



“La centralità della ricerca per lo sviluppo di una filiera brassicola sostenibile e Made in Italy: l’esperienza del progetto LOB.IT”

Atti del Convegno nazionale

Centro Congressi Cavour - Roma, 28 novembre 2024

Atti del Convegno nazionale "La centralità della ricerca per lo sviluppo di una filiera brassicola sostenibile e Made in Italy: l'esperienza del progetto LOB.IT"

28 novembre 2024, Roma – Centro Congressi Cavour - Via Cavour 50/A - 00184

Comitato organizzatore:

Katya Carbone, Mario Cariello, Roberta Ruberto, Roberta Gloria

Segreteria organizzativa:

Katya Carbone, Erika Celi, Alessia D'Andrea
(CREA Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura)

Comunicazione evento:

Katya Carbone
(CREA Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura),

Mario Cariello, Roberta Gloria, Alberto Marchi, Roberta Ruberto
(CREA – Centro di ricerca Politiche e Bioeconomia)

Impaginazione e grafica:

Roberta Ruberto
(CREA – Centro di ricerca Politiche e Bioeconomia)

Il presente lavoro è stato realizzato nell'ambito del Progetto Progetto "LOB.IT" Finanziato dal Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste D.M. n. 667550 del 30.12.2022

ISBN 9788833854281

La centralità della ricerca per lo sviluppo di una filiera brassicola sostenibile e Made in Italy:
l'esperienza del progetto LOB.IT

Inquadra il QR code per
visualizzare i materiali e lo
streaming del Convegno



Indice

Prefazione	7
LINEA DI RICERCA "LUPPOLO"	8
Innovazioni per una luppolicoltura contemporanea	8
Katya Carbone, Erika Celi	8
Innovations for contemporary hop farming.....	10
Katya Carbone, Erika Celi	10
Cinetica di maturazione del luppolo: da ricerca di base a strumento predittivo per rispondere ai cambiamenti climatici	23
Tommaso Ganino ¹ , Matteo Marieschi ² , T'ai Gladys Whittingam Forte ¹ , Margherita Rodolfi ¹	23
Hop maturation kinetics: from basic research to predictive tools to address climate change	27
Tommaso Ganino ¹ , Matteo Marieschi ² , T'ai Gladys Whittingam Forte ¹ , Margherita Rodolfi ¹	27
Sequenziamento HTS e risanamento <i>in vitro</i> per la qualificazione fitosanitaria del germoplasma di luppolo	42
A. Taglienti, L. Ferretti, M. Luigi.....	42
High throughput sequencing and <i>in vitro</i> virus elimination supporting the phytosanitary improvement of hop germplasm.....	45
A. Taglienti, L. Ferretti, M. Luigi.....	45
LINEA DI RICERCA "ORZO E CEREALI DA MALTO"	51
Orzo da birra italiano per coltivazione convenzionale e biologica	51
Alberto Gianinetti, Marina Baronchelli, Nadia Faccini, Daniela Palma, Luigi Cattivelli	51
Italian malting barley for conventional and organic cultivation.....	55
Alberto Gianinetti, Marina Baronchelli, Nadia Faccini, Daniela Palma, Luigi Cattivelli	55
LINEA DI RICERCA "LIEVITI DI BIRRA"	65
Terroir microbico: esplorazione dei lieviti indigeni per la produzione di birra.....	65
Costantini A. ¹ , Forestello G. ¹ , Tsolakis C. ¹ , Pulcini L. ¹ , Petrozziello M. ¹ , Bonello F. ¹ , Asproudi A. ¹ , Ragkousi V. ¹ , Cravero M.C. ¹ , Carbone K. ²	65
Microbial terroir: exploring wild yeasts for beer production	68
Costantini A. ¹ , Forestello G. ¹ , Tsolakis C. ¹ , Pulcini L. ¹ , Petrozziello M. ¹ , Bonello F. ¹ , Asproudi A. ¹ , Ragkousi V. ¹ , Cravero M.C. ¹ , Carbone K. ²	68
Oltre il <i>saccharomyces</i>: esplorazione dei profili aromatici nelle birre a basso contenuto alcolico con lieviti non convenzionali.....	81
M. Petrozziello ¹ , V. Ragkousi ¹ , A. Costantini ¹ , A. Asproudi ¹ , F. Bonello ¹ , C. Tsolakis ¹ , G. Forestello ¹ , M.C. Cravero ¹ , K. Carbone ²	81

Beyond saccharomyces: exploring aromatic profiles in low-alcohol beers with non-conventional yeasts	84
M. Petrozziello ¹ , V. Ragkousi ¹ , A. Costantini ¹ , A. Asproudi ¹ , F. Bonello ¹ , C. Tsolakis ¹ , G. Forestello ¹ , M.C. Cravero ¹ , K. Carbone ²	84
LINEA DI RICERCA "STATISTICA E STRUMENTI DI POLICY"	102
Filiera brassicola 2023: dati e tendenze	102
Francesco Licciardo.....	102
"Brassicola" supply chain 2023: data and trends	104
Francesco Licciardo.....	104
Caratteristiche economiche e strutturali delle aziende della filiera brassicola	115
Dario Macaluso, Pietro Chinnici	115
Economic and structural features of farms in the brewing supply chain	119
Dario Macaluso, Pietro Chinnici	119

PREFAZIONE

La luppicoltura, così come il settore della birra artigianale, è in costante evoluzione. Ogni anno porta con sé nuove sfide, tendenze e opportunità per i coltivatori, i produttori di birra e tutti i soggetti coinvolti. A livello internazionale, lo sguardo è sempre rivolto al maggior produttore mondiale, ovvero gli Stati Uniti. Il Rapporto Nazionale sul Luppolo 2024 del Dipartimento dell'Agricoltura Americano (USDA) offre un'istantanea della situazione attuale del settore e, cosa forse più importante, della sua direzione. La produzione totale di luppolo negli Stati Uniti è diminuita del 16% nel 2024, mentre ulteriori e significativi tagli alla produzione sono previsti per il 2025. L'industria del luppolo statunitense, infatti, sta cercando di raggiungere l'equilibrio tra domanda e offerta derivante da diversi anni di riporto delle scorte.

Per quanto riguarda il nostro Paese, abbiamo registrato una leggera flessione, nel 2023, sia per quanto riguarda le superfici coltivate sia per il numero di imprese agricole attive nel settore. Parimenti, il settore brassicolo artigianale è già da qualche anno fermo su volumi produttivi che non superano il 3 % del totale nazionale, mentre ancora si sta cercando di capire, tramite la raccolta e l'elaborazione dei dati scientifici, quale sia e sarà l'impatto dei cambiamenti climatici sulla filiera delle materie prime. In questo quadro, forse critico, ma anche potenzialmente ricco di opportunità, il 28 Novembre 2024, presso il Centro Congressi Cavour a Roma, si è tenuto il convegno nazionale "La centralità della ricerca per lo sviluppo di una filiera brassicola sostenibile e Made in Italy: l'esperienza del progetto LOB.IT"

Il convegno è stato un momento di confronto sui principali temi e risultati della ricerca affrontati dal progetto, evidenziando l'elevato bagaglio di conoscenze e competenze che i nostri ricercatori hanno sviluppato in questi anni, rendendoli attori di livello all'interno della comunità scientifica internazionale. La giornata ha anche offerto spunti interessanti per l'intera filiera, coinvolgendo, in un confronto mai interrotto, tutti gli attori, dai produttori, ai ricercatori, per arrivare a figure meno note ai più come i publicans. Ci si è confrontati sul futuro del settore e sugli strumenti che potenzialmente potrebbero contribuire al suo rafforzamento, se non addirittura a prospettare una crescita importante, come il turismo brassicolo.

Questo volume ci offre la possibilità di divulgare, in maniera speriamo più capillare, la sintesi del convegno, e al contempo di offrire spunti di riflessione per l'intera comunità brassicola italiana, nell'intento di preservare e far crescere questo affascinante settore.

