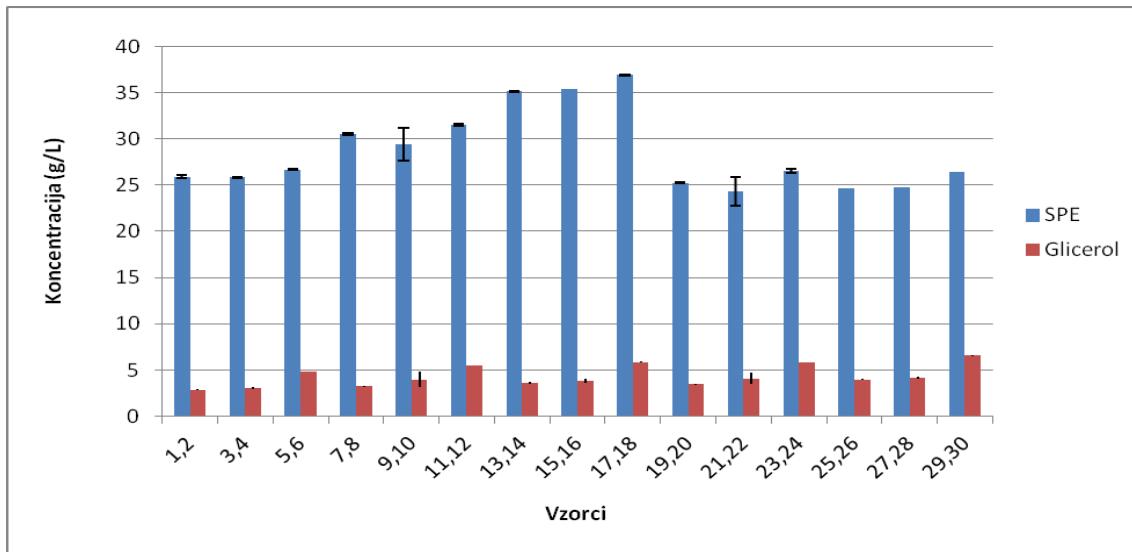
Parameter	Enota	Vzorec 25/26	Vzorec 27/28	Vzorec 29/30
19,48 % suhe snovi – dodatek saharoze				
		Fermol Associés Enovit	Uvaferm SLO FERMAID E	Lalvin EC 1118 Go-Ferm Protect
Relativna gostota	/	$0,99514 \pm 3,25 \cdot 10^{-4}$	$0,995355 \pm 4,60 \cdot 10^{-4}$	$0,995065 \pm 7,07 \cdot 10^{-6}$
Alkohol	Vol.%	$11,76 \pm 0,05$	$11,71 \pm 0,04$	$11,69 \pm 0,01$
Skupni ekstrakt	g/L	$28,66 \pm 0,59$	$28,68 \pm 0,92$	$27,40 \pm 0,16$
Red. sladkorji	g/L	$3,99 \pm 0,59$	$3,91 \pm 0,94$	$0,96 \pm 0,16$
Slad. prosti ekstrakt	g/L	$24,67 \pm 0,01$	$24,78 \pm 0,02$	$26,44 \pm 0,00$
Skupne kisline	g/L	$5,29 \pm 0,01$	$5,32 \pm 0,01$	$6,29 \pm 0,05$
Hlapne kisline	g/L	$0,54 \pm 0,01$	$0,42 \pm 0,01$	$0,80 \pm 0,01$
pH	/	$3,60 \pm 0,00$	$3,66 \pm 0,00$	$3,69 \pm 0,00$
Jabolčna kislina	g/L	$3,46 \pm 0,05$	$3,62 \pm 0,03$	$3,22 \pm 0,07$
Mlečna kislina	g/L	$0,43 \pm 0,01$	$0,30 \pm 0,01$	$0,43 \pm 0,02$
Citronska kislina	g/L	$0,49 \pm 0,01$	$0,49 \pm 0,01$	$0,26 \pm 0,01$
Vinska kislina	g/L	$1,14 \pm 0,01$	$1,42 \pm 0,01$	$1,20 \pm 0,05$
Glicerol	g/L	$3,99 \pm 0,01$	$4,15 \pm 0,11$	$6,55 \pm 0,08$
Metanol	g/L	$0,05 \pm 0,01$	$0,06 \pm 0,00$	$0,10 \pm 0,00$
CO ₂	mg/L	$1511,7 \pm 37,6$	$1517,9 \pm 11,7$	$1263,22 \pm 1,1$
FC indeks	/	$12,99 \pm 0,62$	$11,21 \pm 0,43$	$15,06 \pm 0,40$



Slika 21: Videz pridelanih jabolčnih vin 25-30 po končani alkoholni fermentaciji

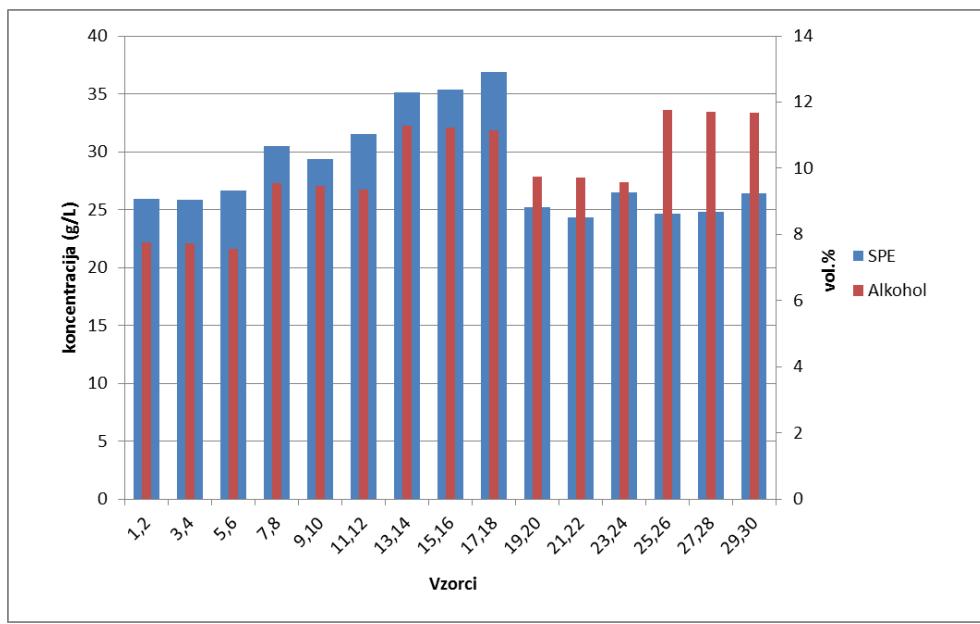
Preglednica 17 prikazuje rezultate kemijsko-fizikalnih analiz v vzorcih mladega jabolčnega vina od 25 do 30. Razvidno je, da je alkohol tekom alkoholne fermentacije naraščal. Največ alkohola se je proizvedlo že pri pričakovanih kvasovkah Fermol Associés ter hrani za kvasovke Enovit ($11,76 \pm 0,05$). Malo manj alkohola je bilo izmerjenega, pri uporabi kvasovk Lalvin EC 1118 ter hrane za kvasovke Go-Ferm Protect in sicer $11,69 \pm 0,01$. S primerjavo preglednic 15 in 17, lahko vidimo, da se je pri vzorcu, kjer smo povečali delež suhe snovi za 6 % s saharozo, proizvedlo več alkohola kot pa pri vzorcu, kjer smo dodali jabolčni koncentrat. S tem lahko potrdimo, da je sahariza glede na fizikalno-kemijske analize bolj ugoden dodatek za povečanje deleža alkohola v jabolčnem vinu.

Lalvin EC 1118 je kvasovka, ki se uporablja in je priporočljiva za vse vrste vin, peneča vina ter za jabolčna vina. Vendar dobre fermentacijske sposobnosti pokaže le pri določenih sortah jabolk in sicer 'Lietuvas Pepins' ter pri sorti, imenovani 'Auksis' (Rita in sod., 2011).



Slika 22: Koncentracije sladkorja prostega ekstrakta (SPE) (g/L) in glicerola (g/L) v pridelanih jabolčnih vinih z vodeno alkoholno fermentacijo

Slika 22 predstavlja koncentracijo sladkorja prostega ekstrakta prisotnega v mladem jabolčnem vinu, ki so ga kvasovke različnih proizvajalcev pretvorile v alkohol in glicerol, ki je eden izmed glavnih stranskih produktov alkoholne fermentacije. Glicerol kakor sem že navedla zgoraj nastaja pri alkoholni fermentaciji. Prav tako lahko iz slike razberemo da je pri vzorcih 17 in 18 nastalo največ glicerola ($5,88 \pm 0,10$ g/L), kar potrjuje našo tezo, saj sta ravno ta dva vzorca imela največji delež suhe snovi (19,73 %). Najmanj glicerola pa se je tvorilo v vzorcih 1 in 2 ($2,80 \pm 0,03$ g/L), ki sta imela najmanjši delež suhe snovi (13,61 %).



Slika 23: Koncentracije sladkorja prostega ekstrakta(SPE) (g/L) ter alkohola (vol.%) v pridelanih jabolčnih vinih z vodeno alkoholno fermentacijo

Na sliki 23 je prikazano razmerje med alkoholom in SPE. Vidno je da je pri vzorcu 29 in 30 najbolj ugodno razmerje.

