Interreg Italia-Slovenija
AGROTUR+

Cofinanziato dall'Unione europea
Sofinancira Evropska unija

D.2.2.1 Relazione sui risultati e sul trasferimento di conoscenze nella lavorazione del sidro

D.2.2.1 Poročilo o rezultatih in prenosu znanj v predelavi ciderja

Lorena Butinar, Tatjana Radovanović Vukajlović, Mitja Martelanc, Klemen Lisjak, Dejan Bavčar

Ljubljana, Vipava;
December / Dicembre
2025

Partner di progetto/Projektni partnerji:

Kmetijski inštitut Slovenije
Agricultural Institute of Slovenia
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRIESTE
CESCOT VENETO
ORA
KRAS CARSO

Il progetto AGROTUR+ è co-finanziato dall'Unione europea nell'ambito del Programma Interreg VI-A Italia-Slovenia.
Projekt AGROTUR sofinancira Evropska unija v okviru Programa Interreg VI-A Italija-Slovenija.

www.ita-slo.eu/agrotur

Breve sintesi

Nell'ambito dell'Attività 2.2 *Capitalizzazione delle conoscenze e trasferimento ad altri prodotti carsici*, la produzione del sidro è stata considerata come un esempio di trasferimento delle conoscenze a un altro prodotto tipico del territorio carsico.
L'attività è stata articolata in due studi strettamente collegati. Il primo ha riguardato l'ulteriore sviluppo di una prova tecnologica per la produzione di sidro con l'aggiunta di bacche spontanee di corniolo (*Cornus mas*), mentre il secondo è consistito nell'analisi comparativa di venti sidri commerciali provenienti dall'area transfrontaliera Italia–Slovenia e dal resto della Slovenia.
L'attenzione principale dell'attività non è stata rivolta alle fermentazioni con lieviti autoctoni quale risultato centrale del rapporto, bensì all'ottimizzazione della prova sperimentale con l'aggiunta di bacche di corniolo e all'analisi comparativa dei sidri commerciali. Tale impostazione è pienamente coerente con gli obiettivi dell'Output 2.2, che prevede il trasferimento delle conoscenze, il supporto analitico e l'applicazione dei risultati a beneficio dei produttori e degli altri portatori di interesse.

Kratek povzetek

V okviru aktivnosti A2.2 »Kapitalizacija znanj in prenos na druge kraške produkte« je bila predelava ciderja obravnavana kot primer prenosa znanja na drug lokalni kraški produkt. Aktivnost je bila izvedena v dveh medsebojno povezanih študijah: prva je obravnavala nadgradnjo tehnološkega preizkusa ciderja z dodatkom divjih drenovih jagod (*Cornus mas*), druga pa analitsko obravnavo 20 komercialnih ciderjev iz čezmejnega območja in Slovenije.
Vsebinski poudarek aktivnosti ni bil usmerjen v fermentacije z nativnimi kvasovkami kot osrednji rezultat poročila, temveč v praktično uporabno nadgradnjo preizkusa z drenovimi jagodami ter v primerjalno analizo komercialnih ciderjev.
Takšna zasnova je skladna z outputom 2.2, ki predvideva prenos znanja, analitsko podporo ter uporabo rezultatov za proizvajalce in druge deležnike.

Introduzione

Il progetto AGROTUR+ prevedeva il trasferimento di esperienze e conoscenze ad altri prodotti tipici del Carso, tra i quali il sidro è esplicitamente indicato come uno degli ambiti tematici dell'Output 2.2. Per questo settore era previsto l'impiego di moderne tecniche analitiche, approcci microbiologici, attività formative e supporto ai portatori di interesse finali, con l'obiettivo di migliorare la conoscenza della qualità dei prodotti e favorirne lo sviluppo nell'area transfrontaliera.
Un ruolo fondamentale nell'attuazione delle attività è stato svolto dal partner associato Azienda Agricola Pečar (Kmetija Pečar), un'azienda frutticola orientata all'innovazione,

Uvod

Projekt AGROTUR+ predvideva prenos izkušenj in znanj na druge kraške produkte, med katerimi je cider izrecno naveden kot eno od vsebinskih področij outputa 2.2.; za to področje je bila predvidena uporaba sodobne analitike, mikrobioloških pristopov, delavnic in podpore končnim deležnikom, z namenom izboljšanja razumevanja kakovosti in razvoja izdelkov na čezmejnem območju.
Pomembno vlogo pri izvedbi aktivnosti je imel pridruženi partner Kmetija Pečar, gre za razvojno usmerjeno sadjarsko kmetijo, v Sloveniji aktivno na področju ciderja in zainteresirano za poglobljene raziskave, ki jih je mogoče neposredno prenesti v prakso. Sodelovanje s

attiva in Slovenia nel settore della produzione del sidro e interessata allo sviluppo di ricerche applicate con risultati direttamente trasferibili alla pratica produttiva. La collaborazione con l'Azienda Agricola Pečar ha rappresentato un importante supporto operativo sia nella realizzazione delle prove sperimentali sia nel consolidamento dei rapporti con i produttori di sidro.