La coordinatrice del progetto LOB.IT

Katya Carbone

Linea di ricerca "Luppolo"

INNOVAZIONI PER UNA LUPPOLICOLTURA CONTEMPORANEA

Katya Carbone, Erika Celi

CREA - Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura, Agrumicoltura

Il luppolo (*Humulus lupulus* L.) è considerata una pianta a duplice attitudine: brassicola – officinale, in virtù del ricco corredo metabolico, che le conferisce proprietà fitochimiche sfruttabili non solo in ambito brassicolo, ma anche in altri settori, tanto da essere inserito dal Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste nel nuovo elenco delle piante officinali coltivate e coltivabili in Italia, aprendo di fatto a nuove opportunità di diversificazione del reddito aziendale per i nostri imprenditori agricoli. Ma quali sono i settori in cui è possibile l'impiego della pianta, oltre quello brassicolo in senso stretto? I principali campi di applicazione del luppolo vanno dalla cosmetica alla medicina naturale, sfruttando alcune caratteristiche fitochimiche specie specifiche, ovvero caratterizzanti il luppolo all'interno del panorama botanico. Ovviamente per l'accesso a questi segmenti di mercato è necessario fare delle considerazioni diverse rispetto all'impiego della pianta nella produzione della birra. Per questi settori, infatti, è possibile ripensare l'impiego della pianta in un'ottica di economia circolare, valorizzando i diversi tessuti vegetali, ovvero coni e foglie, ma anche i fusti, così come il luppolo esausto che si genera in birrifico. I diversi tessuti possono essere, quindi, impiegati, a secondo della destinazione d'uso finale, in forma di farine o in forma di estratti liquidi o solidi (polverizzati). A tal proposito, i segmenti su cui ci siamo maggiormente concentrati con le nostre ricerche in questi anni sono quelli legati al mondo della fitoterapia, degli additivi/conservanti alimentari e delle bevande funzionali, mentre i nuovi prodotti che stiamo sperimentando con LOB.IT vanno a coprire anche nuovi segmenti come quello delle birre a ridotto o nullo contenuto alcolico (NABLABs) e, in misura minore, quello della cosmetica.

Durante la prima annualità progettuale, le nostre attività sperimentali si sono concentrate su un approccio di gestione sostenibile della filiera, proponendo soluzioni per il recupero e la valorizzazione degli scarti di luppolo generati alla raccolta, focalizzandoci in questa fase sul recupero delle foglie e sulla loro valorizzazione attraverso la formulazione di estratti alimentari pronti all'uso. È importante, infatti, per chi coltiva un luppoletto e ne gestisce il post raccolta cominciare a ragionare in termini di sostenibilità, considerando l'elevata impronta carbonica e idrica della coltura e le richieste di sostenibilità ambientale non più derogabili per un'agricoltura che possa definirsi contemporanea. Per quanto riguarda il luppolo, infatti, si stima che alla raccolta sia generato un volume di biomassa pari a circa 10-15 tonnellate/ettaro, dove la produzione di foglie da parte della pianta è pari alla metà circa della resa in coni. Tale materiale vegetale rappresenta una fonte abbondante e a basso costo di composti biologicamente attivi,

recuperabili e impiegabili sia nel settore brassicolo sia come materie prime seconde per altri settori. Ovviamente al fine di un possibile recupero di questi composti e, quindi, della valorizzazione della biomassa generata alla raccolta è necessario innanzitutto procedere alla stabilizzazione della stessa, ovvero alla riduzione del suo contenuto di umidità per evitare fenomeni degradativi e di marcescenza. A tal proposito abbiamo valutato due opzioni, la prima quella di sfruttare i sistemi di essiccazione del luppolo già presenti nelle aziende di produzione, non solo al fine di ridurre i costi di lavorazione, ma anche per meglio ammortizzare i macchinari presenti in azienda. La seconda opzione è quella di elezione per chi si occupa di composti biologicamente attivi ed è la liofilizzazione, che però ha costi e tempi d'uso più impegnativi. Il secondo step riguarda la scelta del metodo di estrazione e con essa del solvente da impiegare, che dovrà essere di grado alimentare o comunque non tossico in funzione della destinazione d'uso finale dell'estratto.

Un'ulteriore attività di ricerca ha riguardato la definizione di protocolli analitici per lo studio della maturazione del luppolo, in collaborazione con i colleghi dell'Università di Parma coinvolti nel progetto. Nello specifico, è stata applicata la spettroscopia infrarossa per la valutazione della cinetica di maturazione in due diverse cultivar di luppolo (Cascade e Columbus) coltivate in Italia. I risultati hanno evidenziato la capacità di questa tecnica di discriminare sia le cultivar sia i diversi gradi di maturazione, evidenziando i gruppi di composti maggiormente coinvolti nella discriminazione.

INNOVATIONS FOR CONTEMPORARY HOP FARMING

Katya Carbone, Erika Celi

CREA - Research Centre for Olive, Fruit and Citrus Crops

The hop plant (*Humulus lupulus* L.) is recognized for its dual functionality, both in brewing and as a medicinal plant, due to its rich metabolic composition that endows it with valuable phytochemical properties. These properties extend its utility beyond brewing, prompting its inclusion by the Ministry of Agriculture, Food Sovereignty and Forestry in Italy's updated list of cultivated and cultivable medicinal herbs. This inclusion presents new opportunities for farmers to diversify farm income. Beyond its traditional use in brewing, hops have potential applications in various sectors, including cosmetics and natural medicine, leveraging its species-specific phytochemical characteristics that distinguish it within the botanical landscape. Entering these market segments necessitates considerations distinct from those in beer production. In these sectors, the plant's use can be reimagined within a circular economy framework, utilizing various plant tissues such as cones, leaves, stems, and even spent hops from breweries. These tissues can be processed into flours or liquid and solid (pulverized) extracts, depending on the intended application. In this regard, the segments on which we have focused most with our research in recent years are those related to the world of phytotherapy, food additives/preservatives and functional beverages, while the new products we are experimenting with LOB.IT also cover new segments such as beers with reduced or no alcohol content (NABLABs) and, to a lesser extent, cosmetics.

During the first project year, our experimental activities focused on a sustainable supply chain management approach, proposing solutions for the recovery and valorisation of hop waste generated at harvest, focusing in this phase on the recovery of leaves and their valorisation through the formulation of ready-to-use food extracts.

It is imperative for those engaged in hop cultivation and the management of post-harvest processes to adopt a sustainability-oriented perspective, given the substantial carbon and water footprint of the crop, and the environmental sustainability imperatives that are no longer negotiable for contemporary agricultural practices. With regard to hops, it is estimated that a volume of biomass of around 10-15 tonnes/hectare is generated upon harvesting, with the plant's leaf production accounting for approximately half of the yield in cones. This plant material represents a substantial and cost-effective source of biologically active compounds, which can be recovered and utilised in the brewing sector and as secondary raw materials in other sectors. However, it is first necessary to stabilise the biomass, i.e. reduce its moisture content to avoid degradation and rotting phenomena. To this end, two options were evaluated: the first was to exploit the hop drying systems already present on the hop farms, not only to reduce processing costs but also to better amortize the kilns present on the farm. The second option is freeze-drying that is the preferred choice for those dealing with biologically active compounds. However, it should be noted that freeze-drying is a more costly and time-consuming process.

The second step concerns the choice of extraction method and with it the solvent to be used, which must be food grade or in any case non-toxic depending on the final use of the extract.

A further research activity concerned the definition of analytical protocols for studying hop maturation, in collaboration with colleagues from the University of Parma involved in the project. Specifically, infrared spectroscopy was applied to evaluate the maturation kinetics in two different hop cultivars (Cascade and Columbus) grown in Italy. The results showed the ability of this technique to discriminate both cultivars and different degrees of ripening, highlighting the groups of compounds most involved in the discrimination.



Obiettivi specifici del progetto

Linea di ricerca 1. Luppolo



WP4. Prodotti innovativi a base di luppolo



Prodotti innovativi per fini officinali
Prodotti innovativi per fini brassicoli

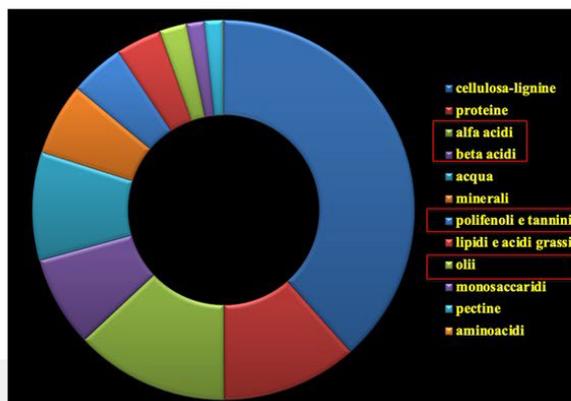
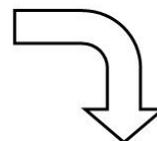
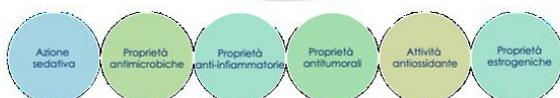
Il luppolo

Una coltura a duplice attitudine

Circa il 98% del raccolto totale di luppolo
trova impiego nel settore brassicolo

... ma non solo!