Drugi del poskusa:

Preglednica 18: Rezultati kemijske analize jabolčnega vina, pridelanega iz jabolčne raztopine s 13,59, 16,62 in 19,52 % suhe snovi, zvišane z glukozno-fruktoznim sirupom za 3 in 6 % iz osnovne jabolčne raztopine (13,59 % suhe snovi) z dodatkom kvasovk Fermol Associés ter hrane za kvasovke Enovit

Parameter	Enota	Vzorec A/A1	Vzorec B/B1	Vzorec C/C1
		13,59 % SS	16,62 % SS Glu-Fru Sirup	19,52 % SS Glu-Fru Sirup
Relativna gostota	/	$0,99929 \pm 7,07 \cdot 10^{-6}$	$1,00319 \pm 4,95 \cdot 10^{-5}$	$1,00969 \pm 4,95 \cdot 10^{-4}$
Alkohol	Vol.%	$7,08 \pm 0,01$	$8,28 \pm 0,01$	$9,63 \pm 0,04$
Skupni ekstrakt	g/L	$23,71 \pm 0,01$	$37,87 \pm 0,05$	$59,13 \pm 0,18$
Red. sladkorji	g/L	$3,73 \pm 0,04$	$11,55 \pm 0,07$	$18,08 \pm 0,11$
Slad. prosti ekstrakt	g/L	$19,99 \pm 0,05$	$26,32 \pm 0,02$	$41,05 \pm 0,07$
Skupne kislinske sestavin	g/L	$5,43 \pm 0,06$	$4,56 \pm 0,01$	$4,24 \pm 0,06$
Hlapne kislinske sestavin	g/L	$0,57 \pm 0,00$	$0,85 \pm 0,00$	$1,11 \pm 0,01$
pH	/	$3,60 \pm 0,01$	$3,62 \pm 0,01$	$3,68 \pm 0,03$
Jabolčna kislina	g/L	$3,71 \pm 0,04$	$0,93 \pm 0,01$	$4,21 \pm 0,07$
Mlečna kislina	g/L	$0,52 \pm 0,01$	$0,44 \pm 0,03$	$1,17 \pm 0,07$
Citronska kislina	g/L	$0,45 \pm 0,01$	$0,73 \pm 0,00$	$1,02 \pm 0,01$
Vinska kislina	g/L	$0,61 \pm 0,07$	$0,38 \pm 0,04$	$0,22 \pm 0,08$
Glicerol	g/L	$3,24 \pm 0,03$	$5,06 \pm 0,04$	$6,38 \pm 0,13$
Metanol	g/L	$0,09 \pm 0,00$	$0,60 \pm 0,00$	$1,00 \pm 0,01$
CO ₂	mg/L	$1517,2 \pm 91,2$	$1480,2 \pm 64,7$	$1389,99 \pm 46,2$
FC indeks	/	$10,61 \pm 0,08$	$20,04 \pm 0,58$	$25,42 \pm 0,04$

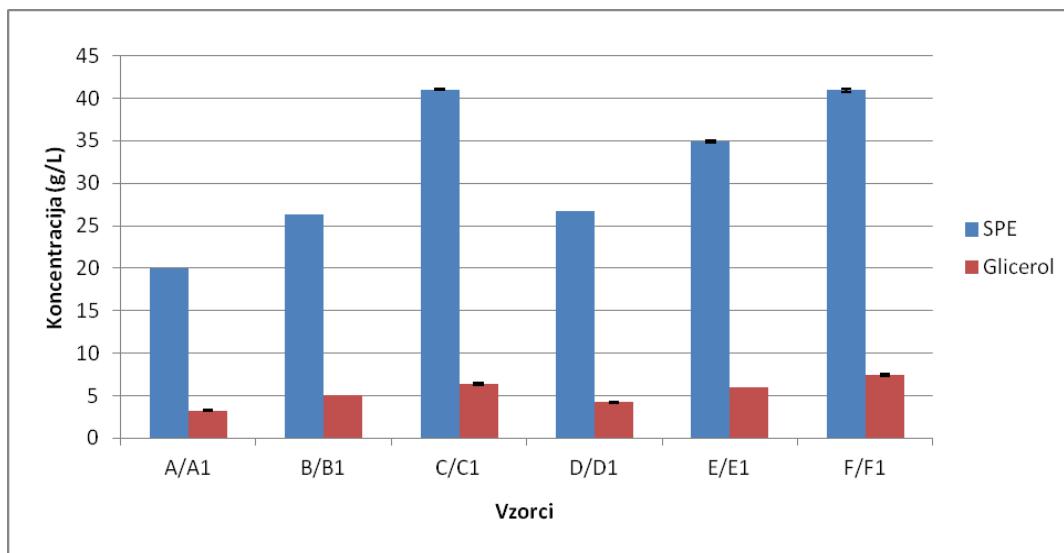
V drugem delu poskusa, smo izbrali najbolj ugodno kvasovko in hrano za kvasovko, ki je v prvem delu poskusa bila najbolj ugodna za alkoholno fermentacijo. S kvasovkami Fermol

Associés ter hrano za kvasovke Enovit smo nadaljevali poskus, vendar smo delež suhe snovi povečali z glukozno-fruktoznim sirupom (preglednica 18). Največ alkohola je bilo v pričakovanih vzorcih (C/C1), kjer smo povečali suho snov za približno 6 %, najmanj pa v vzorcih (A/A1), kjer delež suhe snovi ni bil povečan in je znašal 13,59 %. Hlapne kisline so naraščale skupaj z večanjem % SS, največ hlapnih kislin je imel vzorec C/C1 in sicer $1,11 \pm 0,01$ g/L, skoraj še enkrat več kot vzorec A/A1 z $0,57 \pm 0,00$ g/L.

Preglednica 19: Rezultati kemijske analize jabolčnega vina, pridelanega iz jabolčne raztopine s 13,59, 16,62 in 19,52 % suhe snovi, zvišane z glukozno-fruktoznim sirupom za 3 in 6 % iz osnovne jabolčne raztopine (13,59 % suhe snovi) z dodatkom kvasovk Fermol Associés ter hrane za kvasovke Enovit ter L(+)-vinske kisline ($C_4H_6O_6$) do pH 3

Parameter	Enota	Vzorec D/D1	Vzorec E/E1	Vzorec F/F1
		13,59 % SS $C_4H_6O_6$	16,62 % SS Glu-Fru Sirup $C_4H_6O_6$	19,52 % SS Glu-Fru Sirup $C_4H_6O_6$
Začetni pH				
Relativna gostota	/	$1,00171 \pm 4,24 \cdot 10^{-5}$	$1,00648 \pm 6,36 \cdot 10^{-5}$	$1,00993 \pm 5,3 \cdot 10^{-4}$
Alkohol	Vol.%	$7,15 \pm 0,01$	$8,60 \pm 0,02$	$9,60 \pm 0,01$
Skupni ekstrakt	g/L	$30,06 \pm 0,05$	$47,06 \pm 0,05$	$59,61 \pm 0,11$
Red. sladkorji	g/L	$3,37 \pm 0,02$	$12,17 \pm 0,11$	$18,67 \pm 0,11$
Slad. prosti ekstrakt	g/L	$26,69 \pm 0,03$	$34,89 \pm 0,16$	$40,94 \pm 0,22$
Skupne kisline	g/L	$10,07 \pm 0,08$	$9,19 \pm 0,01$	$9,04 \pm 0,04$
Hlapne kisline	g/L	$0,62 \pm 0,01$	$0,91 \pm 0,01$	$1,17 \pm 0,01$
pH	/	$2,79 \pm 0,01$	$2,86 \pm 0,00$	$2,88 \pm 0,01$
Jabolčna kislina	g/L	$4,00 \pm 0,05$	$0,67 \pm 0,01$	$3,82 \pm 0,04$
Mlečna kislina	g/L	$0,65 \pm 0,02$	$0,37 \pm 0,01$	$1,08 \pm 0,01$
Citronska kislina	g/L	$0,38 \pm 0,00$	$0,67 \pm 0,00$	$0,92 \pm 0,02$
Vinska kislina	g/L	$3,56 \pm 0,14$	$3,63 \pm 0,04$	$3,88 \pm 0,04$
Glicerol	g/L	$4,22 \pm 0,06$	$6,02 \pm 0,02$	$7,45 \pm 0,12$
Metanol	g/L	$0,13 \pm 0,00$	$0,64 \pm 0,00$	$1,02 \pm 0,01$
CO_2	mg/L	$1377,4 \pm 22,9$	$1202,7 \pm 19,5$	$1047,9 \pm 14,1$
FC indeks	/	$16,99 \pm 0,53$	$25,41 \pm 0,38$	$29,95 \pm 0,95$

Preglednici 18 in 19, drugega dela poskusa prikazujeta fizikalno-kemijske parametre za vzorce jabolčnega vina. Alkohol narašča skupaj s povečevanjem deleža SS. Vrednosti so primerljive s prvim delom poskusa, čeprav je bila dodana druga snov za uravnavanje sladkorne stopnje. Razlikuje se predvsem v gostoti, tako da lahko sklepamo, da ima Glu-Fru sirup večjo gostoto. Dodana vinska kislina je vplivala na skupne kisline, saj so se povečale za več kot polovico v primerjavi s preglednico 18. Največjo vrednost sta imela vzorca D/D1. pH vrednost je tokom alkoholne fermentacije padala. Preden smo začeli alkoholno fermentacijo je bila pH vrednost mošta oz. jabolčnega soka 3. Po alkoholni fermentaciji je pri vseh treh vzorcih padla pH vrednost na $2,79 \pm 0,01$, $2,86 \pm 0,00$ in $2,88 \pm 0,01$.



Slika 24: Koncentracije sladkorja prostega ekstrakta (SPE) (g/L) in glicerola (g/L) v pridelanih jabolčnih vinih z vodeno alkoholno fermentacijo v drugem delu

Slika 24 predstavlja koncentracijo sladkorja prostega ekstrakta prisotnega v mladem jabolčnem vinu, ki so ga kvasovke Fermol Associés z dodano hrano za kvasovke Enovit pretvorile v SPE in glicerol, ki je eden izmed glavnih stranskih produktov alkoholne fermentacije. Vzorcem D/D1, E/E1 in F/F1 je bila dodana vinska kislina. Več kot je SPE, več glicerola se je proizvedlo. Največ glicerola se je tvorilo v vzorcu F/F1 ($7,45\pm0,12$ g/L) in najmanj v vzorcu A/A1 ($3,24\pm0,03$ g/L).