Impostazione dell'attività

L'attività è stata organizzata in due componenti principali. La prima ha riguardato l'ulteriore sviluppo della prova tecnologica relativa all'impiego di bacche spontanee di corniolo nella produzione del sidro, mentre la seconda ha previsto il campionamento e l'analisi comparativa di sidri commerciali.
Questa articolazione ha consentito di integrare lo sviluppo sperimentale del prodotto con una valutazione dei prodotti già presenti sul mercato, fornendo così una solida base scientifica per il trasferimento dei risultati nella pratica. L'attività ha infatti combinato sperimentazione tecnologica, caratterizzazione chimica, analisi comparativa e collaborazione diretta con i produttori.
La collaborazione con Kmetija Pečar è risultata determinante sia nella fase sperimentale sia nelle attività di collegamento con il settore produttivo. L'azienda ha fornito il succo di mela e le bacche spontanee di corniolo raccolte sul Carso, rendendo possibile la realizzazione e l'ulteriore sviluppo della prova sperimentale sul sidro arricchito con corniolo.
Dal punto di vista scientifico, l'attività si collega in parte ai risultati del progetto EIP "Testiranje uporabe drenovih jagod pri proizvodnji sadnih vin (DRES)", nell'ambito del quale è stata sviluppata una prova tecnologica per l'impiego delle bacche di corniolo nella produzione di vino di mele. Nel progetto AGROTUR+, tale approccio è stato ulteriormente ampliato mediante la caratterizzazione chimica, le analisi sensoriali e il trasferimento delle conoscenze.
La collaborazione con Kmetija Pečar non si è limitata alla fornitura delle materie prime, ma ha avuto un ruolo fondamentale anche nel

Kmetijo Pečar je predstavljalo pomembno praktično oporo pri izvedbi eksperimentalnega dela in pri povezovanju s proizvajalci ciderja.

Zasnova aktivnosti

Aktivnost je bila zasnovana v dveh vsebinskih sklopih. Prvi sklop je obsegal nadgradnjo tehnološkega preizkusa uporabe divjih drenovih jagod pri pridelavi ciderja, drugi sklop pa vzorčenje in analitsko obravnavo komercialnih ciderjev.
Takšna razdelitev omogoča povezavo med eksperimentalnim razvojem proizvoda in pregledom obstoječih izdelkov na trgu. Hkrati zagotavlja strokovno podlago za prenos rezultatov v prakso, saj združuje tehnološki preizkus, kemijsko karakterizacijo, primerjalno analizo ter sodelovanje s proizvajalci.
Pri izvedbi aktivnosti je bilo sodelovanje s Kmetijo Pečar ključno tako v eksperimentalnem kot tudi v povezovalnem delu naloge. Kmetija Pečar je zagotovila jabolčni sok in divje drnule, nabrane na Krasu, s čimer je omogočila izvedbo in nadgradnjo preizkusa ciderja z dodatkom drenovih jagod. Vsebinsko se aktivnost delno navezuje na rezultate EIP projekta »Testiranje uporabe drenovih jagod pri proizvodnji sadnih vin (DRES)«, v okviru katerega je bil razvit tehnološki preizkus uporabe drenovih jagod pri pridelavi jabolčnega vina, v projektu AGROTUR+ pa je bil dodatno nadgrajen s kemijsko karakterizacijo, senzoričnimi analizami in prenosom znanja.

Sodelovanje s Kmetijo Pečar ni bilo omejeno le na zagotavljanje surovin, temveč je bilo pomembno tudi z vidika povezave s proizvajalci. V sodelovanju s Kmetijo Pečar je bil oblikovan nabor relevantnih proizvajalcev ciderja, kar je predstavljalo osnovo za pridobivanje komercialnih vzorcev in vzpostavitev analitske študije komercialnih ciderjev.

coinvolgimento dei produttori. In collaborazione con l'azienda è stato infatti individuato un gruppo rappresentativo di produttori di sidro, che ha costituito la base per il reperimento dei campioni commerciali e per la realizzazione dello studio analitico comparativo.
Questo aspetto riveste particolare importanza, poiché l'Output 2.2 del progetto prevede il supporto diretto ai portatori di interesse e il trasferimento dei risultati alla pratica.

Ta vidik sodelovanja je pomemben, saj projekt pri outputu 2.2 predvideva neposredno podporo končnim deležnikom in prenos rezultatov v prakso.

Studio 1: Sidro con aggiunta di bacche spontanee di corniolo

Il primo studio si è basato su una prova tecnologica relativa all'impiego di bacche spontanee di corniolo (*Cornus mas*) nella produzione del sidro, successivamente ampliata mediante la caratterizzazione chimica, la valutazione sensoriale e il monitoraggio delle variazioni cromatiche.
La prova sperimentale prevedeva la fermentazione del succo di mela in quattro varianti: senza aggiunta di bacche di corniolo (campione di controllo) e con aggiunte del 2,5%, 5% e 10%.
Nel corso dello studio sono stati determinati i principali zuccheri, gli acidi organici, l'etanolo, il metanolo e i composti aromatici mediante HPLC-UV/RI e HS-SPME-GC-MS. Sono state inoltre eseguite analisi dell'attività antiossidante, valutazioni sensoriali e il monitoraggio dell'evoluzione del colore, comprendente la determinazione di antociani e piranoantociani.
I risultati hanno evidenziato che l'aggiunta di bacche di corniolo influenza sia l'andamento della fermentazione sia le caratteristiche finali del sidro. I campioni contenenti corniolo hanno mostrato un contenuto di etanolo leggermente superiore, valori di pH inferiori e concentrazioni più elevate di alcuni acidi organici rispetto al campione di controllo ottenuto esclusivamente da succo di mela.
Le analisi hanno inoltre dimostrato un incremento del contenuto totale di composti fenolici e dell'attività antiossidante nei campioni arricchiti con bacche di corniolo. Il sidro prodotto esclusivamente da succo di mela presentava 145