1984: il German Federal Health
Office approva il luppolo come
pianta farmaceutica



K. CARBONE, PhD - Roma 28.11.2024

3

Il luppolo: una coltura a duplice attitudine



**Testo unico in materia di coltivazione, raccolta e prima
trasformazione delle piante officinali, ai sensi dell'articolo
5, della legge 28 luglio 2016, n. 154**

Publicato in G.U.R.I. il 23/06/2018 Serie generale - n. 144

K. CARBONE, PhD - Roma 28.11.2024



4

From brew to wellness: hops extraction's journey beyond beer



K. CARBONE, PhD - Roma 28.11.2024



LOB.IT: prodotti innovativi a base di luppolo

Gli estratti da luppolo: formulazioni, processi, applicazioni



K. CARBONE, PhD - Roma 28.11.2024



LOB.IT: prodotti innovativi a base di luppolo

Gli estratti da luppolo: formulazioni, processi, applicazioni



Attività del CREA CBA

Prima annualità di Progetto:

- **Matrice vegetale:**

Foglie di luppolo (genotipi differenti)

- **Tipologia di estratti:**

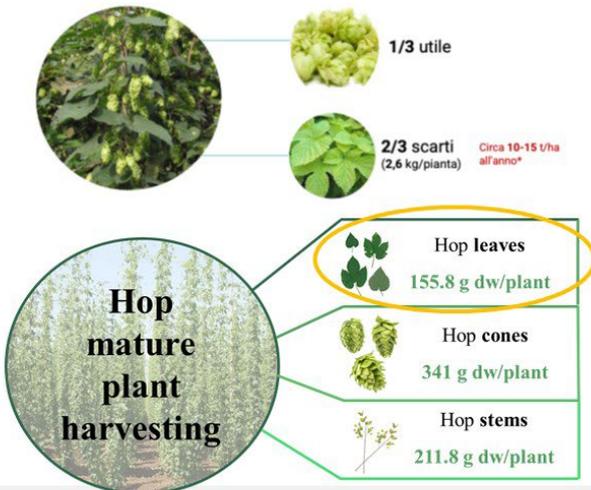
Food grade ready-to-use

LOB.IT: prodotti innovativi a base di luppolo

Gli estratti da luppolo: formulazioni, processi, applicazioni



HOP BIOMASS



Composition
Biomass consists mainly of leaves, stems, and unremoved hop cones

Potential Value
Underexplored source of functional molecules and nutrients:

- ✓ *Approx. 25% of plant biomass*
- ✓ *Approx. 15.000 t hop leaves (d.b.) annually worldwide*

Interest

- Source of phenolics
- Bioactive properties
- Low cost source
- High abundance

*Abram, V., Cuh, B., Vidmar, M., Hrenozil, M., Lazek, N., Bukac, V., Mojcar, S.S., Molnar, J.J., Gack, M., Demšar, L., et al. A comparison of hand-harvested and mechanical activity between hop leaves and hop cones. *Ind. Crop Prod.* 2015, 64, 124-134

La centralità della ricerca per lo sviluppo di una filiera brassicola sostenibile e Made in Italy:
l'esperienza del progetto LOB.IT

- ✓ Le proprietà funzionali del luppolo derivano principalmente dai composti fenolici.
- ✓ La frazione fenolica presente nelle foglie del luppolo, a differenza dei coni, è ad oggi ancora poco indagata

Le possibili applicazioni legate al recupero dalla biomassa alla raccolta includono:

✓ **Settore brassicolo:**

- Miglioramento della shelf life del prodotto
- Valorizzazione del potenziale nutraceutico del prodotto – bevande funzionali
- Aroma

✓ **Settore officinale:**

Additivi alimentari
Coadiuvanti tecnologici
Fitoterapici
Cosmetici
Etc.



Valore polifenolico del luppolo

Recupero e utilizzo

K. CARBONE, PhD – Roma 28.11.2024



9

Primo step: stabilizzazione della biomassa

✓ **Essiccazione in forno (OD)**

Metodo semplice ed economico, adatto per lo scaling up di processo, con possibili restrizioni per la qualità del prodotto finale (destinazione d'uso)

✓ **Liofilizzazione (FD)**

Conserva meglio i componenti nutrizionali, ma è più costosa e richiede più tempo

Secondo step: estrazione

✓ Estrazione assistita agli ultrasuoni:

Metodo semplice ed economico, adatto per lo scaling up di processo



Varietà:

- ✓ Chinook (V1)
- ✓ Centennial (V2)
- ✓ Comet (V3)
- ✓ Columbus (V4)
- ✓ Cascade (V5)

Applicazioni industriali

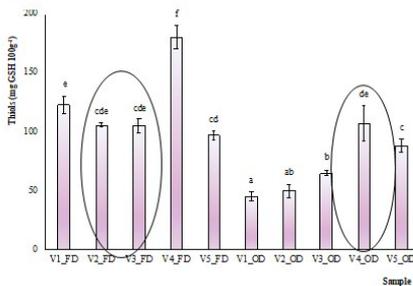
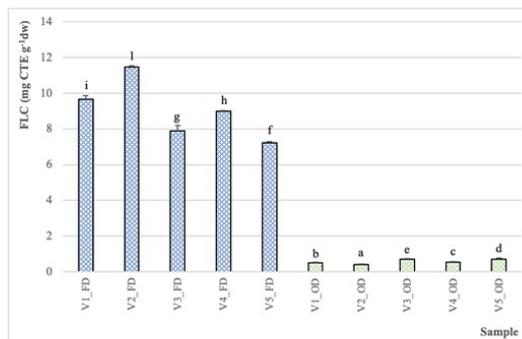
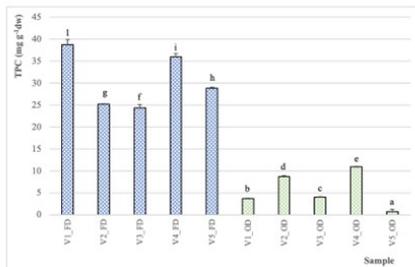
La biomassa può essere utilizzata in vari settori industriali, tra cui quello cosmetico, farmaceutico e fitoterapico, recuperandola e stabilizzandola attraverso diversi metodi di essiccazione

K. CARBONE, PhD – Roma 28.11.2024



10

RISULTATI



Catechine: contenuto paragonabile alle foglie di tè verde (3-7 mg/g).

Profilo fitochimico

✓ Fenoli totali e flavani

La liofilizzazione ha mostrato una maggiore ritenzione di composti fenolici rispetto all'essiccazione.

✓ Tioli

Le foglie di luppolo sono una buona fonte di tioli, importanti per la protezione dallo stress ossidativo.

K. CARBONE, PhD - Roma 28.11.2024



11

Clorofilla e carotenoidi: contenuto paragonabile all'alga spirulina (5,7 mg/g), principale fonte commerciale



Profilo fitochimico

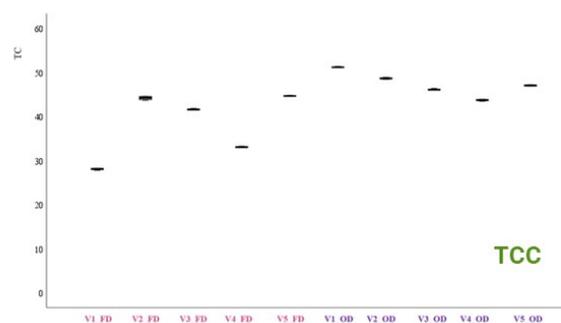
✓ Pigmenti

La liofilizzazione ha conservato più pigmenti rispetto all'essiccazione, a seconda della varietà.