4.4 KVALITATIVNI TESTI ZA UGOTAVLJANJE MIKROBIOLOŠKE OKUŽBE

a.) Zračni test jabolčnega vina, opravljen v laboratoriju na sobni temperaturi (23 °C)

Preglednica 20: Prikaz motnosti, usedline ter nastanka filma oksidativnih kvasovk za vzorce jabolčnega vina (1-30) pri kvalitativnem zračnem testu

Vzorec	Motnost	Usedlina	Tvorba filma (oksidativne kvasovke)	Opombe
Kontrola	++	+	-	Sprememba barve
1	+	++	-	Sprememba barve
2	+	+	-	Sprememba barve
3	+	+	-	Sprememba barve
4	++	+	+	Sprememba barve
5	+++	++	+	Sprememba barve
6	+++	++	+	Sprememba barve
7	+++	++	-	Sprememba barve
8	++	+	-	Sprememba barve
9	++	+	-	Pikčaste usedline
10	+	+	-	Pikčaste usedline
11	+++	++	+	Sprememba barve
12	+	+	-	Sprememba barve
13	+	+	-	Sprememba barve
14	+	++	-	Sprememba barve
15	++	+	-	Pikčaste usedline
16	+	+	-	Pikčaste usedline
17	+++	+	-	Sprememba barve
18	++	++	-	Sprememba barve
19	+	+	-	Sprememba barve
20	+	+	-	Sprememba barve
21	+	+	-	Sprememba barve
22	++	++	+	Sprememba barve
23	++	++	+	Sprememba barve
24	+++	++	+	Sprememba barve
25	+	+	-	Sprememba barve
26	+	+	-	Sprememba barve
27	++	++	-	Sprememba barve
28	++	+	-	Sprememba barve
29	++	+	-	Sprememba barve
30	++	+	-	Sprememba barve

Legenda:

- : brez tvorbe filma oksidativnih kvasovk
- + : dokaj motno in količinsko manj usedline na dnu
- ++: srednje motno in srednje veliko usedline
- +++: zelo motno in veliko usedline

V preglednici 20 so zbrani vsi rezultati po opravljenem zračnem testu na mladih jabolčnih vinih. Vidno je, da je pri vseh vzorcih prišlo do spremembe barve po inkubaciji na sobni temperaturi. Prav tako je pri vseh vzorcih prišlo do vidne motnosti in nastanka usedline, pri čemer so bile jakosti različne, kar smo vrednotili s sistemom plusov ter minusov, katerih pomen je natančneje naveden v legendi k preglednici 20. Oksidativne kvasovke so se pojavile pri vzorcih 4, 5, 6, 11, 22, 23 in 24. Prav tako je tukaj vidna večja motnost in usedlina vzorcev. Sprememba barva ni bila pri vseh vzorcih tako znatna in njen nastanek lahko pripisemo motnosti mladega jabolčnega vina. Pri vzorcih jabolčnega vina, kjer so bile dodane

kvasovke Fermol Associés in hrano za kvasovke Enovit ni bilo prisotnega biofilma. Tako nam dokazujeta tudi preglednici 22 in 23. Na podlagi tega lahko sklepamo, da s cepitvijo z omenjeno kvasovko preprečimo razmnoževanje oksidativnih kvasovk.

Motnost je bila največja pri vzorcih 5, 6, 7, 11, 17 in 24. Motnost v mlademu vinu je posledica prisotnih mikroorganizmov, fenolnih spojin, količine beljakovin, pektinov, sladkorjev in mineralnih snovi. To nam pove, da je se je tukaj razvilo največ mikroorganizmov in ostalih produktov po tri dnevni inkubaciji na sobni temperaturi. Posledično je prišlo do nastanka usedlin, saj zaradi same gravitacije težji delci padajo na dno erlenmajerice. Vino, ki je izpostavljeno sobni temperaturi hitro razvije površinsko floro oksidativnih kvasovk ali slabo fermentativnih kvasovk, običajno rodov *Pichia* ter *Candida*. Te vrste oksidirajo glicerol, etanol in kisline, pri čemer v vinu nastanejo nedopustno visoke koncentracije acetne kisline, acetaldehida ter estrov (Fleet, 2003).



Slika 25: Prikaz motnosti, usedline ter nastanka biofilma v vzorcih jabolčnega vina (1 do 6) pri kvalitativnem testu (test v inkubatorju na 30 °C ter zračni test)

Na sliki 25 so vidni vzorci jabolčnega vina v erlenmajericah po 3-dnevni inkubaciji v inkubatorju pri 30 °C (prva vrsta 1-6) ter vzorci jabolčnega vina v erlenmajericah po 3-dnevni inkubaciji na sobni temperaturi 23 °C (druga vrsta 1z-6z).

b.) Mikrobiološki poskus oziroma test, izveden v inkubatorju pri 30 °C.

Preglednica 21: Prikaz motnosti, usedline ter nastanka filma oksidativnih kvasovk za vzorce jabolčnega vina (1-30) pri kvalitativnem mikrobiološkem poskusu

Vzorec	Motnost	Usedlina	Tvorba filma (oksidativne kvasovke)	Opombe
Kontrola	+	+	-	Sprememba barve
1	++	+	-	Bela usedline
2	+	+	-	Sprememba barve
3	++	+	-	Sprememba barve
4	+	+	-	Sprememba barve
5	+	+	+	Sprememba barve
6	++	+	+	Sprememba barve
7	++	++	-	Sprememba barve
8	++	++	-	Sprememba barve
9	++	++	-	Sprememba barve
10	+	+	+	Sprememba barve
11	+	+	-	Sprememba barve
12	+	++	-	Sprememba barve
13	++	++	-	Sprememba barve
14	+	++	-	Sprememba barve
15	+	++	-	Sprememba barve
16	++	++	-	Sprememba barve
17	++	++	-	Sprememba barve
18	++	++	-	Sprememba barve
19	+	+	-	Sprememba barve
20	-	+	-	Sprememba barve
21	+	++	-	Motni delci
22	+	+	-	Sprememba barve
23	++	++	+	Sprememba barve
24	++	+	-	Sprememba barve
25	+	++	-	Sprememba barve
26	++	+	-	Sprememba barve
27	+	++	-	Sprememba barve
28	++	++	-	Sprememba barve
29	++	++	-	Bela usedlina
30	++	+	-	Bela usedlina

Legenda:

- : brez tvorbe filma oksidativnih kvasovk
- + : dokaj motno in količinsko manj usedline na dnu
- ++: srednje motno in srednje veliko usedline
- +++: zelo motno in veliko usedline

Mlada jabolčna vina so bila po 3-dnevni inkubaciji v inkubatorju na 30 °C rahlo motna do meglena, pri vseh vzorcih se je pojavila usedlina. Pri vzorcih 7, 8, 9, 12-18, 21, 23, 25, 27-29 je prišlo do srednje velikih usedlin v primerjavi z ostalimi vzorci. Oksidativne kvasovke so se pojavile pri vzorcih 5, 6, 10 in 23. Opazno je, da je bilo število vzorcev, kjer se je tvoril biofilm oksidativnih kvasovk, manjše v primerjavi s preglednico 20. Temu je zato, ker verjetno oksidativne kvasovke bolje uspevajo na sobni temperaturi. Rezultate smo vrednotili s sistemom plusov ter minusov, katerih pomen je natančneje naveden v legendi.

c.) Zračni test jabolčnega vina, opravljen v laboratoriju na sobni temperaturi (23 °C)

Preglednica 22: Prikaz motnosti, usedline ter nastanka filma oksidativnih kvasovk za vzorce jabolčnega vina (A-F1) pri kvalitativnem zračnem testu

Vzorec	Motnost	Usedlina	Tvorba filma (oksidativne kvasovke)	Opombe
Kontrola	+++	+	-	Pikčasta usedlina
A	++	+	-	Bela usedline
A1	+	+	-	Sprememba barve
B	++	+	-	Sprememba barve
B1	++	+	-	Sprememba barve
C	+	+	-	Sprememba barve
C1	-	+	-	Sprememba barve
D	++	++	-	Sprememba barve
D1	++	++	-	Sprememba barve
E	++	++	-	Sprememba barve
E1	+	+	-	Sprememba barve
F	+	+	-	Sprememba barve
F1	+++	++	-	Sprememba barve

Legenda:

- : brez tvorbe filma oksidativnih kvasovk
- + : dokaj motno in količinsko manj usedline na dnu
- ++: srednje motno in srednje veliko usedline
- +++: zelo motno in veliko usedline

V preglednici 22 opazimo pri mlademu jabolčnemu vinu večjo motnost kot pa nastanek usedlin. Pri vzorcih ni bilo opažene tvorbe filmov oksidativnih kvasovk. Vzorcu z največjim % SS C1 ni bilo opažene motnosti, vendar je prišlo do minimalne spremembe barve. Rezultate smo vrednotili s sistemom plusov ter minusov, katerih pomen je natančneje naveden v legendi.

d.) Mikrobiološki poskus oziroma test, izveden v inkubatorju pri 30 °C.