Študija 1: cider z dodatkom divjih drenovih jagod

Prva študija je izhajala iz tehnološkega preizkusa uporabe divjih drenovih jagod pri pridelavi ciderja, ki je bil v okviru aktivnosti dodatno nadgrajen s kemijsko karakterizacijo, senzorično obravnavo in spremljanjem barvnih sprememb. Preizkus je temeljil na fermentaciji jabolčnega soka brez dodatka in z dodatkom drenovih jagod v deležih 2,5 %, 5 % in 10 %.
V okviru študije so bile izvedene analize posameznih sladkorjev, organskih kislin, etanola, metanola in aromatičnih spojin z metodama HPLC-UV/RI in HS-SPME-GC-MS. Dodatno so bile opravljene analize antioksidativne aktivnosti, senzorična analiza ter spremljanje razvoja barve, vključno z določanjem antocianov in piranoantocianov.
Rezultati so pokazali, da dodatek drenovih jagod vpliva na potek fermentacije in na končne lastnosti ciderja. Vzorci z dodatkom drenovih jagod so izkazovali nekoliko višjo vsebnost etanola, nižji pH ter višje vsebnosti nekaterih organskih kislin v primerjavi s kontrolnim vzorcem brez dodatka.
Analize so pokazale tudi povečanje skupnih fenolov in antioksidativne aktivnosti pri vzorcih z dodatkom drenovih jagod. Cider iz 100 % jabolčnega soka je vseboval 145 mg GAE/L skupnih fenolov, medtem ko je vzorec z 10 % dodatkom drenovih jagod dosegel 245 mg GAE/L ter tudi najvišje antioksidativne vrednosti po metodah ABTS in FRAP.
Pri analiziranih eksperimentalnih vzorcih metanol ni bil zaznan, med biogenimi amini pa je bil v nizkih koncentracijah določen le tiramin.

mg GAE/L di polifenoli totali, mentre il campione con il 10% di bacche di corniolo ha raggiunto 245 mg GAE/L, registrando anche i valori più elevati di attività antiossidante determinati mediante i saggi ABTS e FRAP.
Nei campioni sperimentali analizzati il metanolo non è stato rilevato, mentre tra le ammine biogene è stata identificata esclusivamente la tiramina, presente a basse concentrazioni.
Lo studio ha dimostrato che l'impiego di bacche spontanee di corniolo rappresenta una soluzione tecnologicamente interessante per lo sviluppo di un sidro a maggiore valore aggiunto. Considerata la stretta connessione con gli interessi di sviluppo dell'azienda agricola Kmetija Pečar e la rilevanza pratica per i produttori, questa tematica è stata posta al centro delle attività svolte.
Una parte dei risultati dello Studio 1 è stata presentata sotto forma di poster scientifico al 19° Simposio CFGBC, contribuendo così anche alla diffusione scientifica dei risultati del progetto.

Študija je pokazala, da je dodatek divjih drenovih jagod tehnološko zanimiva možnost za razvoj ciderja z višjo dodano vrednostjo. Zaradi vsebinske povezanosti z razvojnimi interesi Kmetije Pečar in praktične uporabnosti za proizvajalce je bila prav ta usmeritev postavljena v ospredje izvedene aktivnosti. Delni rezultati prve študije so bili predstavljeni na mednarodnem simpoziju CFGBC v obliki posterja, ki je v dokumentu dodan pod sliko 1. S tem je bila študija vključena tudi v strokovno diseminacijo rezultatov.

Studio 2: Analisi di 20 sidri commerciali

La seconda parte dell'attività ha previsto il campionamento di sidri commerciali provenienti dall'area transfrontaliera Italia–Slovenia e dal resto della Slovenia. Complessivamente sono stati raccolti 20 campioni differenti, inclusi in uno studio analitico comparativo.
La collaborazione con l'azienda agricola Kmetija Pečar è stata fondamentale anche in questa fase, poiché ha consentito di stabilire contatti con i produttori e di selezionare un insieme rappresentativo di produttori di sidro. Ciò ha permesso di basare lo studio su prodotti effettivamente presenti sul mercato dell'area considerata, aumentando così la rilevanza dei risultati per il successivo trasferimento delle conoscenze ai produttori.
Sui campioni commerciali sono state effettuate le analisi fisico-chimiche di base della qualità (Tabella 1) e la determinazione dell'acetaldeide e degli alcoli superiori (Tabella 2) presso il partner capofila KIS, mentre l'Università di Nova Gorica

Študija 2: analiza 20 komercialnih ciderjev

Drugi sklop aktivnosti je obsegal vzorčenje komercialnih ciderjev iz čezmejnega območja in preostale Slovenije. Skupno je bilo pridobljenih 20 različnih vzorcev, ki so bili vključeni v primerjalno analitsko obravnavo.

Pri pridobivanju vzorcev je bilo pomembno sodelovanje s Kmetijo Pečar, s katero je bil vzpostavljen stik s proizvajalci in oblikovan nabor relevantnih ponudnikov ciderja. To je omogočilo, da je bila študija zasnovana na dejanskih proizvodih iz obravnavanega prostora, kar povečuje uporabnost rezultatov za nadaljnji prenos znanja proizvajalcem.