- ✓ Essenza tintoria (alimenti/farmaci)
- ✓ Proprietà antianemiche (vegani)
- ✓ Potente cicatrizzante

Hop Variety	Code
Chinook	V1
Centennial	V2
Comet	V3
Columbus	V4
Cascade	V5

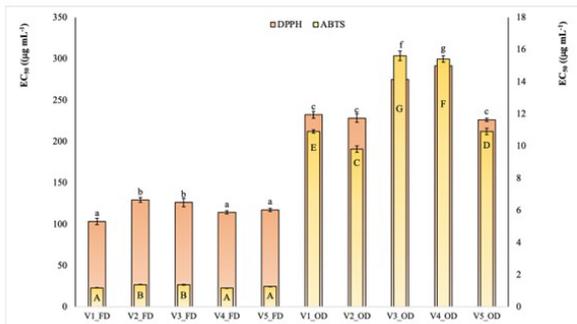


K. CARBONE, PhD - Roma 28.11.2024



12

RISULTATI



✓ Potenziale antiossidante

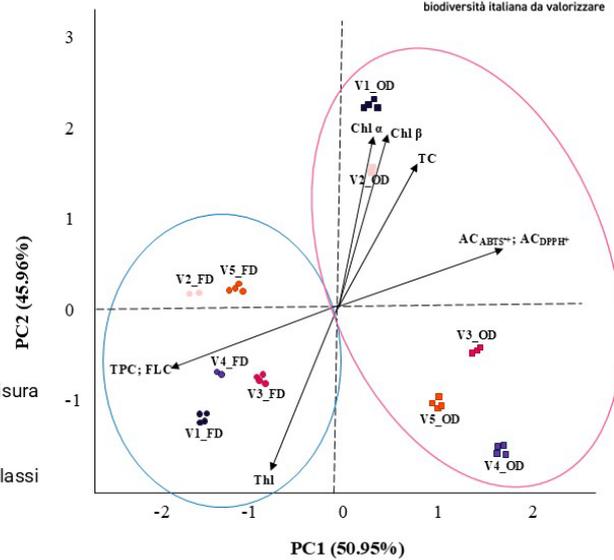
la liofilizzazione preserva la capacità antiradicalica degli estratti in misura maggiore

✓ Metodo di essiccazione

influenza significativamente e in misura diversa le cladiverse classi fitochimiche

✓ Varietà

ha un ruolo statisticamente significativo sui risultati ottenuti



Conclusioni



Valore nutraceutico

Le foglie di luppolo hanno un elevato contenuto di composti bioattivi, paragonabile a quello del tè verde.

Metodo di essiccazione ottimale

La liofilizzazione, per il metodo di estrazione utilizzato, è superiore nel preservare i fitocomposti, anche se l'essiccazione preserva maggiormente i carotenoidi per varietà specifiche.

Potenziale industriale

Le foglie di luppolo possono essere sfruttate come fonte naturale di additivi di alto valore per alimenti, cosmetici e prodotti farmaceutici.

On going work II annualità



Valorizzazione sottoprodotti del luppolo

Foglie

- Influenza dei metodi e dei solventi di estrazione sul profilo fitochimico
- Influenza dell'ambiente di coltivazione
- Studi di stabilità degli estratti

Luppolo esausto

- Recupero delle frazioni d'interesse per la produzione di incapsulati

Impiego degli estratti e degli incapsulati

- Rivestimenti edibili per la shelf life di prodotti alimentari deperibili
- Produzione di bevande funzionali e impiego nella formulazione di NABLAs

Obiettivi specifici del progetto



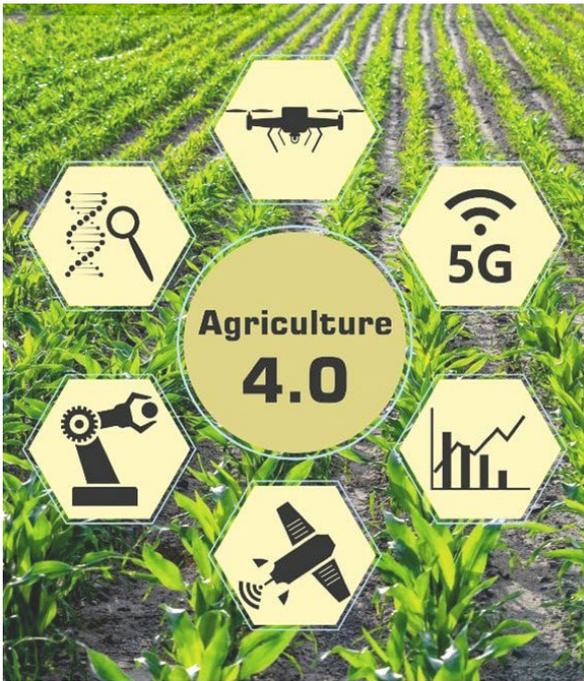
Linea di ricerca 1. Luppolo



WP2. Nutrizione, maturazione e breeding del luppolo



Studio della cinetica di maturazione del luppolo in campo

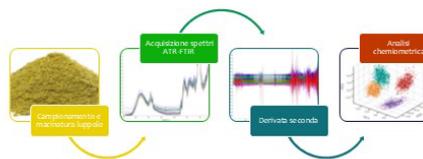


Agricoltura 4.0

- ottimizzare l'efficienza produttiva;
- ottimizzare la qualità;
- minimizzare l'impatto ambientale;
- minimizzare i rischi associati alla produzione.

The Role of Industry 4.0 in Agriculture | Agmatix.
<https://www.agmatix.com/blog/the-role-of-industry-4-0-in-agriculture/> (2022).

Spettroscopia ATR-FTIR

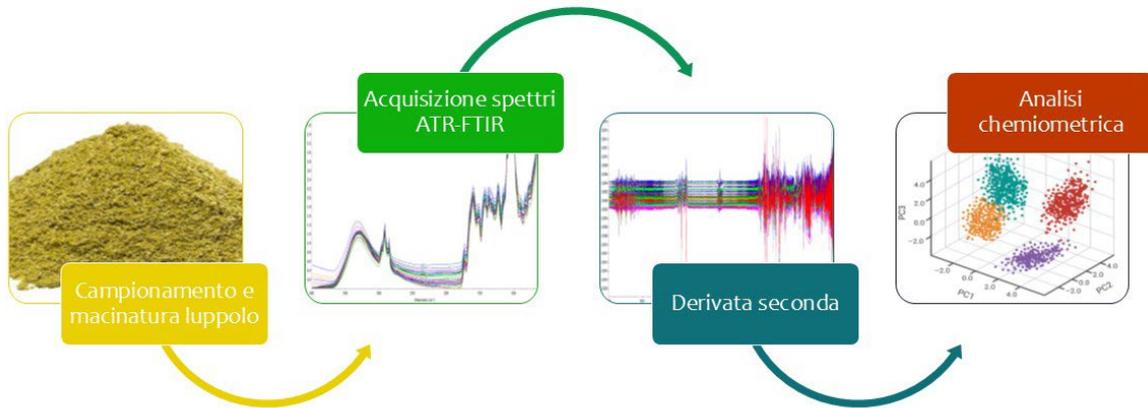


Non distruttiva
Non richiede pre-trattamenti

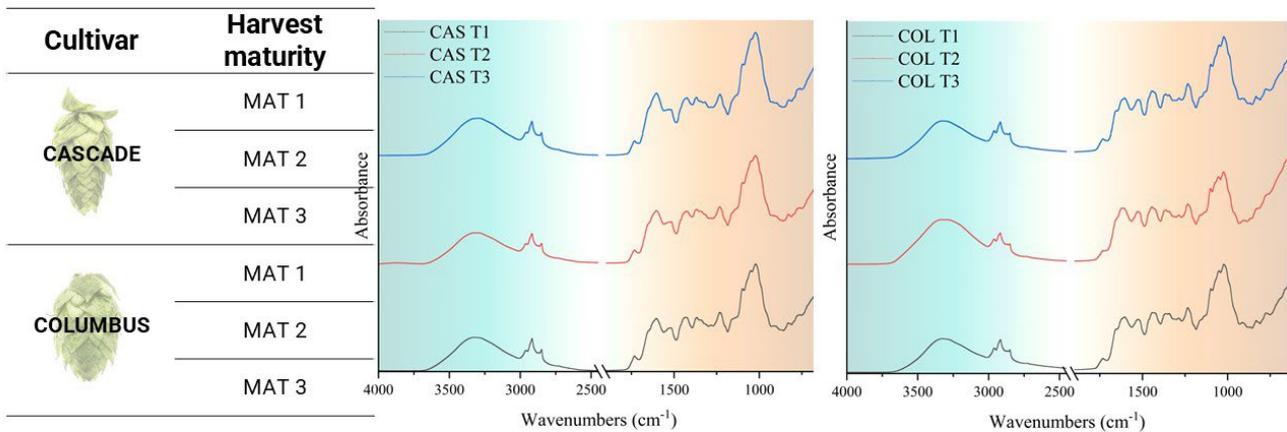
Rapida
Restituisce risultati in tempo reale

Integrabile
Applicare direttamente sul campo da solo o in combinazione con sensori e altre tecnologie