Preglednica 23: Prikaz motnosti, usedline ter nastanka filma oksidativnih kvasovk za vzorce jabolčnega vina (A-F1) pri kvalitativnem mikrobiološkem poskusu

Vzorec	Motnost	Usedlina	Tvorba filma (oksidativne kvasovke)	Opombe
Kontrola	+++	+	-	Sprememba barve
A	+++	+	-	Sprememba barve
A1	+++	+	-	Sprememba barve
B	+++	+	-	Sprememba barve
B1	+++	+	-	Sprememba barve
C	+++	+	-	Sprememba barve
C1	++	+	-	Sprememba barve
D	++	+	-	Sprememba barve
D1	++	+	-	Sprememba barve
E	++	+	-	Sprememba barve
E1	++	+	-	Sprememba barve
F	+	+	-	Sprememba barve
F1	+	+	-	Sprememba barve

Legenda:

- : brez tvorbe filma oksidativnih kvasovk
- + : dokaj motno in količinsko manj usedline na dnu
- ++: srednje motno in srednje veliko usedline
- +++: zelo motno in veliko usedline

Vzorci, ki so bili inkubirani na 30 °C, so pokazali večjo motnost kot pri zračnem testu (preglednica 22), usedlin pa je bilo količinsko manj. V vzorcih ni prišlo do tvorbe filma na površini mladega jabolčnega vina, kjer so bile dodane kvasovke Fermol Associés in hrana za kvasovke Enovit. Rezultate smo vrednotili s sistemom plusov ter minusov, katerih pomen je natančneje naveden v legendi.

4.5 REZULTATI MOTNOSTI

Jabolčno vino se začne čistiti samo od sebe po nekem določenem času. Mlado vino je samo po sebi že dokaj motno, vendar s časom motnost izgine z usedanjem delcev na dno ali pa s samo filtracijo.

Preglednica 24: Prikaz rezultatov merjenja motnosti (povprečna vrednost ± s.o.) za vzorce jabolčnega vina

Vzorci	Vrednost (NTU)
1/2	6,19 ± 1,01
3/4	18,05 ± 2,19
5/6	11,7 ± 2,12
7/8	5,79 ± 0,08
9/10	43,7 ± 25,60
11/12	12,65 ± 0,21
13/14	54,55 ± 28,43
15/16	14,25 ± 28,57
17/18	12,35 ± 0,35
19/20	6,08 ± 0,49
21/22	24,75 ± 1,91
23/24	12,3 ± 1,13
25/26	25,22 ± 25,84
27/28	38,0 5± 18,88
29/30	10,65 ± 0,49
Kontrola	21,6 ± 0,07

Preglednica 24 prikazuje, da so bili vzorci z največjo motnostjo 9/10, 13/14 in 27/28. Najvišjo vrednost med njimi je imel vzorec 13/14 (54,55±28,43 NTU). Medtem ko so bili vzorci z najmanjšo motnostjo 1/2, 7/8, 19/20, med katerimi je imel vzorec 7/8 najnižjo vrednost (5,79±0,08 NTU). Standardni odkloni (s.o.) so bili pri posameznih ponovitvah nekoliko večji, medtem ko so bili pri drugih vzorcih zanemarljivo majhni.

Preglednica 25: Prikaz rezultatov merjenja motnosti (povprečna vrednost ± s.o.) za vzorce jabolčnega vina v drugem delu poskusa

Vzorci	Vrednost (NTU)
A/A1	40,5 ± 0,14
B/B1	54,1 ± 28,00
C/C1	31,5 ± 9,62
D/D1	45,75 ± 15,20
E/E1	21,15 ± 2,33
F/F1	14,25 ± 3,04
Kontrola	73,2 ± 0,14

Preglednica 25 prikazuje, da so bili vzorci z največjo motnostjo vzorci A/A1, B/B1 in D/D1. Med katerimi ima najvišjo vrednost vzorec B/B1 ($54,1 \pm 28,00$ NTU), medtem ko so bili vzorci z najmanjšo motnostjo vzorci F/F1, E/E1 C/C1, kjer je imel vzorec F/F1 najnižjo vrednost ($14,25 \pm 3,04$ NTU). Standardni odklon (s.o.) so bili pri posameznih ponovitvah nekoliko večji, medtem ko so bili pri drugih vzorcih zanemarljivo majhni.

4.6 REZULTATI SENZORIČNE ANALIZE

V preglednici 26 so podani rezultati senzorične analize pridelanih jabolčnih vin prvega dela poskusa, v katerem smo iz začetne jabolčne raztopine s 13,61 % suhe snovi, le to povečali z dodatkom jabolčnega koncentrata in s saharozo. Vzorce jabolčnega vina smo združili po paralelkah. Prav tako smo ocenjevali tudi kontrolni vzorec, brez dodatkov kvasovk in hranil za kvasovke. Razvidno je, da smo ocenjevali bistrost, barvo, vonj, okus in harmonijo jabolčnega vina. Največ točk, ki jih je lahko posamično jabolčno vino lahko doseglo je bilo 20 točk. Senzorično oceno barve, vonj, arome in harmonije je podal panel štirih izšolanih senzoričnih ocenjevalcev na področju senzorične analize vina (jabolčnega vina). Ocenjevalci so uporabljali deskriptorje ali splošne besede. Deskriptor je že vnaprej določen izraz, s katerim izšolani senzorični ocenjevalci opišejo zaznavo. Gre za eno besedo, ki je razumljiva in nedvoumno jasna (Golob in sod., 2006).

Preglednica 26: Rezultati senzorične analize jabolčnih vin (1-30)

Vzorec	Bistrost (0-2)	Barva (0-2)	Vonj (0-4)	Okus (0-6)	Harmonija (0-6)	Skupaj (0-20)	Opombe
1/2	2,0	2,0	3,8	5,2	5,2	18,2	Tipičen okus, saden
3/4	2,0	1,9	3,2	4,8	4,4	16,3	Zaprt vonj, manj saden, H ₂ S
5/6	1,9	2,0	2,6	4,0	3,8	14,3	Maščoben okus
7/8	2,0	2,0	4,0	5,4	5,0	18,8	Saden, intenziven
9/10	1,9	2,0	3,0	5,1	4,9	16,9	Saden, harmoničen
11/12	2,0	2,0	2,5	3,5	3,0	13,0	Oksidiran
13/14	2,0	2,0	4,0	6,0	6,0	20,0	Žameten okus, čist
15/16	2,0	2,0	3,8	6,0	5,8	19,6	Saden vonj
17/18	1,9	2,0	3,4	5,0	5,0	17,3	Ne-saden vonj brez svežine
19/20	2,0	1,9	3,6	5,0	5,0	17,5	Manj saden, kvasni nastavek
21/22	1,8	1,9	3,0	4,8	4,6	16,1	Agresiven okus po maslu
23/24	1,9	2,0	2,8	4,6	4,3	15,6	Deluje kislinsko
25/26	2,0	2,0	4,0	6,0	5,8	19,8	Harmoničen, saden
27/28	1,9	2,0	2,8	5,2	5,2	17,1	Reduktiven vonj-zakriva sadnost
29/30	2,0	1,9	2,5	5,0	4,6	16,0	Oksidativna aroma
Kontrola	1,5	1,9	3,2	2,0	4,7	16,3	Tipičen okus

Maksimalno število točk (20) je doseglo jabolčno vino vzorcev 13/14 (preglednica 26). Tukaj je bila dodana kvasovka Fermol Associés ter hranilo za kvasovke Enovit v 19,73 % sladkorne stopnje, kjer je bila osnovna raztopina povečana z jabolčnim koncentratom za 6 sladkornih

enot. Okus je bil čist in žameten. Prav tako sta Vodovnik in Vodovnik Plevnik, 2003 opisala vonj jabolčnega vina za tipičnega, čistega ter popolnega, okus čist in izražen ter harmoničnost skladna ter uravnotežena.

Sledi ji paralelka vzorcev 25/26, kjer je bil dodatek kvasovk in hranil enak kot pri vzorcu 13/14. Razlika je v tem, da smo pri tem vzorcu povečali sladkorno stopnjo s saharozo. Vzorcem kjer so bile dodane kvasovke Lalvin EC 1118, niso pokazali tipičnega okusa jabolčnega vina, saj le-ti vsebujejo kombinacijo kvasovk, ki so značilne za sorte šampanjca. Te so zakrivale sadnost jabolčnega vina s čimer smo dokazali, da niso primerne za fermentacijo tega jabolčnega koncentrata.

Riekstina-Dolge in sod., 2013 so v svoji raziskavi uporabili kvasovko Lalvin EC 1118 (Lallemand-Kanada), ki so uporabne za vina, šampanjce ter jabolčna vina. Vendar zaključki so pokazali, da so vzorci jabolčnega soka pred alkoholno fermentacijo imeli boljše senzorične lastnosti (bolj intenziven sadni vonj, jabolčno aroma in okus) kot po alkoholni fermentaciji. Vrsta jabolk 'Remo' je imela po alkoholni fermentaciji še najbolj primerno aroma za jabolčno vino. Ostale vrste jabolk jabolčnemu vinu dale kvasno aroma.

Preglednica 27: Rezultati senzorične analize jabolčnih vin (A-F1)

Vzorec	Bistros (0-2)	Barva (0-2)	Vonj (0-4)	Okus (0-6)	Harmonija (0-6)	Skupaj (0-20)	Opombe
A/A1	2,0	2,0	3,0	5,5	5,3	17,8	Sadnost prekrita s fermentacijo aromo
B/B1	2,0	2,0	3,6	5,8	5,8	19,2	Čist vonj, intenzivnejša aroma, zelo harmoničen
C/C1	2,0	2,0	3,4	5,6	5,5	18,5	Zaprt vonj
D/D1	2,0	2,0	3,8	5,2	5,0	18,0	Intenziven vonj
E/E1	2,0	2,0	3,5	5,6	5,2	18,2	Zaznana fermentacijska aroma
F/F1	2,0	2,0	3,8	5,8	5,6	19,2	Izredna sadnost, medena nota
Kontrola	1,5	1,9	3,0	2,0	4,5	12,9	Tipičen okus

V drugem delu alkoholne fermentacije in senzoričnega dela so bili pogoji enaki, prav tako smo vse vzorce po paralelkah združili in ocenjevali iste lastnosti; bistrost, barvo, vonj, okus in harmonijo. Največ točk je doseglo jabolčno vino št. vzorca F/F1 ter B/B1. Najmanj točk je dosegel vzorec A/A1, kjer je sadnost in svežino jabolčnega vina prekrivala predvsem fermentacijska aroma.