Na komercialnih vzorcih so bile izvedene osnovne fizikalno-kemijske analize kakovosti (Preglednica 1) in analize vsebnosti višjih alkoholov (Preglednica 2), ki jih je opravil vodilni partner KIS, ter napredne kemijske analize na

(UNG) ha eseguito analisi chimiche avanzate. Tra queste rientrano la caratterizzazione dei composti aromatici mediante HS-SPME-GC-MS. L'analisi comparativa di 20 sidri commerciali a base di succo di mela provenienti dalla Slovenia e dall'area transfrontaliera Italia–Slovenia (escludendo una bevanda ottenuta da succo di mela e mosto di malto, non rappresentativa di un sidro tradizionale) ha evidenziato una notevole variabilità della composizione fisico-chimica, riconducibile alle differenze nelle cultivar di mele impiegate e nelle tecnologie di produzione.
Il contenuto alcolico variava dal 4,3 al 10,7% vol., mentre i valori di pH, acidità totale, zuccheri residui e grado di carbonazione rientravano negli intervalli tipici dei sidri commerciali europei. Le basse concentrazioni di acido acetico riscontrate in tutti i campioni indicano una fermentazione correttamente condotta, mentre i differenti rapporti tra acido malico e acido lattico suggeriscono un diverso grado di fermentazione malolattica adottato dai singoli produttori. Le concentrazioni di acetaldeide, metanolo e alcoli superiori sono risultate comparabili ai valori riportati in letteratura per i sidri commerciali a base di mela e si sono mantenute entro gli intervalli normalmente attesi.
Nel complesso, i risultati forniscono un quadro rappresentativo delle caratteristiche analitiche dei sidri commerciali della regione e costituiscono una solida base tecnico-scientifica per la successiva valutazione della qualità dei prodotti e per l'ulteriore sviluppo del settore del sidro nell'area transfrontaliera.
L'obiettivo di questo studio era acquisire dati comparativi sulla composizione e sulla qualità dei sidri commerciali. I risultati rappresentano una base scientifica utile per la valutazione dell'offerta locale di sidri e per la preparazione di materiali informativi destinati ai produttori e agli altri portatori di interesse.

Oltre alle analisi fisico-chimiche di base, tutti i sidri commerciali sono stati caratterizzati mediante HS-SPME-GC-MS. Complessivamente sono stati identificati e quantificati 46 composti aromatici volatili e 6 fenoli volatili,

UNG. Med njimi so bile izvedene analize aromatičnih spojin z metodo HS-SPME-GC-MS.

Primerjalna analiza 20 komercialnih jabolčnih ciderjev iz Slovenije in čezmejnega območja Italije in Slovenije (ob izključitvi enega napitka na osnovi jabolčnega soka in sladne pivine) je pokazala precejšnjo raznolikost fizikalno-kemijske sestave, ki odraža razlike v uporabljenih sortah jabolk in tehnologijah pridelave. Vsebnost alkohola je znašala od 4,3 do 10,7 vol. %, vrednosti pH, skupnih kislin, ostanka sladkorjev in karbonizacije pa so bile v območju, značilnem za komercialne evropske ciderje. Nizke koncentracije ocetne kisline v vseh vzorcih kažejo na kakovostno izvedeno fermentacijo, medtem ko različna razmerja med jabolčno in mlečno kislino nakazujejo različen obseg malolaktične fermentacije pri posameznih proizvajalcih. Koncentracije acetaldehida, metanola in višjih alkoholov so bile primerljive z vrednostmi, opisanimi za komercialne jabolčne ciderje v literaturi, ter so ostale v pričakovanih mejah. Rezultati tako predstavljajo reprezentativen pregled analitskih značilnosti regionalnih komercialnih ciderjev ter pomembno strokovno osnovo za nadaljnje vrednotenje kakovosti in razvoj ciderjev v regiji.

Namen te študije je bil pridobiti primerjalne podatke o sestavi in kakovosti komercialnih ciderjev. Rezultati predstavljajo strokovno podlago za nadaljnje vrednotenje lokalne ponudbe ciderjev ter za pripravo vsebin, namenjenih proizvajalcem in drugim deležnikom.

Poleg osnovnih fizikalno-kemijskih analiz je bila pri vseh komercialnih ciderjih izvedena tudi karakterizacija hlapnih aromatičnih spojin z metodo HS-SPME-GC-MS. Skupno je bilo identificiranih in kvantificiranih 46 hlapnih aromatičnih spojin ter 6 hlapnih fenolov, ki predstavljajo glavne nosilce aromatičnega profila ciderjev.
Največji delež hlapnih spojin so predstavljali višji alkoholi, sledili so etil estri maščobnih kislin, aromatski alkoholi, acetatni estri višjih alkoholov in C6 alkoholi, medtem ko so bile koncentracije aldehidov in hlapnih fenolov bistveno nižje

rappresentativi delle principali componenti del profilo aromatico del sidro (Tabella 3).
La classe predominante era costituita dagli alcoli superiori, seguiti dagli esteri etilici degli acidi grassi, dagli alcoli aromatici, dagli acetati degli alcoli superiori e dagli alcoli C6, mentre aldeidi e fenoli volatili erano presenti a concentrazioni decisamente inferiori. È stata osservata un'elevata variabilità tra i campioni in tutte le classi chimiche, riconducibile alle differenze nelle cultivar di mele impiegate, nelle tecnologie di produzione e nelle condizioni di fermentazione. I risultati rappresentano la prima caratterizzazione comparativa sistematica del profilo aromatico dei sidri commerciali provenienti dalla Slovenia e dall'area transfrontaliera Italia–Slovenia e costituiscono una solida base scientifica per la futura valutazione della qualità dei sidri regionali.