Spettroscopia ATR-FTIR



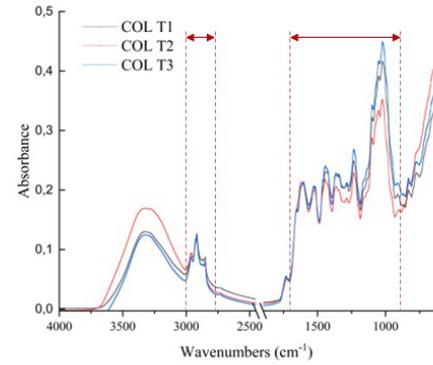
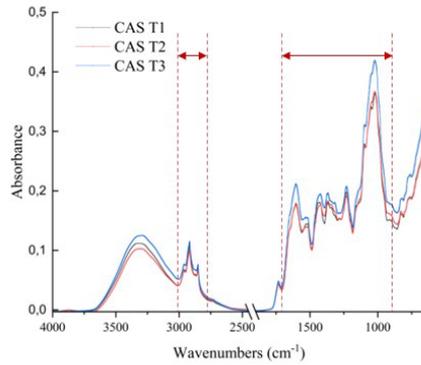
Spettroscopia ATR-FTIR



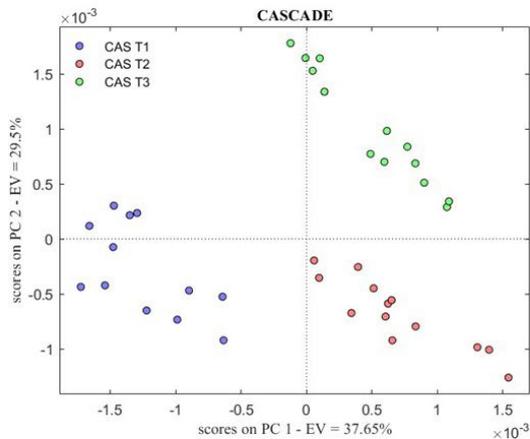
Spettroscopia ATR-FTIR



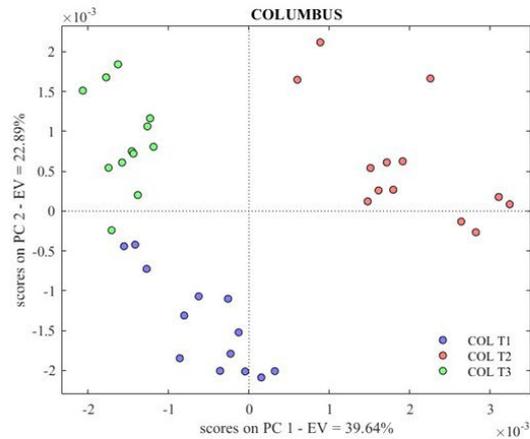
Cultivar	Harvest maturity
 CASCADe	MAT 1
	MAT 2
	MAT 3
 COLUMBUS	MAT 1
	MAT 2
	MAT 3



Spettroscopia ATR-FTIR



Cultivar	Harvest maturity
 CASCADe	MAT 1
	MAT 2
	MAT 3



Cultivar	Harvest maturity
 COLUMBUS	MAT 1
	MAT 2
	MAT 3

CINETICA DI MATURAZIONE DEL LUPPOLO: DA RICERCA DI BASE A STRUMENTO PREDITTIVO PER RISPONDERE AI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Tommaso Ganino¹, Matteo Marieschi², T'ai Gladys Whittingam Forte¹, Margherita Rodolfi¹

¹Dipartimento di Scienze degli Alimenti e del Farmaco, Università di Parma, Parco Area delle Scienze 27/A, 43124, Parma;

²Dipartimento di Scienze Chimiche, della Vita e della Sostenibilità Ambientale, Università di Parma, Parco Area delle Scienze 11/A, 43124, Parma

Il luppolo, *Humulus lupulus* L., appartiene al genere *Humulus*, alla famiglia delle Cannabaceae e all'ordine Urticales. Il genere *Humulus* comprende: *H. yunnanensis*, *H. japonicus* e *H. lupulus* (Neve, 1991). Il luppolo è una pianta originaria dell'Eurasia ed è coltivata principalmente a scopo brassicolo. È una pianta rampicante, dioica e perenne. Le infiorescenze femminili, d'interesse brassicolo, sono formate da un asse centrale, costituito da nodi, brattee e bratteole nelle quali è racchiuso un fiore (Korpelainen e Pietiläinen, 2021). Queste strutture coniche prendono il nome di strobili. Al loro interno contengono le ghiandole lupuliniche, responsabili della produzione di resine e oli essenziali, che contribuiscono all'amarrezza e al profilo aromatico della birra. Le molecole presenti nel cono contribuiscono anche alla chiarificazione della birra e alla sua stabilità microbica. La raccolta dei coni viene effettuata tra agosto e settembre in funzione della cultivar. I coni devono contenere il massimo contenuto di resine, costituite da α - e β -acidi, e di oli essenziali, contenenti composti appartenenti a monoterpeni, sesquiterpeni, aldeidi, chetoni, alcoli, esteri e composti ossidati (Zangrando et al., 2018). Durante la maturazione del luppolo, parallelamente allo sviluppo del cono, avviene la produzione delle resine, e solo successivamente quella degli oli. L'epoca di raccolta riveste dunque un ruolo fondamentale nel determinare la composizione del cono e delle sue caratteristiche. Questi aspetti determinano la qualità del prodotto finito e sono soggetti a variabilità dovuta a cultivar, area geografica di coltivazione e condizioni ambientali. Una raccolta troppo prematura determina la non completa sintesi di tutto il bouquet aromatico, mentre una raccolta troppo tardiva riduce la qualità degli oli essenziali e la quantità di resine e, di conseguenza, l'effetto amaricante. In Italia la luppolicoltura rappresenta una filiera nuova e in lenta crescita. Trattandosi di una coltura agricola alternativa e di nicchia, non vi sono ancora tutte le conoscenze necessarie per determinare in modo rapido e corretto il momento della raccolta. Attualmente viene effettuata con una valutazione della percentuale di sostanza secca, a cui viene affiancata un'analisi sensoriale effettuata dall'agricoltore, la cui esperienza riveste un ruolo fondamentale. Il momento della raccolta è soggetto ad un'ampia variabilità correlata a fattori ambientali e caratteristiche varietali. La raccolta stabilisce la qualità di tutta l'annata produttiva ed è fondamentale trovare un metodo veloce ed oggettivo per stabilirla. Per raggiungere l'obiettivo dell'indagine è stata studiata la cinetica di maturazione di tre cultivar di luppolo, studiando come varia il contenuto di resine, oli essenziali e il profilo aromatico nel tempo (dalla formazione del

cono alla senescenza della pianta). I coni sono stati anche descritti misurando i parametri del colore, le dimensioni e il loro contenuto in acqua. Per l'analisi sono stati valutati i coni delle cultivar Comet, Crystal e Lotus, coltivati nell'Azienda Agricola Ludovico Lucchi situata a Campogalliano (MO) in Emilia-Romagna. Il materiale vegetale è stato raccolto durante il periodo compreso tra la formazione dei coni e la senescenza della pianta (sovra-maturazione del cono). Per ogni cultivar, e per ogni prelievo, è stata determinata la dimensione dei coni, il colore, il contenuto d'acqua mediante metodo gravimetrico, il contenuto di acidi amari (HPLC-UV), il contenuto di olio (estrazione in corrente di vapore), e i composti aromatici in esso contenuti, attraverso gas-cromatografia/spettrometria di massa, secondo i metodi proposti da Rodolfi e collaboratori (2019). I dati ottenuti sono stati sottoposti ad analisi della varianza (ANOVA).

Dalle analisi effettuate la cultivar Comet, analizzata nel periodo tra l'8 agosto e il 29 settembre, ha mostrato un accrescimento dei coni con il raggiungimento delle dimensioni massime il 15 settembre. Tra le resine, il contenuto di α -acidi ha raggiunto il massimo (6,59%) nel periodo compreso tra il 31 agosto e il 21 settembre. Il maggiore contenuto di olio (1,68%) è stato registrato tra l'8 e il 29 settembre, mentre i composti aromatici hanno mostrato il massimo accumulo tra l'8 e il 15 settembre. Il momento ottimale di raccolta per questa cultivar corrisponde all'intervallo tra l'8 e il 15 settembre.

La cultivar Crystal è stata analizzata nel periodo compreso tra il 24 agosto e il 6 ottobre, mostrando un picco di accumulo di α -acidi (4,91%) il 15 settembre, un contenuto massimo di oli (2,16%) tra il 21 settembre e il 6 ottobre, e un massimo accumulo di composti aromatici tra il 15 settembre e il 6 ottobre. Per questa cultivar il momento ottimale di raccolta è stato limitato al 15 settembre, data in cui il contenuto di olio ha mostrato un accumulo discreto anche se non massimo.

La cultivar Lotus ha mostrato il massimo accumulo di α -acidi (15,46%) dal 21 settembre al 6 ottobre e di composti aromatici dal 29 settembre al 6 ottobre. Il contenuto di olio si è invece mostrato un fattore limitante raggiungendo il massimo (1,46%) il 6 ottobre, stabilendo in questa data il momento di raccolta ottimale.