Cilj našega dela pa ni bil samo analizirati fizikalno-kemijske in mikrobiološke lastnosti, temveč ugotoviti, ali so ti vzorci primerni tudi za uživanje in za nadaljnjo pridelavo jabolčnega vina v jabolčni kis.

5 SKLEPI

Na podlagi dobljenih rezultatov pri proizvodnji jabolčnega vina s povečano vsebnostjo suhe snovi in dodatka komercialnih kvasovk in hrane za kvasovke lahko oblikujemo naslednje sklepe:

- dodane kvasovke in hrane za kvasovke dveh proizvajalcev niso tako uspešno delovale na alkoholno fermentacijo kot kvasovke Fermol Associés ter Enovit;
- pri kvasovkah Uvaferm Slo ter hrani za kvasovke Fermaid E je potekala bistveno hitrejsa alkoholna fermentacija jabolčnega vina;
- pri kvasovkah Uvaferm Slo in hrani za kvasovke Fermaid E so fizikalno-kemijske analize bile dokaj zmerne kot pri kvasovkah Fermol, vendar senzorične analize so dokazale, da jabolčno vino nima tako značilnega okusa;
- pri kvasovkah in hrani za kvasovke (Lalvin EC 1118/Go-Ferm Protect), fizikalno-kemijske in senzorične analize so pokazale, da ta kombinacija ne vpliva tako pozitivno na jabolčni sok ter na alkoholno fermentacijo, saj je nastalo manj alkohola, več metanola, oksidativen vonj in posledično slabša ocena pri senzoriki;
- največ alkohola ($11,76 \pm 0,05$ vol.%) se je proizvedlo iz jabolčnega soka, kjer so bile dodane kvasovke Fermol Associés ter hrana za kvasovke Enovit, kjer je bila suha snov povečana za 6 % s saharozo (19,48 % SS);
- najbolj senzorično ocenjeno jabolčno vino je bilo jabolčno vino, kjer so bile dodane kvasovke Fermol Associés, Enovit, suha snov povečana za 6 enot z jabolčnim koncentratom iz osnovne jabolčne raztopine (13,61 % delež suhe snovi). Pridelano vino je vsebovalo 11,28 vol.% alkohola in imelo vrednost pH 3,61;
- na podlagi prejšnjih sklepov je razvidno, da dodatek saharoze vpliva na večjo vsebnost alkohola, medtem ko jabolčni koncentrat na boljšo oceno senzorike;
- v drugem delu poskusa, kjer smo dodali isto komercialno kvasovko Fermol Associés ter Enovit ter glukozno-fruktozni sirup za povečanje % suhe snovi, so bili rezultati približno enaki, alkohol je naraščal skupaj z večjim deležem suhe snovi;
- dodatek vinske kisline v drugem delu poskusa na alkoholno fermentacijo jabolčnega vina ni vplival veliko, fermentacijske krivulje so pokazale dokaj skupni začetek alkoholne fermentacije, fizikalno-kemijske analize so pokazale, da so vsi trije vzorci imeli približno enako vrednost pH;
- količina dodanih snovi, ki povečujejo suho snov v jabolčnem soku ter dodatek kvasovke različnih proizvajalcev vplivajo na senzorično kakovost jabolčnega vina;
- dodatek Fermol Associés je v primerjavi z ostalimi vzorci jabolčnega vina izboljšal okus, harmonijo, vonj in videz jabolčnega vina. Dodatek snovi, ki povečujejo suho snov v vzorcih je prav tako ohranil vse lastnosti, predvsem pozitivne lastnosti, ki so bile pridobljene v okusu in vonju, saj uporabljeni jabolčni koncentrat, ki so ga proizvedli z mehansko obdelavo svežih jabolk, ki so bila zrela, zdrava in čista ter so imela značilne vonje, primeren za ta sadež. Aromo so izločili na poseben način, s pomočjo vakuma, ki so jo ohranili v hladilniku pri 4°C ;
- v prvem delu poskusa smo v statistiko vključili 45 različnih podatkov, glede na 25 različnih parametrov, ki smo jih vključili v analizo. Povprečna relativna gostota je bila reda $0,99786 \pm 0,0018$. Sama korelacija je podana v prilogi B, kjer so v preglednici zbrane vse korelacije med posameznimi parametri. Velika večina teh korelacij, je statistično visoko značilna, saj je vrednost $p: p \leq 0,0001$;
- statistično majhne korelacije najdemo med kislinami in gostoto (0,574), CK in SPE (0,588), med CK in VK (0,579), (0,552) ter pH in MET (0,651). Dokaj velike

statistične korelacije se pojavijo med SPE in SSE (0,953) med kislinami in SSE (0,803). Med JK in SSE (0,920), JK in SPE (0,940), med vonjem in CK je tudi vidna dokaj visoka korelacija in sicer (0,817). Negativna povezave med korelacijskimi so opažene med gostoto in RS (-0,597), z gostoto so vidne negativne korelacje pri okusu in harmoniji. Med MK in alkoholom je prav tako negativna korelacija.

- v drugem delu poskusa smo pri statistiki vključili 18 različnih podatkov, glede na 25 različnih parametrov, ki smo jih vključili v analizo. Gostota je bila reda $1,00505 \pm 0,0041$. Sama korelacija je podana v prilogi D, kjer so v preglednici zbrane vse korelacije med posameznimi parametri. Korelacija nam pove da je med gostoto in alkoholom negativna korelacija (-0,4657), pozitivna korelacija (0,53118) s SPE ter negativna z RS. Velika večina teh korelacij, je statistično visoko značilna, saj je vrednost p: $p \leq 0,0001$.

6 POVZETEK

Tako kot za vse živilske proizvode ali pridelke, tudi za jabolčno vino velja, da iz slabe surovine ni mogoče pridelati dobrega izdelka. Prav tako mora ustrezati vsem zahtevam, ki jo današnji pravilniki poveljujejo. Zanimanje za pridelavo in uživanje jabolčnega vina se vrača, predvsem zaradi njegove nižje vsebnosti alkohola in osvežilnega okusa. Če se osredotočimo na kakovost jabolčnega vina, je velik dejavnik kemijska sestava. Ta je namreč eden izmed glavnih vzrokov, ki pogojuje vse korake pri pridelavi jabolčnega soka v vino. Potrošniki veliko dajo na samo senzorično kakovost produkta in je navsezadnje odločilen dejavnik pri samem nakupu in zaužitju.

Naša zakonodaja pridelave pijač ne omenja jabolčnega vina, vendar, če bi se zavzeli za njo, bi jo lahko prilagodili predvsem po zakonodaji, ki jo imajo v Avstriji ali v Nemčiji. Pri nas je jabolčno vino znano po različnih imenih in je bolj prepoznavna pijača na turističnih kmetijah. Poraba jabolčnega vina t. i. cider se povečini največkrat pojavi po ostalih državah kot npr. Španije, Irske, Škotske ali Nemčije. Po Evropi je znano, da je pridelava jabolčnega vina vmesna fazza za pridelavo jabolčnega kisa. Torej iz jabolk se lahko naredi bodisi jabolčni sok, vino ali kis. Vsi trije proizvodi so uporabni in zdravju koristni.

Namen naloge je bil, da izvemo, katere količina sladkorja ter kateri tip kvasovk in hrane za kvasovke so najbolj primerne za nadaljnjo pridelavo kisa. Za proizvodnjo kisa je dokaj pomembno kakšna je količina alkohola. Čim večja je količina alkohola, tem bolj bo kis obogaten z ocetno kislino. Tako smo dokazali, da s kvasovkami Fermol Associés, hrano za kvasovke Enovit ter s povečano sladkorno stopnjo s saharozo, je to mogoče doseči, saj smo dosegli poleg tako visoke alkoholne stopnje tudi senzorično sprejemljiv okus.

Namen naloge je bil tudi ugotoviti optimizacijo proizvodnje jabolčnega vina. Spremljali smo alkoholno fermentacijo jabolčnih koncentratov z različnimi dodatki kvasovk, hrani za kvasovke pri različnih deležih sladkornih enot. Želeno sladkorno enoto (13,5% suhe snovi) smo optimizirali tako, da smo jabolčnemu koncentratu dodajali vodo in merili na refraktometru. To je bila naša osnovna raztopina, ki smo jo uporabljali za nadaljevanje, kjer smo povečevali delež suhe snovi na želeno sladkorno stopnjo 16,5 in 19,5 % suhe snovi. Iz Suho snov osnovne raztopine smo povečali z jabolčnim koncentratom, s saharozo in v drugem delu poskusa še z glukozno-fruktoznim sirupom. Vse vzorce smo po končani alkoholni fermentaciji analizirali z WineScanom, kjer smo pridobili vse osnovne kemijske analize jabolčnega vina. Prav tako smo v laboratoriju na Katedri za tehnologije, prehrano in vino opravili analize, kjer smo določali motnost, kvalitativne mikrobiološke analize ter senzorično analizo vseh paralelk. Senzorični preizkuševalci so ocenili vse tipične lastnosti jabolčnega vina in dodelili točke.

V večji meri smo potrdili naše hipoteze, kjer smo predvideli, da bo dodatek saharoze ali jabolčnega koncentrata pozitivno deloval na alkoholno fermentacijo in na kasnejše fizikalno-kemijske ter senzorične analize. Če pogledamo v splošnem lahko rečemo, da so se kvasovke Fermol Associés in hrana za kvasovke Enovit izkazale za bolj učinkovit dodatek, kot ostali dodatki komercialnih kvasovk. Saharoza, ki je po končani alkoholni fermentaciji dala jabolčnemu vinu, večje vrednosti alkohola. Jabolčni koncentrat, pa je dal pozitivne in boljše ocene pri senzoriki, vendar manjšo vrednost v alkoholu.