(Preglednica 3). Med posameznimi ciderji je bila ugotovljena velika variabilnost vseh kemijskih razredov, kar odraža razlike v uporabljenih sortah jabolk, tehnologiji pridelave in pogojih fermentacije. Rezultati predstavljajo prvo sistematično primerjalno karakterizacijo aromatičnega profila komercialnih ciderjev iz Slovenije in čezmejnega območja Italije ter pomembno strokovno osnovo za nadaljnje vrednotenje kakovosti regionalnih ciderjev.

Tabella 1: Risultati del contenuto di CO_2, O_2, della pressione e dei principali parametri fisico-chimici dei sidri

Preglednica 1: rezultati vsebnosti CO2, O2, tlaka in osnovnih fizikalno-kemijskih parametrov ciderjev

Št. Vzorca / N. del campione	CO2 (g/L)	O2(mg/L)	p (bar)	dejanki alkohol (vol.%) / grado alcolico effettivo (vol.%)	pH	skupne kisline (g/L, izračeno na vinsko kislino)/acidità totale (g/L, espressa come acido tartarico)	prosti S02 (mg/L)/ SO_2 libero (mg/L)	skupni SO2 (mg/L)/ SO_2 totale (mg/L)	glukoza+fruktoza (g/L)/ glucosio + fruttosio (g/L)	ocetna kislina (g/L)/ acido acetico (g/L)	jabolčna kislina (g/L)/ acido malico (g/L)	mlečna kislina (g/L)/ acido lattico (g/L)
25/1 osvv	5.10	0.02	3.38	6.7	3.27	7.2	15	179	0.3	<0,2	4.4	0.2
25/2 osvv	7.15	0.01	3.81	7.1	3.29	7.1	5	169	0.7	<0,2	4.5	0.2
25/3 osvv	6.80	0.01	3.73	6.4	3.99	2.6	4	22	<0,2	0.29	<0,1	2.9
25/4 osvv	6.36	0.01	3.37	4.3	3.69	4.1	3	84	27	<0,2	2.9	1.4
25/5 osvv	4.44	0.33	2.39	5.5	3.72	4.4	4	97	20.4	<0,2	2.6	2.2
25/6 osvv	0.96	4.71	1.45	8.5	3.95	3.2	5	44	<0,2	0.46	<0,1	3.8
25/7 osvv	1.58	2.89	1.26	7.0	3.82	3.7	15	60	0.3	<0,2	1.5	3.0
25/8 osvv	0.61	3.68	1.12	8.6	3.72	4.4	4	41	0.2	0.54	0.3	4.5
25/9 osvv	9.25	1.79	5.47	5.8	3.57	6.6	12	83	20.2	<0,2	5.6	<0,1
25/10 osvv	1.99	2.22	1.40	8.1	3.7	5.1	15	64	0.9	<0,2	3.6	1.7
25/11 osvv	2.57	0.54	1.73	8.2	4.06	2.7	3	17	<0,2	<0,2	<0,1	3.8
25/12 osvv	2.52	0.06	1.75	7.1	3.57	5.0	4	17	1.4	<0,2	3.0	1.6
25/13 osvv	3.27	0.39	2.30	9.2	4.3	2.2	4	34	3.3	<0,2	0.9	2.8
25/14 osvv	2.99	0.27	2.20	8.8	4.17	2.6	5	28	0.5	<0,2	<0,1	3.1
25/15 osvv	10.80	0.02	6.16	7.1	3.67	4.2	10	71	5.1	0.38	0.2	4.1
25/16 osvv	13.77	0.00	7.39	5.7	3.77	4.1	19	70	17.2	<0,2	1.0	4.0
25/17 osvv	9.13	0.00	5.20	5.9	3.57	6.5	11	82	20.2	<0,2	5.9	<0,1
25/18 osvv	6.57	0.01	3.44	5.6	3.65	4.5	4	23	11.2	0.39	0.6	4.4
25/19 osvv	10.47	0.01	5.60	10.7	3.5	5.6	5	80	18.9	0.23	2.4	1.3
25/20 osvv	6.36	0.03	3.21	5.6	3.65	4.5	6	28	10.7	0.39	0.3	3.9
25/21 osvv	8.50	3.03	5.68	5.7	3.65	4.7	36	87	12.8	<0,2	1.6	3.7