Le analisi effettuate sono state focalizzate sugli aspetti chimici principali che determinano la qualità del luppolo. Le tre cultivar hanno mostrato come ogni varietà segua cinetiche di crescita diverse; lo stesso periodo di campionamento non è stato effettuato nelle medesime date, in quanto le cultivar Comet e Crystal sono più precoci rispetto a Lotus. Dall'analisi delle cinetiche di maturazione è stato osservato un accumulo più repentino di α -acidi in Lotus e più lento in Crystal. L'accumulo di olio ha seguito una cinetica più veloce per Comet e più lenta per Lotus, il quale ha mostrato il raggiungimento dei valori varietali solo nell'ultima data prevista dall'esperimento, indice della tardività di questa cultivar. Anche l'accumulo e la composizione dei composti aromatici che costituiscono gli oli essenziali sono influenzati dalle caratteristiche varietali. Queste ultime determinano utilizzi diversi dei coni: Comet e Lotus vengono usati nel settore brassicolo per le loro proprietà amaricanti e aromatiche, mentre Crystal solo per quest'ultima.

Attraverso le analisi chimiche effettuate è stato possibile stabilire, per ogni cultivar, l'abbondanza relativa dei composti e la loro cinetica di accumulo durante la maturazione. L'epoca ottimale di raccolta per le tre cultivar ha corrisposto al momento di massimo accumulo di α -acidi, oli essenziali e composti aromatici (Tab.1, 2 e 3).

		Maturazione						
CULTIVAR COMET		08-ago	23-ago	31-ago	08-set	15-set	21-set	29-set
α -acidi								
Olio								
Composti aromatici								

Tabella 1: maturazione ottimale della cultivar Comet

		Maturazione						
CULTIVAR CRYSTAL		24-ago	31-ago	08-set	15-set	21-set	29-set	06-ott
α -acidi								
Olio								
Composti aromatici								

Tabella 2: maturazione ottimale della cultivar Crystal

		Maturazione					
CULTIVAR LOTUS		31-ago	08-set	15-set	21-set	29-set	06-ott
α -acidi							
Olio							
Composti aromatici							

Tabella 3: maturazione ottimale della cultivar Lotus

Dopo aver stabilito la data ottimale di raccolta, questi risultati sono stati affiancati ai parametri morfologici osservati. Dalle analisi non è stato possibile individuare un metodo univoco, semplice e rapido per stabilire l'epoca ottimale di maturazione in tutte le cultivar. Tuttavia, nel nostro lavoro, le cultivar più precoci -Comet e Crystal- hanno mostrato un comportamento uniforme ed un possibile utilizzo del colore e della dimensione dei coni per la determinazione dell'epoca ottimale di raccolta (massimo contenuto di acidi amari e olio, e buon equilibrio aromatico). Alla data ottimale di quest'ultime è corrisposto il raggiungimento della massima altezza dei coni e un colore con parametri costanti, caratterizzato da un massimo valore di L^* ed a^* e un valore minimo di b^* . Si ipotizza che, per le cultivar più precoci come Comet e Crystal, il colore e la dimensione dei coni possano essere utilizzati per stabilire la maturazione ottimale in modo semplice e rapido.

Bibliografia

Neve, R. A. (1991). Hops. Springer Netherlands.

Korpelainen, H., & Pietiläinen, M. (2021). Hop (*Humulus lupulus* L.): Traditional and Present Use, and Future Potential In Economic Botany (Vol. 75, Issues 3–4, pp. 302–322). Springer.

Zangrando, Tullio., & Marconi, Mirco. (2018). Birra. 2, Materie prime, tecnologia, stili. (Vol. 2)

Rodolfi, M., Chiancone, B., Liberatore, C. M., Fabbri, A., Cirilini, M., & Ganino, T. (2019). Changes in chemical profile of Cascade hop cones according to the growing area. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(13), 6011–6019.

HOP MATURATION KINETICS: FROM BASIC RESEARCH TO PREDICTIVE TOOLS TO ADDRESS CLIMATE CHANGE

Tommaso Ganino¹, Matteo Marieschi², T'ai Gladys Whittingam Forte¹, Margherita Rodolfi¹

¹Department of Food and Drug Sciences, University of Parma, Parco Area delle Scienze 27/A, 43124, Parma, Italy

²Department of Chemistry, Life Sciences and Environmental Sustainability, University of Parma, Parco Area delle Scienze 11/A, 43124, Parma, Italy

Hop, *Humulus lupulus* L., belongs to the genus *Humulus*, the family *Cannabaceae*, and the order *Urticales*. The genus *Humulus* includes *H. yunnanensis*, *H. japonicus*, and *H. lupulus* (Neve, 1991). Hop is a plant native to Eurasia and is primarily cultivated for brewing purposes. It is a climbing, dioecious, and perennial plant. The female inflorescences, of interest to brewing, consist of a central axis made up of nodes, bracts, and bracteoles, within which a flower is enclosed (Korpelainen and Pietiläinen, 2021). These cone-shaped structures are called strobiles. Inside, they contain lupulin glands, responsible for producing resins and essential oils, which contribute to the bitterness and aromatic profile of beer. The compounds present in the cones also aid in beer clarification and microbial stability. Cone harvesting is carried out between August and September, depending on the cultivar. The cones must contain the maximum content of resins, composed of α - and β -acids, and essential oils, which include compounds such as monoterpenes, sesquiterpenes, aldehydes, ketones, alcohols, esters, and oxidized compounds (Zangrando et al., 2018).

During hop maturation, resin production occurs alongside the cone's development, while oil production follows later. Thus, the harvesting period plays a crucial role in determining the cone's composition and characteristics. These aspects influence the quality of the final product and are subject to variability due to cultivar, geographic area of cultivation, and environmental conditions. Harvesting too early prevents the complete synthesis of the full aromatic bouquet, while harvesting too late reduces the quality of essential oils and the amount of resins, thereby diminishing the bitterness effect. In Italy, hop cultivation is a new and slowly growing sector. As an alternative and niche crop, there is still a lack of knowledge required to quickly and accurately determine the optimal harvest time. Currently, harvesting decisions are based on evaluating the dry matter percentage, complemented by a sensory analysis performed by the farmer, whose experience is essential. However, harvest timing is highly variable and influenced by environmental factors and varietal characteristics. Determining an objective and rapid method for establishing the optimal harvest period is critical, as it defines the quality of the entire production year.

To achieve this goal, the maturation kinetics of three hop cultivars were studied, examining how resin content, essential oils, and aromatic profile change over time (from cone formation to plant senescence). The cones were also analyzed in terms of color, size, and water content. The evaluated cultivars —Comet, Crystal, and Lotus— were grown at the Ludovico Lucchi Agricultural

Company in Campogalliano (MO), Emilia-Romagna. The plant material was collected throughout the period from cone formation to plant senescence (cone over-maturation).

For each cultivar and sampling, cone size, color, water content (using the gravimetric method), bitter acid content (HPLC-UV), oil content (steam distillation extraction), and aromatic compounds (via gas chromatography/mass spectrometry) were analyzed, following the methods proposed by Rodolfi et al. (2019). Data were analyzed using variance analysis (ANOVA).

For the Comet cultivar, analyzed between August 8th and September 29th, cone growth peaked on September 15th. Among the resins, α -acid content reached its maximum (6.59%) between August 31st and September 21st. The highest oil content (1.68%) was recorded between September 8th and September 29th, while aromatic compounds showed peak accumulation between September 8th and September 15th. The optimal harvest time for this cultivar was determined to be between September 8th and September 15th.

The Crystal cultivar was analyzed between August 24th and October 6th, showing a peak in α -acid accumulation (4.91%) on September 15th, a maximum oil content (2.16%) between September 21st and October 6th, and peak aromatic compound accumulation between September 15th and October 6th. For this cultivar, the optimal harvest time was September 15th, as the oil content showed a moderate but not maximum accumulation on this date.

The Lotus cultivar exhibited maximum α -acid accumulation (15.46%) between September 21st and October 6th, and maximum aromatic compound accumulation between September 29th and October 6th. However, oil content was a limiting factor, reaching its maximum (1.46%) on October 6th, establishing this date as the optimal harvest time.

The analyses focused on the key chemical aspects determining hop quality. The three cultivars exhibited different growth kinetics. The sampling period did not occur on the same dates because Comet and Crystal matured earlier than Lotus. Maturation kinetics revealed a more rapid accumulation of α -acids in Lotus and a slower accumulation in Crystal. Oil accumulation followed faster kinetics in Comet and slower kinetics in Lotus, which only reached its varietal values on the final sampling date, indicating the lateness of this cultivar.