7 VIRI

AEB. 2013a. Enovit/Enovit P-Fermentation activator. San Polo, AEB Group: 1 str.

<http://www.aeb-group.com/or4/or?uid=aeb.main.index&oid=83668> (oktober 2013)

AEB. 2013b. Fermol Associés. San Polo, AEB Group: 1 str.

<http://www.aeb-group.com/or4/or?uid=aeb.main.index&oid=77385> (oktober 2013)

Boyer R. 2005. Temelji biokemije. Ljubljana, Študentska založba: 211-211, 511-511

Braga C. M., Zielinski A. A. F., da Silva K. M., de Souza F. K. F., Pietrowski G. M., Couto M., Granato D., Wosiacki G., Nogueira A. 2013. Classification of juices and fermented beverages made from unripe, ripe and senescent apples based on the aromatic profile using chemometrics. Food Chemistry, 141: 967-974

Buron N., Coton M., Desmarais C., Ledauphin J., Guichard H., Barillier D., Coton E. 2011. Screening of representative cider yeasts and bacteria for volatile phenol-production ability. Food Microbiology, 28: 1243-1251

Črnko J. 1990. Naš sadni izbor: najustreznejše sorte za vaš sadovnjak. Ljubljana, Kmečki glas: 49-50

Del Campo G., Santos I. J., Berregi I., Munduate A. 2005. Differentiation of Basque cider apple juices from different cultivars by means of chemometric techniques. Food Control, 16: 551-557

De la Roza C., Laca A., Garcia L. A., Diaz M. 2003. Ethanol and ethyl acetate production during the cider fermentation from laboratory to industrial scale. Process Biochemistry, 38: 1451-1456

Fleet G. H. 2003. Yeast interactions and wine flavour. International Journal of Food Microbiology, 86: 11-22

FOSS. 2005. WineScanTM flex. Hillerød, FOSS: 2 str.

<http://www.foss.dk/industry-solution/products/winescan-so2> (oktober 2013)

Godec B., Goljat A. 2009. Jabolko na dan: od starih sort do novih receptov. Ljubljana, Kmečki glas: 10-10

Golob T., Bertoncelj J., Doberšek U., Jamnik M. 2006. Senzorična analiza živil. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 81 str.

Ingham S. C., Schoeller N. P. 2002. Acceptability of a multi-step intervention system to improve apple cider safety. Food Research International, 35: 611-618

Jarvis B. 2003a. Cider (Cyder: Hard Cider): Chemistry and microbiology of cidermaking. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 2. 2nd ed. Caballero B., Trugo L., Finglas P. M. (eds.). Amsterdam, Elsevier Science: 1318-1323

Jarvis B. 2003b. Cider (Cyder: Hard Cider): The product and its manufacture. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 2. 2nd ed. Caballero B., Trugo L., Finglas P. M. (eds.). Amsterdam, Elsevier Science: 1312-1318

Jakubik U. 2011. Jabolčni sok, mošt, jabolčnik. Ljubljana, Kmečki glas: 69 str.

Kogej S. 1996. Mehanski separacijski procesi. V: Biotehnologija-osnovna znanja. Raspor P. (ur.). Ljubljana, BIA: 572-590

Košmerl T. 2007a. Alkoholna fermentacija mošta-izbrana poglavja pri predmetu Tehnologija vin. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 1-11

Košmerl T. 2007b. Senzorične lastnosti mošta in vina-študijsko gradivo za pokuševalce vina, mošta in drugih proizvodov iz grozdja in vina. 2. izd. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 1-2

Košmerl T. 2010. Kvalitativni testi za ugotavljanje mikrobiološke okužbe. SAD: revija za sadjarstvo, vinogradništvo in vinarstvo, 21, 12: 15-17

Košmerl T., Kač M. 2007. Osnove kemijske analize mošta in vina-Laboratorijske vaje za predmet Tehnologija vin. 3. izd., popravljena in dopolnjena. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 37-49

Lallemandwine. 2013a. Fermaid E®. Montréal, Lallemandwine: 1 str.
<http://www.lallemandwine.com/catalog/products/view/2022> (oktober 2013)

Lallemandwine. 2013b. Go-Ferm Protect®. Montréal, Lallemandwine: 1 str.
<http://www.lallemandwine.com/catalog/products/view/2021>(oktober 2013)

Lallemandwine. 2013c. Lalvin EC 1118®. Montréal, Lallemandwine: 1 str.
http://www.lallemandwine.com/spip.php?rubrique33&id_mot=19&lang=en
(oktober, 2013)

Lallemandwine. 2013d. Uvaferm SLO®. Montréal, Lallemandwine: 1 str.
<http://www.lallemandwine.com/catalog/products/view/681> (oktober 2013)

Madrera R. R., Bedrinana R. P., Hevia A. G., Arce M. B., Valles B. 2013. Production of spirits from dry apple pomace and selected yeasts. Food and Bioproducts Processing, 91: 623-621

Moreira J. L., Santos L. 2004. Spectroscopic interferences in Fourier transform infrared wine analysis. Analytica Chimica Acta, 513: 263-268

Plessi M. 2003. Vinegar. V: Encyclopedia of food sciences and nutrition. Vol. 9. 2nd ed. Caballero B., Trugo L., Fingals P. M. (eds.). Amsterdam, Elsevier Science: 5996-6004

Pravilnik o postopku in načinu ocenjevanja mošta, vina in drugih proizvodov iz grozdja in vina. 2000. Uradni list Republike Slovenije, 10, 32: 3857-3862

Pravilnik o žganih pijačah. 2008. Uradni list Republike Slovenije, 18, 75: 10753-10756

Riekstina-Dolge R., Kruma Z., Straumite E., Karklina D. 2013. The effect of blending on sensory characteristics of apple cider. IPCBEE, 53: 39-43
<http://www.ipcbee.com/vol53/008-ICNFS2013-F0016.pdf>

Rita R.D., Zanda K., Daina K., Dalija S. 2011. Composition of aroma compounds in fermented apple juice: effect of apple variety, fermentation temperature and inoculated yeast concentration. Procedia Food Science, 1: 1709-1716

Rødbotten M., Martinsen B. K., Borge G. I., Mortvedt H. S., Knutsen S. H., Lea P., Næs T. 2009. A cross-cultural study of preference for apple juice with different sugar and acid contents. Food Quality and Preference, 20: 277-284

Souci S. W., Fachman W., Kraut H. 2000. Food composition and nutrition tables. 6th revised and completed ed. Stuttgart, Medpharm: 1097-1097, 1103-1104

Škvarč T. 2007. Določanje glavnih sestavin in parametrov kakovosti v vinih. Diplomska naloga visokošolskega strokovnega študijskega programa. Maribor, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo: 29-32

Tamas M. J., Rep M., Thevelein J. M., Hohmann S. 2000. Stimulation of yeast high osmolarity glycerol (HOG) pathway: evidence for a signal generated by a change in turgor rather than by water stress. FEBS Letters, 472: 159-165

Valles B. S., Bedrinana R. P., Tascon N. F., Garcia A. G., Madrera R. R. 2005. Analytical differentiation of cider inoculated with yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) isolated from Asturian (Spain) apple juice. LWT/Food Science and Technology, 38: 455-461

Valles B. S., Bedrinana R. P., Tascon N. F., Garcia A. G., Madrera R. R. 2007. Yeast species associated with the spontaneous fermentation of cider. Food Microbiology, 24: 25-31

Valles B. S., Bedrinana R. P., Queipo A. L., Alonso J. J. M. 2008. Screening of cider yeasts for sparkling cider production (Champenoise method). Food Microbiology, 25: 690-697

Viršček Marn M. V., Stopar M. 1998. Sorte jabolk. Ljubljana, Kmečki glas: 211 str.

Vodovnik A., Vodovnik Plevnik T. 2003. Od mošta do kozarca-Pridelava vina in pridelava sadjevca. Maribor, Kmetijsko gozdarski zavod Maribor: 153-176

Vodovnik A., Vodovnik T., 1999. Nasveti za vinarje. Ljubljana, Kmečki glas: 100-113

Yuk H. G., Geveke D. J. 2011. Nonthermal inactivation and sublethal injury of *Lactobacillus plantarum* in apple cider by a pilot plant scale continuous supercritical carbon dioxide system. Food Microbiology, 28: 377-383

ZAHVALA

*Ni dovolj samo vedeti; znanje je treba tudi uporabljati.
Ni dovolj hoteti, treba je tudi narediti.*

(Johann Wolfgang von Goethe)

V prvi vrsti bi se rada zahvalila moji mentorici prof. dr. Tatjani Košmerl za vso pomoč, trud, naklonjenost, potrpežljivost in strokovne nasvete pri nastajanju tega dela.

Za natančen in hiter pregled magistrske naloge se zahvaljujem somentorici dr. Tjaši Jug ter recenzentu prof. dr. Rajku Vidrihu.

Zahvalila bi se tudi Kmetijsko gozdarskemu zavodu v Novi Gorici za hitre fizikalno-kemijske analize jabolčnih vzorcev.

Za pomoč pri statistični obdelavi podatkov se bi zahvalila tudi prof. dr. Lei Demšar.

Za prijetno vzdušje ter pomoč v laboratoriju se najlepše zahvaljujem ga. Zdenki Zupančič.

Lini Burkan Makivić se iskreno zahvaljujem za pregled referenc ter za končni pregled magistrske naloge.

Iskreno se zahvaljujem mami in očetu, ker sta mi omogočila študij in me stalno podpirala. Hvala tudi vsem najbližnjim sorodnikom, ki ste mi kakorkoli pomagali pri uresničitvi mojih sanj.