Tabella 2: Risultati del contenuto di acetaldeide e alcoli superiori nei sidri

Preglednica 2: rezultati vsebnosti acetaldehida in višjih alkoholov v ciderjih

Št. Vzorca / N. del campione	Acetaldehid / Acetaldeide (mg/L)	Etilacetat / Acetato di etile (mg/L)	Metanol /Metanolo (mg/L)	1-propanol/ 1-propanolo (mg/L)	2-metil propanol/ 2-metilpropanolo (mg/L)	1- butanol/ 1-butanolo (mg/L)	3-metil butanol/ 3-metilbutanolo (mg/L)	2-metil butanol / 2-metilbutanolo (mg/L)
25/1 osvv	71.0	18.0	110.3	8.9	22.6	4.5	26.4	112.9
25/2 osvv	111.0	17.0	177.6	11.1	22.8	6.0	28.3	121.5
25/3 osvv	12.6	9.6	20.7	19.7	68.4	5.9	22.8	99.2
25/4 osvv	61.0	12.0	29.0	16.4	8.4	7.3	10.3	48.2
25/5 osvv	65.9	20.3	33.2	19.6	11.3	7.8	13.3	64.1
25/6 osvv	44.5	26.5	37.6	18.6	13.5	8.7	15.8	93.7
25/7 osvv	16.5	24.5	21.8	23.3	15.0	4.7	19.7	116.1
25/8 osvv	9.7	15.5	25.9	26.1	14.4	7.1	18.0	121.3
25/9 osvv	22.3	8.8	125.9	18.2	17.2	13.2	21.1	91.7
25/10 osvv	9.4	21.7	59.1	24.8	24.8	11.8	25.3	120.6
25/11 osvv	26.8	21.0	27.5	17.7	12.5	4.8	13.2	91.3
25/12 osvv	11.6	30.3	117.0	18.9	22.6	13.8	26.5	127.9
25/13 osvv	12.9	37.7	41.7	18.3	18.3	2.9	31.9	146.8
25/14 osvv	13.9	3.1	255.8	23.8	20.0	23.5	30.2	118.6
25/15 osvv	20.9	21.7	61.5	19.7	37.0	5.6	27.4	142.5
25/16 osvv	34.6	6.0	88.0	9.5	22.0	20.3	20.5	97.3
25/17 osvv	22.4	6.5	132.8	19.3	18.3	14.2	20.8	104.3
25/18 osvv	20.1	22.6	127.7	10.9	10.3	12.9	11.5	49.2
25/19 osvv	33.7	7.8	40.0	23.2	30.8	3.1	27.7	168.8
25/20 osvv	25.3	16.1	125.4	10.7	9.9	13.0	11.5	49.4
25/21 osvv	26.3	14.0	25.8	10.8	15.7	4.7	24.2	124.3

Tabella 3: Principali classi di composti aromatici volatili determinati mediante HS-SPME-GC-MS nei sidri commerciali di mela della Slovenia e dell'area transfrontaliera Italia–Slovenia (n = 20)*

Preglednica 3: Glavni kemijski razredi hlapnih aromatičnih spojin, določenih z metodo HS-SPME-GC-MS v komercialnih jabolčnih ciderjih iz Slovenije in čezmejnega območja Italije in Slovenije (n = 20)*

Kemijski razred / Classe chimica	**Povprečje ± SD / Media ± SD (µg/L)**	**Razpon / Intervallo (µg/L)**
Acetatni estri višjih alkoholov / Acetati degli alcoli superiori	8.966 ± 8.272	534–33.039
Etil estri maščobnih kislin / Esteri etilici degli acidi grassi	30.449 ± 16.288	9.949–72.334
Etil estri razvejanih kislin / Esteri etilici degli acidi ramificati	505 ± 330	87–1.213
C6 alkoholi / Alcoli C6	5.409 ± 4.064	1.948–16.778
Višji alkoholi / Alcoli superiori	125.770 ± 48.615	53.014–219.058
Aromatski alkoholi / Alcoli aromatici	27.918 ± 19.039	6.190–80.561

Kemijski razred / Classe chimica	Povprečje ± SD / Media ± SD (µg/L)	Razpon / Intervallo (µg/L)
Aldehidi / Aldeidi	29,2 ± 1,6	27,4–33,5
Hlapni fenoli / Fenoli volatili	1.028 ± 1.006	52–3.838

Utilizzo dei risultati nel trasferimento delle conoscenze

I risultati di entrambi gli studi sono stati utilizzati per il trasferimento delle conoscenze ai produttori e agli studenti. La parte sperimentale con l'aggiunta di bacche di corniolo ha evidenziato le possibilità di sviluppo di un prodotto ad alto valore aggiunto, mentre l'analisi comparativa dei sidri commerciali ha fornito una base tecnico-scientifica per comprendere la qualità dei prodotti esistenti e per discutere gli approcci tecnologici nella pratica. I risultati delle analisi e la degustazione dei sidri sperimentali con aggiunta di corniolo sono stati presentati ai produttori anche nell'ambito del progetto EIP DRES, della scuola estiva e del workshop di Rodik, collocando così i contenuti dello Studio 1 sia nel contesto di sviluppo del progetto DRES sia nel quadro di capitalizzazione del progetto AGROTUR+. I risultati e le presentazioni sono stati inoltre integrati nei materiali digitali disponibili sulle piattaforme Winecider ed e-Karst, garantendo un accesso duraturo ai contenuti e il loro riutilizzo nelle attività di formazione e consulenza ai produttori. Questa impostazione collega il lavoro di ricerca, la collaborazione con il partner associato, la valorizzazione delle conoscenze del progetto EIP DRES, l'impiego di metodi analitici avanzati e il trasferimento diretto delle conoscenze agli attori locali; la Relazione D.2.2.1 rappresenta pertanto un rapporto tecnico sistematico sui risultati e sul trasferimento delle conoscenze nella lavorazione del sidro come altro prodotto carsico.