The accumulation and composition of aromatic compounds in essential oils were also influenced by varietal characteristics. These traits determine different uses for the cones — Comet and Lotus are used in brewing for their bittering and aromatic properties, while Crystal is used solely for aroma.

Through chemical analyses, it was possible to determine the relative abundance of compounds and their accumulation kinetics during maturation for each cultivar. The optimal harvest time for the three cultivars corresponded to the period of maximum accumulation of α -acids, essential oils, and aromatic compounds.

After determining the optimal harvest date, these results were compared with the observed morphological parameters. The analyses did not allow for the identification of a single, simple,

and rapid method to determine the optimal maturation time for all cultivars. However, in our study, the earlier cultivars —Comet and Crystal— exhibited uniform behavior and a potential use of cone color and size for determining the optimal harvest time (maximum content of bitter acids and oil, and good aromatic balance). At the optimal date for these cultivars, the cones reached their maximum height and displayed a consistent color with a maximum L^* and a^* value and a minimum b^* value. It is hypothesized that for earlier cultivars such as Comet and Crystal, cone color and size can be used to determine optimal maturation in a simpler and faster way.

References

Neve, R. A. (1991). Hops. Springer Netherlands.

Korpelainen, H., & Pietiläinen, M. (2021). Hop (*Humulus lupulus* L.): Traditional and Present Use, and Future Potential In Economic Botany (Vol. 75, Issues 3–4, pp. 302–322). Springer.

Zangrando, Tullio., & Marconi, Mirco. (2018). Birra. 2, Materie prime, tecnologia, stili. (Vol. 2)

Rodolfi, M., Chiancone, B., Liberatore, C. M., Fabbri, A., Cirlini, M., & Ganino, T. (2019). Changes in chemical profile of Cascade hop cones according to the growing area. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(13), 6011–6019.



lob.it
biodiversità italiana da valorizzare

Cinetica di maturazione del luppolo: da ricerca di base a strumento predittivo per rispondere ai cambiamenti climatici

Tommaso Ganino – Matteo Marieschi – T'ai Gladys Whittingam Forte - Margherita Rodolfi
Dipartimento di Scienze degli Alimenti e del Farmaco

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA
DELLA PESCAICOLTURA E DELLO SVILUPPO
RURALE
crea
UNIVERSITÀ
DI PARMA

1



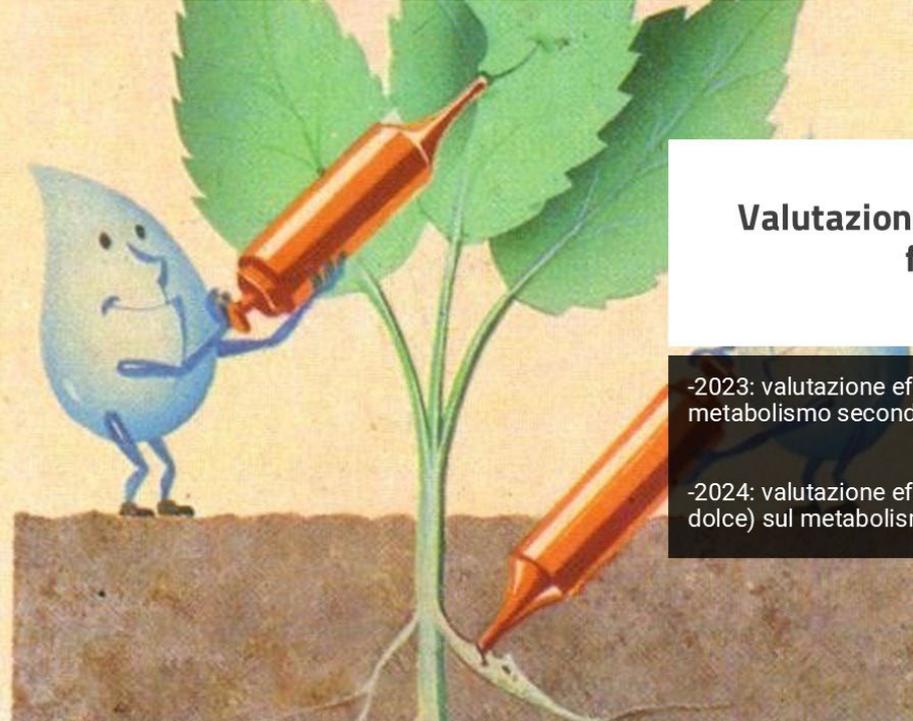
lob.it
biodiversità italiana da valorizzare

Ruolo Unità Operativa Università di Parma

Task 1. Valutazione efficacia trattamenti fogliari in pieno campo
Task 2: Studio della cinetica di maturazione del luppolo in campo
Task 3: Incroci controllati con ecotipi locali

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA
DELLA PESCAICOLTURA E DELLO SVILUPPO
RURALE
crea
UNIVERSITÀ
DI PARMA

2



lob.it
biodiversità italiana da valorizzare

Task 1. Valutazione efficacia trattamenti fogliari in pieno campo

- 2023: valutazione effetto microelementi (Mn e Se) sul metabolismo secondario
- 2024: valutazione effetto alghe (marine e di acqua dolce) sul metabolismo secondario

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA
DELLA PESCAICOLTURA E
DELL'EQUILIBRIO
ITALIA

crea
Consorzio Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile
della Filiera Cerealicola

UNIVERSITÀ
DI PARMA

3



lob.it
biodiversità italiana da valorizzare

Task 3. Incroci controllati con ecotipi locali

- Inizio attività di miglioramento genetico
- Ottenerimento del polline
- Ottenerimento della generazione F1
- Valutazione generazione F1

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA
DELLA PESCAICOLTURA E
DELL'EQUILIBRIO
ITALIA

crea
Consorzio Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile
della Filiera Cerealicola

UNIVERSITÀ
DI PARMA

4



Task 3. Incroci controllati con ecotipi locali

-Seminati 3650 semi

-Valutazione generazione F1 (in corso)



5



Task 2. Studio della cinetica di maturazione del luppolo in campo

-Individuare il corretto momento per la raccolta è fondamentale

-La dinamica di maturazione (accumulo di acidi amari e oli) è cv dipendente

-Il tempo necessario al cono per maturare è cv dipendente



6

Stato dell'arte



> Food Chem. 2019 Apr 25;278:228-239. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.10.148. Epub 2018 Nov 3.

Impact of harvest maturity on the aroma characteristics and chemistry of Cascade hops used for dry-hopping

Scott Lafontaine ¹, Scott Varnum ², Aurélie Roland ³, Stéphane Delpech ⁴, Laurent Dagan ⁵, Daniel Vollmer ⁶, Toru Kishimoto ⁷, Thomas Shellhammer ⁸

Affiliations + expand

PMID: 30583367 DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.10.148

Coni di Cascade raccolti precocemente potrebbero essere migliori per l'amaro, mentre i Cascade raccolti più tardi potrebbero essere migliori per il dry-hopping (aromi + agrumati alla birra e + tili liberi e alcoli terpenici).

MA ATTENZIONE...

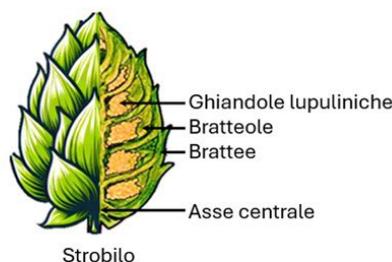


7

STRUTTURA E FORMAZIONE DEL CONO



Al termine della fioritura, le infiorescenze originano gli strobili, strutture coniche costituite da un asse centrale sui cui nodi si sviluppano brattee e bratteole. Gli strobili contengono le ghiandole lupuliniche deputate alla produzione di luppolina.



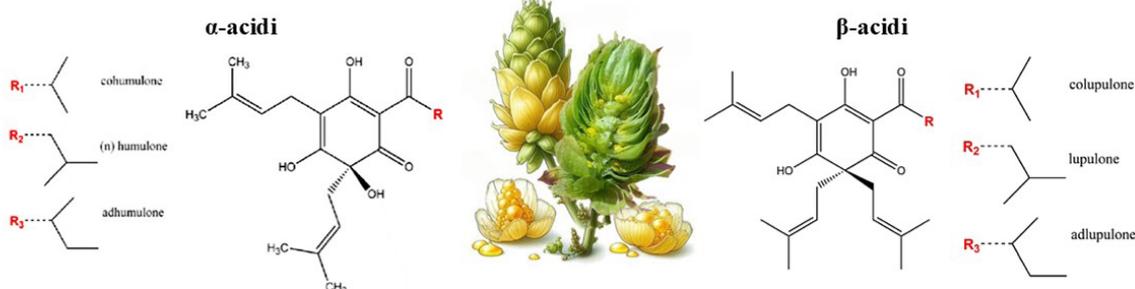
Burgess, A. H. (1964). Hops: Botany, cultivation, and utilization. Published in 1964 in New York by Interscience Publishers. <https://lib.ugent.be/catalog/rugo:000947647>



COMPOSIZIONE CHIMICA DELLE RESINE



Le ghiandole lupuliniche contenute all'interno dei coni producono le resine, una miscela complessa di composti suddivisi in funzione della loro solubilità. Le resine morbide, solubili in esano, sono d'interesse per il settore brassicolo e sono costituite da α e β -acidi. Gli α -acidi costituiscono dal 2 al 20% del peso secco dei coni mentre i β -acidi dal 2 al 5%.