Hvala pa tudi mojim predragim sosedom, ki so mi vsa ta leta stali ob strani in pomagali.

Največja zahvala pa gre tudi mojim prijateljicam/prijateljem in sošolkam, ki ste mi bili zadnje leto v največjo moralno podporo. V vseh mojih vzponih in padcih ste verjeli vame, me optimistično spodbujali ter mi pomagali. Hvala!!

PRILOGE

PRILOGA A: Povprečne vrednosti in standardni odkloni vseh vrednosti parametrov (N=45), uporabljenih za korelacijsko analizo v vzorcih jabolčnih vin

Parameter	N	povprečje	σ
gostota	45	0,99786	0,00175
ALK	45	9,95	1,45
SSE	45	29,75	4,07
RS	45	1,14	1,27
SPE	45	28,61	4,21
KISL	45	6,15	1,32
HK	45	0,63	0,17
pH	45	3,71	0,10
JK	45	4,18	0,80
MK	45	0,72	0,40
CK	45	0,45	0,13
VK	45	1,23	0,34
GLIC	45	4,31	1,13
MET	45	0,10	0,04
CO ₂	45	1422,0	202,7
FC	45	15,22	3,81
NTU	45	19,75	15,24
bistrost	45	1,95	0,07
barva	45	1,97	0,05
vonj	45	3,26	0,56
okus	45	5,03	0,67
harmonija	45	4,85	0,77
skupaj	45	17,07	1,95

Legenda kratic z enotami:

Gostota=relativna gostota (/), ALK=alkohol (vol.%), SSE=skupni suhi ekstrakt (g/L), RS=reducirajoči sladkorji (g/L), SPE=sladkorja prosti ekstrakt (g/L), KISL=skupne kislina (g/L); HK=hlapne kislina (g/L), JK=jabolčna kislina (g/L), MK=mlečna kislina (g/L), CK=citronska kislina (g/L), VK=vinska kislina (g/L), GLIC=glicerol (g/L), MET=metanol (mg/L), CO₂=ogljikov dioksid (mg/L), FC=FC indeks (/), NTU= nefelometrična turbidimetrična enota (/).

PRILOGA B: Pearsonov koeficient korelacija za parametre jabolčnih vin (N=45)

Parametar	gostota	ALK	SSE	RS	SPE	KISL	HK	pH	JK	MK	CK	VK	GLIC	MET	CO ₂	FC	NTU	bistro	barva	vonj	okus	harmonij	skupaj
gostota	1	-0.4657	0.53118	0.59769	0.69366	0.57426	0.36467	0.36138	0.71257	0.27722	0.28881	0.13208	-0.16087	0.72352	-0.18324	0.27189	-0.0952	0.06321	0.23235	0.16545	-0.18766	-0.19716	-0.08572
p-vrednost		0.0013	0.0002	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0138	0.0147	<0.0001	0.0852	0.0543	0.3871	0.2911	<0.0001	0.2283	0.0708	0.5339	0.68	0.1246	0.2774	0.217	0.1942	0.5756
ALK	1	0.49831	0.62585	0.29291	0.29024	0.12233	0.25767	0.2136	0.13669	0.26243	0.69145	0.32755	0.05676	-0.2542	0.34377	0.33778	0.16083	0.19939	0.17094	0.56284	0.56359	0.47676	
p-vrednost		0.0005	<0.0001	0.0509	0.0531	0.4234	0.0875	0.1589	0.3706	0.0816	<0.0001	0.0281	0.7111	0.092	0.0208	0.0233	0.2912	0.1891	0.2616	<0.0001	<0.0001	0.0009	
SSE	1	0.04319	0.95353	0.80375	0.42633	0.60796	0.92025	0.17215	0.58818	0.79992	0.09198	0.72037	-0.38835	0.60728	0.24509	0.23187	0.43375	0.38502	0.39593	0.38866	0.42138		
p-vrednost		0.7782	<0.0001	<0.0001	0.0035	<0.0001	<0.0001	0.2581	<0.0001	<0.0001	0.5479	<0.0001	0.0084	<0.0001	0.1046	0.1254	0.0029	0.009	0.0071	0.0083	0.0039		
RS	1	0.25982	-0.25805	0.35536	0.20472	0.16769	0.19185	0.29238	0.19781	-0.17726	-0.51429	0.19681	0.13273	0.37127	0.07553	0.1736	0.25809	0.52319	0.55443	0.48098			
p-vrednost		0.0848	0.087	0.0166	0.1773	0.2709	0.2068	0.0513	0.1927	0.2441	0.0003	0.195	0.3848	0.012	0.622	0.2541	0.0869	0.0002	<0.0001	0.0008			
SPE	1	0.85469	0.51924	0.64937	0.94004	0.22425	0.48034	0.71352	0.14236	0.85137	-0.43472	0.627	0.12493	0.20134	0.36689	0.29431	0.22492	0.20847	0.26224				
p-vrednost		<0.0001	0.0003	<0.0001	<0.0001	0.1386	0.0008	<0.0001	0.3509	<0.0001	0.0028	<0.0001	0.4135	0.1848	0.0132	0.0497	0.1374	0.1694	0.0818				
KISL	1	0.7158	0.25656	0.65852	0.19759	0.20455	0.46128	0.34948	0.85011	-0.43494	0.32039	-0.14873	0.24603	0.35771	0.1123	0.04476	0.01663	0.07319					
p-vrednost		<0.0001	0.0889	<0.0001	0.1932	0.1777	0.0014	0.0186	<0.0001	0.0028	0.0319	0.3295	0.1033	0.0158	0.4627	0.7703	0.9137	0.6328					
HK	1	0.23106	0.24819	0.11624	0.39175	0.03798	0.75124	0.76501	-0.33236	0.48554	-0.3163	-0.05873	0.33763	0.27126	-0.35099	-0.34147	-0.32679						
p-vrednost		0.1267	0.1002	0.4267	0.0447	0.0078	0.8044	<0.0001	0.0257	0.0007	0.0343	0.7016	0.0233	0.0715	0.0181	0.0217	0.0285						
pH	1	0.69072	0.74693	0.24318	0.68383	0.25135	0.56155	-0.28437	0.873	0.42957	-0.13042	0.16846	0.01351	0.08197	0.10596	0.06609							
p-vrednost		<0.0001	<0.0001	0.1075	<0.0001	0.0958	<0.0001	0.0583	<0.0001	0.0032	0.3931	0.2686	0.9298	0.5925	0.4884	0.6662							
JK	1	0.35198	0.67792	0.74962	-0.43472	0.69027	-0.35209	0.60614	0.28399	0.1843	0.34651	0.44573	0.35096	0.34277	0.40127								
p-vrednost		<0.0177	<0.0001	<0.0001	0.3463	<0.0001	0.0177	<0.0001	0.0587	0.2255	0.0197	0.0002	0.0181	0.0212	0.0063								
MK	1	0.00008	0.17546	0.08245	0.22717	-0.0028	0.77909	0.30857	-0.33973	0.09295	0.03344	-0.10696	-0.06479	-0.08161									
p-vrednost		0.9998	0.249	0.5903	0.13334	0.9854	<0.0001	0.0392	0.0224	0.5456	0.3274	0.4844	0.6724	0.5941									
CK	1	0.57931	-0.69102	-0.00066	0.00827	0.08967	0.28325	0.40584	0.18191	0.81664	0.74803	0.73813	0.80464										
p-vrednost		<0.0001	<0.0001	0.9966	0.957	0.558	0.0594	0.0057	0.2317	<0.0001	<0.0001	<0.0001											
VK	1	0.05207	0.41792	-0.47968	0.56602	0.54423	0.11556	0.23935	0.25444	0.5026	0.49249	0.45167											
p-vrednost		0.7341	0.0043	0.0009	<0.0001	0.0001	0.4497	0.1133	0.0917	0.0004	0.0006	0.0018											
GLIC	1	0.4799	-0.28465	0.41277	-0.11061	-0.25236	0.05472	0.66111	-0.45082	-0.43879	-0.52721												
p-vrednost		0.0009	0.0581	0.0048	0.4695	0.0944	0.7211	<0.0001	0.0019	0.0026	0.0002												
MET	1	-0.51188	0.56016	-0.00277	-0.03322	0.26807	0.1467	-0.20386	-0.2124	-0.1902													
p-vrednost		0.0003	<0.0001	0.9856	0.8285	0.075	0.338	0.1792	0.1613	0.2108													
CO ₂	1	0.23606	-0.32398	0.06458	-0.26092	0.09264	-0.14323	-0.12483	-0.07662														
p-vrednost		0.1185	0.0254	0.6734	0.06534	0.545	0.3479	0.4139	0.6169														
FC	1	0.26424	-0.16171	0.29918	0.03159	0.05945	0.08334	0.06678															
p-vrednost		0.0794	0.2086	0.04659	0.83608	0.6981	0.573	0.6677															
NTU	1	-0.15109	0.09211	0.03411	0.34882	0.38613	0.27956																
p-vrednost		0.3218	0.0723	0.6254	0.0189	0.0980	0.0631																
bistro	1	-0.08089	0.46012	0.37535	0.28036	0.40854																	
p-vrednost		0.958	0.0015	0.0111	0.0621	0.0053																	
barva	1	0.23771	0.14228	0.20397	0.22278																		
p-vrednost		0.1325	0.3512	0.179	0.1413																		
vonj	1	0.80278	0.78178	0.89702																			
p-vrednost		<0.0001	<0.0001	<0.0001																			
okus	1	0.97221																					
p-vrednost		<0.0001																					
harmonij	1	0.97748																					
p-vrednost		<0.0001																					
skupaj	1	0.9711																					
p-vrednost		<0.0001																					

Legenda kratic z enotami:

p-vrednost – statistična značilnost korelacije: $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilna, $p \leq 0,05$ statistično značilna, $p \leq 0,05$ statistično značilna, $p > 0,05$ statistično neznačilna.