Uporaba rezultatov pri prenosu znanj

Rezultati obeh študij so bili uporabljeni za prenos znanja na proizvajalce in študente. Eksperimentalni del z dodatkom drenovih jagod je pokazal možnosti razvoja izdelka z višjo dodano vrednostjo, medtem ko je primerjalna analiza komercialnih ciderjev zagotovila strokovno podlago za razumevanje kakovosti obstoječih izdelkov in za razpravo o tehnoloških pristopih v praksi. Rezultati analiz in degustacija poskusnih ciderjev z dodatkom drenovih jagod so bili predstavljeni proizvajalcem tudi v okviru EIP projekta DRES, poletne šole in delavnice v Rodiku, s čimer je bila vsebina študije 1 neposredno umeščena tako v razvojni kontekst projekta DRES kot tudi v kapitalizacijski okvir projekta AGROTUR+. Rezultati in predstavitve so vključeni tudi v digitalna gradiva na platformah Winecider in e-Karst, kar omogoča dolgoročen dostop do vsebin ter nadaljnje uporabo pri usposabljanjih in svetovanju proizvajalcem. Takšna zasnova aktivnosti povezuje raziskovalno delo, sodelovanje s pridruženim partnerjem, nadgradnjo znanj iz EIP projekta DRES, uporabo sodobnih analitskih metod ter neposreden prenos znanja na lokalne deležnike; poročilo D.2.2.1 tako predstavlja sistematično tehnično poročilo o rezultatih in prenosu znanja v predelavi ciderja kot drugega kraškega produkta.

Exploring Innovative Approaches in Flavored Ciders: Physicochemical and Antioxidative Properties of Cornelian Cherry – Apple Cider

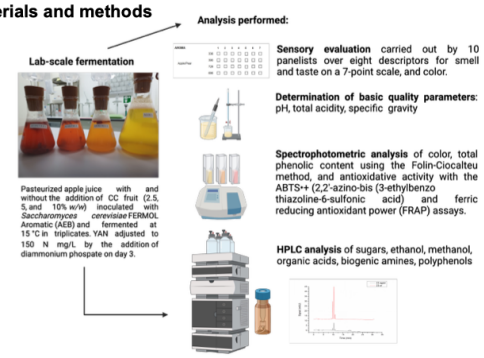
Erika Ježˢ¹, Marianna Mazur[2], Tatjana Radovanović Vukajlović[1], Mitja Martelanc[1], Bartłomiej Menażyk[3], Maja Pečar[4], Jelena Topić Božić[5], Melita Sternad Lemut[1], Guillaume Antalick[1], Branka Mozetič Vodopivec[1], Lorena Butinar[1]
[1] Wine Research Centre, University of Nova Gorica, Glavni trg 8, 5271 Vipava, Slovenia [2] Faculty of Biology, The University of Gdańsk, Ul. Bażyńskiego 1a, 80-952 Gdańsk, Poland [3] Faculty of Chemistry, Gdańsk University of Technology, Ul. Gabriela Narutowicza 11/12, 80-952 / Gdańsk, Poland [4] Maja Pečar, Kmetija Pečar, Prešnica 71, 6240 Kozina, Slovenia [5] Rudolfovo – Znanstveno in tehnološko središče Novo mesto, Podbreznik 15, 8000 Novo mesto, Slovenia

Introduction

Apples, which are commonly available fruits, are the basic raw material used in cider production. They contain a wide spectrum of polyphenolic compounds and dietary fiber, exert bacteriostatic effects, and prevent digestive system disorders. Cornelian cherry (*Cornus mas* L.), present as a wild plant in Slovenia, is valued for its health benefits even more. Due to the high inherent content of nutrients and bioactive compounds (e.g., vitamins and phenolic compounds), as well as nutritional and therapeutic properties, it is a suitable ingredient for producing novel functional beverages.

This study aimed to determine the outcomes of using CC fruits in cidermaking by fermenting apple juice with Cornelian cherry (CC) fruits to produce a novel low-alcohol beverage from locally available fruit.

Materials and methods



Results and discussion

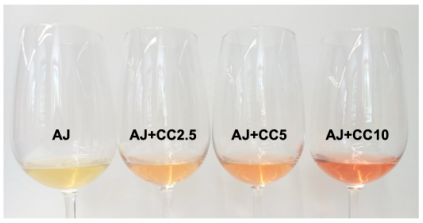


Fig.1. Colors of ciders with apple cider being medium gold and CC-enriched ciders from pale to deep copper, depending on the amount of CC fruit added. *Legend

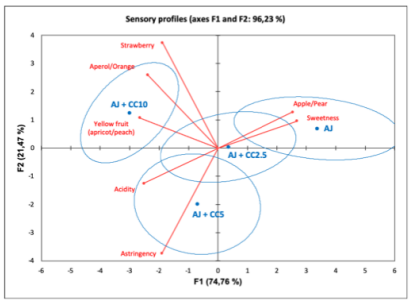


Fig. 2. Biplot with 95% confidence ellipses for sensory profiles obtained by PCA. *Legend

As shown in Fig. 2, the panel could discriminate apple cider from CC-enriched ciders when 5 and 10% CC fruits were supplemented. The cider with 2.5% CC fruit was not clearly distinguished from apple cider and cider supplemented with 5% CC fruit. The pure apple cider was perceived as sweet, not astringent, and had an apple/pear smell. With the addition of CC fruit, the products lost the characteristic apple/pear smell of the pure apple cider and became more astringent and acidic. The cider with the highest addition of CC fruit was characterized by an orange/Aperol-like, yellow fruit, and strawberry smell.

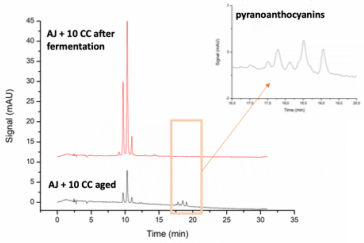


Fig. 3. HPLC-DAD chromatogram of apple cider with 10% CC at 510 nm after fermentation (red) and after 1 month of ageing at 30°C (black). *Legend
Decrease in anthocyanins and formation of pyranoanthocyanins can be visible.

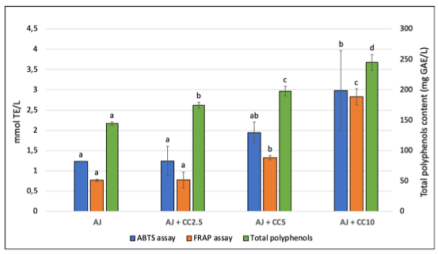


Fig. 4. Concentrations of antioxidants and total phenolic compounds in apple (AJ) and CC-enriched ciders (mean ± SD; n = 3). Bars with the same letter are not statistically different (p < 0.05; ANOVA, Tukey's method). *Legend

Cider made from 100% apple juice, had 145 mg gallic acid (GAE)/L (Fig. 4). The highest concentration of total phenolics, containing 245 mg GAE/L, was determined in the cider with 10% CC fruit addition. This treatment also showed the strongest antioxidant capabilities, as measured by both ABTS•+ and FRAP assays (3.54 and 2.83 mmol TE/L – Trolox equivalent) (Fig. 4).

Table 1. Content of organic acids, sugars, ethanol, methanol, biogenic amines, and other measured parameters (pH value, total acidity, specific gravity) in produced ciders. Values are reported as mean ± SD of three replicates. Values with the same letter are not significantly different (p < 0.05; ANOVA, Tukey's method). *Legend

	AJ	AJ+CC2.5	AJ+CC5	AJ+CC10
Sucrose (g/L)	nd	nd	nd	nd
Glucose (g/L)	2.55 ± 0.04 b	2.53 ± 0.11 ab	2.43 ± 0.05 ab	2.37 ± 0.05 a
Fructose (g/L)	6.84 ± 0.48 b	4.52 ± 1.93b	1.53 ± 0.81 a	0.60 ± 0.17 a
Ethanol (v/v %)	7.91 ± 0.04 a	7.93 ± 0.14 ab	8.14 ± 0.06 b	8.11 ± 0.03 ab
Methanol (g/L)	nd	nd	nd	nd
Citric acid (g/L)	0.19 ± 0.01 a	0.27 ± 0.02 b	0.29 ± 0.01 bc	0.30 ± 0.02 c
Tartaric acid (g/L)	0.01 ± 0.00 a	0.06 ± 0.01 b	0.12 ± 0.01 c	0.24 ± 0.01 d
Malic acid (g/L)	4.28 ± 0.02 a	4.79 ± 0.11 b	5.2 ± 0.07 c	5.88 ± 0.06 d
Tyramine (mg/L)	0.19 ± 0.00 a	0.19 ± 0.00 a	0.19 ± 0.00 a	0.18 ± 0.01 a
Putrescine (mg/L)	nd	nd	nd	nd
Cadaverine (mg/L)	nd	nd	nd	nd
Histamine (mg/L)	nd	nd	nd	nd
pH	3.50 ± 0.02 c	3.47 ± 0.01 bc	3.45 ± 0.01 b	3.39 ± 0.01 a
Total acidity (malic acid g/L)	6.43 ± 0.18 a	6.19 ± 0.24 a	6.42 ± 0.09 a	7.15 ± 0.16 b
Specific gravity	0.999 ± 0.001 ab	1.002 ± 0.003 b	1.000 ± 0.000 ab	0.998 ± 0.000 a

Physicochemical analysis showed that ciders with progressive amounts of added CC fruit had lower sugar content, lower pH values, and higher contents of measured organic acids than pure apple cider (Table 1). This is in accordance with the results of the sensory evaluation. Among biogenic amines analyzed with the HPLC-UV method, only tyramine was detected (on average 0.19 mg/L) in ciders (Table 1). Methanol was not detected in any of the final ciders (Table 1).

***Legend for all figures and tables:**
AJ – 100% apple cider, AJ+CC2.5 – Apple cider with addition of 2.5% w/w Cornelian cherry (CC), AJ+CC5 – Apple cider with addition of 5% w/w CC, AJ+CC10 – Apple cider with addition of 10% w/w CC.

Acknowledgments/ Zahvala

Authors acknowledge: Agrotur+ (»Kraški lokalni produkti in turizem«) project, co-funded by the EU within the Interreg VI-A Italy-Slovenia Programme; Analytics and Chemical Characterization of Materials and Processes (No. P1-0034) programme, funded by the Slovenian Research Agency; Training internship, funded by CMEPIUS- Centre for Mobility and EU programme (Slovenia) and ERASMUS+. / EIP projekt »DRES« je financiran s strani Evropske unije iz Evropskega kmetijskega sklada za razvoj podeželja in Republike Slovenije. Projekt je bil odobren kot pilotni projekt v okviru ukrepa M16 – Sodelovanja: podukrep 16.2. Razvoj novih proizvodov, praks, procesov in tehnologij v okviru Programa razvoja podeželja 2014-2020, ki ga vodi Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Figura 1: Poster elaborato nell'ambito dello studio 1 sul sidro con aggiunta di bacche di corniolo, presentato al 19° simposio CFGBC, il 6 giugno 2024 a Ljubljana.

Slika 1: Poster, pripravljen v okviru študije 1 o ciderju z dodatkom drenovih jagod, predstavljen na 19. simpoziju CFGBC, 6. 6. 2024 v Ljubljani.