Gostota=relativna gostota (/), ALK=alkohol (vol.%), SSE=skupni suhi ekstrakt (g/L), RS=reducirajoči sladkorji (g/L), SPE=sladkorja prosti ekstrakt (g/L), KISL=skupne kisline (g/L); HK=hlapne kisline (g/L), JK=jabolčna kislina (g/L), MK=mlečna kislina (g/L), CK=citronska kislina (g/L), VK=vinska kislina (g/L), GLIC=glicerol (g/L), MET=metanol (mg/L), CO₂=ogljikov dioksid (mg/L), FC=FC indeks (/), NTU=nefelometrična turbidimetrična enota (/).

PRILOGA C: Povprečne vrednosti in standardni odkloni vseh vrednosti parametrov (N=18), uporabljenih za korelacijsko analizo v drugem delu poskusa za vzorce jabolčnega vina

Parameter	N	Povprečje	σ
gostota	18	1,00505	0,0041
ALK	18	8,39	1,05
SSE	18	42,90	14,05
RS	18	11,26	6,25
SPE	18	31,64	8,13
KISL	18	7,09	2,46
HK	18	0,87	0,23
pH	18	3,24	0,41
JK	18	2,89	1,53
MK	18	0,70	0,32
CK	18	0,70	0,24
VK	18	2,04	1,70
GLIC	18	5,39	1,44
MET	18	0,58	0,38
CO ₂	18	1336,0	170,3
FC	18	21,40	6,56
NTU	18	33,04	14,75
bistrost	18	2,00	0,00
barva	18	2,00	0,00
vonj	18	3,53	0,23
okus	18	5,61	0,21
harmonij	18	5,43	0,24
skupaj	18	18,56	0,54

Legenda kratic z enotami:

Gostota=relativna gostota (/), ALK=alkohol (vol.%), SSE=skupni suhi ekstrakt (g/L), RS=reducirajoči sladkorji (g/L), SPE=sladkorja prosti ekstrakt (g/L), KISL=skupne kislina (g/L); HK=hlapne kislina (g/L), JK=jabolčna kislina (g/L), MK=mlečna kislina (g/L), CK=citronska kislina (g/L), VK=vinska kislina (g/L), GLIC=glicerol (g/L), MET=metanol (mg/L), CO₂=ogljikov dioksid (mg/L), FC=FC indeks (/), NTU= nefelometrična turbidimetrična enota (/).

PRILOGA D: Pearsonov koeficient korelacije za parametre jabolčnih vin v drugem delu poskusa (N=18)

Parameter	gostota	ALK	SSE	RS	SPE	KISL	HK	pH	JK	MK	CK	VK	GLIC	MET	CO ₂	FC	NTU	vonj	okus	harmonij	skupaj
gostota	1	0,97295	0,99789	0,95283	0,99208	0,06181	0,97742	-0,16099	0,0758	0,70948	0,90379	0,22853	0,97128	0,9604	-0,70708	0,95539	-0,65247	0,41487	0,56204	0,41493	0,57568
p-vrednost		<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,8075	<0,0001	0,5234	0,765	0,001	<0,0001	0,3617	<0,0001	<0,0001	0,001	<0,0001	0,0033	0,0869	0,0152	0,0869	0,0124	
ALK	1	0,98573	0,99614	0,93775	-0,13496	0,99575	0,03132	0,00695	0,68271	0,97255	0,046	0,94797	0,99685	-0,60248	0,91597	-0,61327	0,33289	0,70265	0,59599	0,68097	
p-vrednost		<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,5934	<0,0001	0,9018	0,9782	0,0018	<0,0001	0,8562	<0,0001	0,0081	<0,0001	0,0068	0,1771	0,0011	0,009	0,0019		
SSE	1	0,97012	0,98243	0,06005	0,98787	-0,10677	0,0621	0,71021	0,92838	0,17751	0,96989	0,97581	-0,68098	0,94894	-0,64344	0,3945	0,060523	0,466801	0,60892		
p-vrednost		<0,0001	<0,0001	0,981	<0,0001	0,6733	0,8066	0,001	<0,0001	0,481	<0,0001	<0,0001	0,0019	<0,0001	0,0004	0,1052	0,0078	0,0501	0,0073		
RS	1	0,90779	-0,17089	0,99299	0,06586	-0,03012	0,65668	0,97734	0,01541	0,94073	0,99867	-0,58697	0,90459	-0,59966	0,3339	0,7589	0,65743	0,73176			
p-vrednost		<0,0001	0,4978	<0,0001	0,795	0,9056	0,0031	<0,0001	0,9516	<0,0001	<0,0001	0,0104	<0,0001	0,0085	0,1757	0,0003	0,0003	0,0006			
SPE	1	0,14189	0,94387	-0,23525	0,19051	0,72258	0,85307	0,29497	0,95298	0,91865	-0,72569	0,94457	-0,65103	0,42511	0,46249	0,30337	0,48975				
p-vrednost		0,5744	<0,0001	0,3471	0,6057	0,0007	<0,0001	0,2348	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0007	<0,0001	0,0034	0,0786	0,0533	0,1227	0,0391			
KISL	1	-0,06569	-0,92449	0,0626	-0,14342	-0,2553	0,97945	0,16922	-0,0402	-0,64659	0,0792	-0,707	0,48294	-0,35133	0,45254	-0,19626					
p-vrednost		0,795	<0,0001	0,962	0,0569	0,1508	<0,0001	0,5021	0,5519	0,0437	0,248	0,2361	0,0423	0,1529	0,0193	0,4551					
HK	1	-0,05883	0,00801	0,68187	0,25508	0,1608	0,95037	0,99486	-0,65545	0,93977	-0,62031	0,243	0,243	0,59427	0,2725						
p-vrednost		0,8784	0,9748	0,0018	0,6412	<0,0001	<0,0001	0,0031	<0,0001	0,0051	0,1086	0,0009	0,0093	0,0001	0,0009	0,0003	0,0001				
pH	1	0,04176	0,07088	0,25464	0,99152	-0,0001	0,03451	0,0326	0,07082	-0,34541	0,35217	-0,55224	0,26124	0,47092	0,09941						
p-vrednost		0,8693	0,7581	0,3079	<0,0001	0,2718	0,8647	0,001	0,1603	0,1518	0,0172	0,2951	0,0485	0,6947							
JK	1	0,72404	0,04458	0,03141	-0,0468	-0,03708	0,00739	-0,113894	0,0234	0,201	-0,28796	-0,24799	-0,28531								
p-vrednost		0,0007	0,8606	0,9015	0,8537	0,8838	0,9768	0,6383	0,9266	0,4238	0,2466	0,3211	0,2511								
MK	1	0,30207	-0,02334	0,60744	0,65543	-0,37101	0,52482	-0,33553	0,14924	0,29613	0,25624	0,31005									
p-vrednost		0,0012	0,9268	0,0075	0,0031	0,1298	0,0222	0,1735	0,5545	0,2328	0,3118	0,2105									
CK	1	-0,17964	0,85523	0,97306	-0,4178	0,80676	-0,4935	-0,22718	0,74451	0,63694	0,69935										
p-vrednost		0,4757	<0,0001	0,0845	<0,0001	0,0374	0,3646	0,0004	0,0016	0,0012											
VK	1	0,34779	0,0335	-0,78015	0,40764	-0,43111	0,54185	-0,18247	0,40764	-0,39628											
p-vrednost		0,1573	0,895	0,0001	0,0931	0,0741	0,0202	0,46837	0,1035	0,876											
GLIC	1	0,94899	-0,80048	0,99066	-0,68336	0,52685	0,64903	0,47902	0,68395												
p-vrednost		<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0018	0,0247	0,0036	0,0443	0,0017												
MET	1	-0,59168	0,91735	-0,59196	0,37057	0,74615	0,63924	0,73368													
p-vrednost		0,0097	<0,0001	0,0097	0,1301	0,0004	0,0043	0,0005													
CO ₂	1	-0,80504	0,71839	-0,53479	-0,32574	-0,11943	-0,39329														
p-vrednost		<0,0001	0,0008	0,0222	0,1871	0,6369	0,1064														
FC	1	-0,67315	0,5843	0,5979	0,41441	0,65545															
p-vrednost		0,0022	0,0109	0,0088	0,0873	0,0031															
NTU	1	-0,10405	-0,30599	-0,26122	-0,28734																
p-vrednost		0,6812	0,1533	0,2951	0,2476																
vonj	1	0,25539	0,11493	0,57015																	
p-vrednost		0,3064	0,6498	0,0135																	
okus	1	0,91492	0,91434	<0,0001	<0,0001																
harmonij	p-vrednost															1	0,87204	<0,0001			
skupaj	p-vrednost																1	<0,0001			
	p-vrednost																				

Legenda kratic z enotami:

p-vrednost – statistična značilnost korelacije: $p \leq 0,001$ statistično zelo visoko značilna, $p \leq 0,05$ statistično značilna, $p \leq 0,05$ statistično značilna, $p > 0,05$ statistično neznačilna.

Gostota=relativna gostota (/), ALK=alkohol (vol.%), SSE=skupni suhi ekstrakt (g/L), RS=reducirajoči sladkorji (g/L), SPE=sladkorja prosti ekstrakt (g/L), KISL=skupne kisline (g/L); HK=hlapne kisline (g/L), JK=jabolčna kislina (g/L), MK=mlečna kislina (g/L), CK=citronska kislina (g/L), VK=vinska kislina (g/L), GLIC=glicerol (g/L), MET=metanol (mg/L), CO₂=ogljikov dioksid (mg/L), FC=FC indeks (/), NTU=nefelometrična turbidimetrična enota (/).