Zangrando, Tullio., & Marconi, Mirco. (2018). Birra. 2, Materie prime, tecnologia, stili. https://www.macrolibrarsi.it/libri/_birra-volume-2-libro.php



COMPOSIZIONE CHIMICA DEGLI OLI



Gli oli essenziali costituiscono tra lo 0,5% e l'1,5% del peso secco dei coni in funzione della cultivar considerata. I composti che costituiscono gli oli essenziali rivestono un ruolo importante nell'aroma che il luppolo conferisce durante il processo di birificazione.

MONOTERPENI

SESQUITERPENI

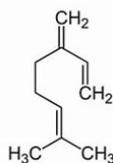
ESTERI

ALCOLI

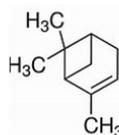
ALDEIDI

CHETONI

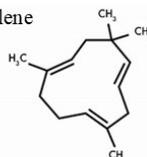
β -Mircene



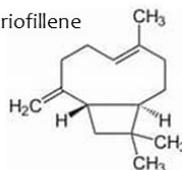
Pinene



α -Umulene



β -Cariofillene



Almaguer, C., Schönberger, C., Gastl, M., Arendt, E. K., & Becker, T. (2014). Humulus lupulus - a story that begs to be told. A review. *Journal of the Institute of Brewing*, 120(4), 289–314.



La centralità della ricerca per lo sviluppo di una filiera brassicola sostenibile e Made in Italy:
l'esperienza del progetto LOB.IT

SCOPO DELL'INDAGINE

La luppolicoltura in Italia rappresenta una filiera nuova e in lenta crescita. Trattandosi di una coltura agricola alternativa e di nicchia, non vi sono ancora tutte le conoscenze necessarie per la determinazione in modo rapido e corretto il momento di raccolta che è soggetto alla variabilità dei fattori ambientali e delle caratteristiche varietali.



lob.it
biodiversità italiana da valorizzare



MINISTERO DELL'AGRICOLTURA
DELLA PESCAICOLTURA
E DELLE FORESTE

crea
Consorzio Nazionale
Cereali e Ricerche Agrarie

UNIVERSITÀ
DI PARMA

MATERIALI E METODI

lob.it
biodiversità italiana da valorizzare

Azienda Agricola Ludovico Lucchi
Campogalliano (MO)

Campionamento randomizzato
150 piante per cultivar

COMET	α-acidi 8-10,5%
	β-acidi 4-5%
	Olio 1,2-2ml/100g
	Date di prelievo
	08/08/2023
	23/08/2023
	31/08/2023
	08/09/2023
	15/09/2023
	21/09/2023
	29/09/2023

CRYSTAL	α-acidi 3-6%
	β-acidi 0,5-8,5%
	Olio 0,8-2,3ml/100g
	Date di prelievo
	23/08/2023
	31/08/2023
	08/09/2023
	15/09/2023
	21/09/2023
	29/09/2023
	06/10/2023

LOTUS	α-acidi 13-17%
	β-acidi 5,5-6%
	Olio 1,5-2,5 ml/100g
	Date di prelievo
	31/08/2023
	08/09/2023
	15/09/2023
	21/09/2023
	29/09/2023
	06/10/2023

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA
DELLA PESCAICOLTURA
E DELLE FORESTE

crea
Consorzio Nazionale
Cereali e Ricerche Agrarie

UNIVERSITÀ
DI PARMA

MATERIALI E METODI



ANALISI MORFOLOGICHE



- DETERMINAZIONE DIMENSIONI DEI CONI
- DETERMINAZIONE DEL COLORE colorimetro
- DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA essiccazione in stufa

ANALISI CHIMICHE



- ANALISI DEGLI ACIDI AMARI macinazione del campione in azoto liquido, estrazione con metanolo e analisi HPLC-UV
- ANALISI DEL CONTENUTO DI OLIO E PROFILO AROMATICO essiccazione di coni, estrazione in corrente di vapore, analisi GC MS

ANALISI STATISTICA



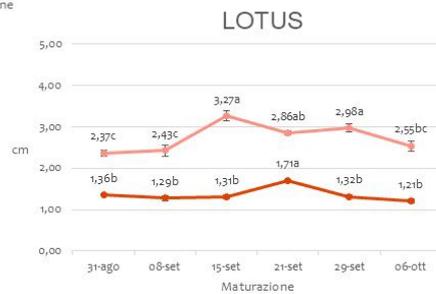
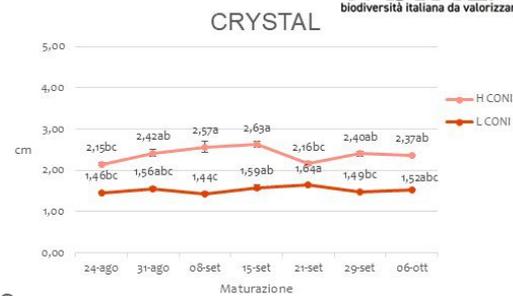
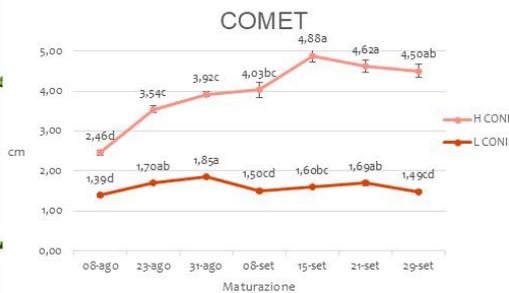
- ANALISI ANOVA



Rodolfi, M., Chiancone, B., Liberatore, C. M., Fabbri, A., Cirli, M., & Ganino, T. (2019). Changes in chemical profile of Cascade hop cones according to the growing area. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(13), 6011–6019.



RISULTATI: DETERMINAZIONE DELLE DIMENSIONI DEI CONI

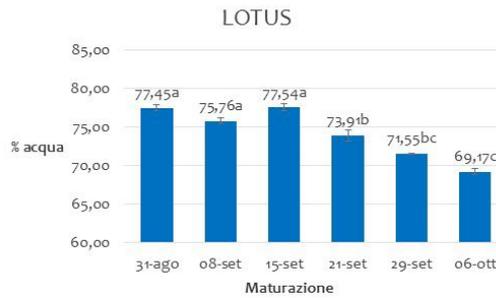
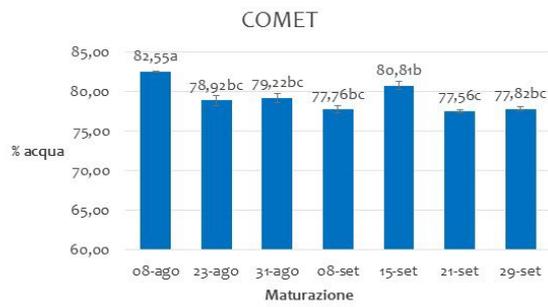


Kavaller, A. R., Litt, A., Ma, C., Pitra, N. J., Coles, M. C., Kennelly, E. J., & Matthews, P. D. (2011b). Phytochemical and morphological characterization of hop cones over five developmental stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(9), 4783–4793.

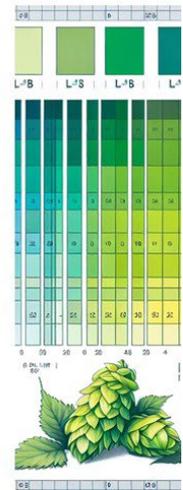
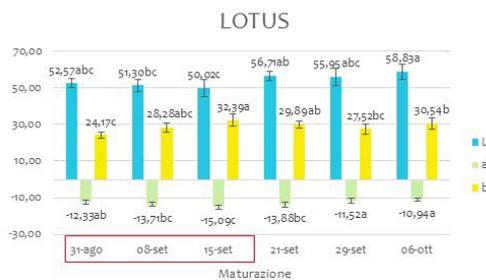
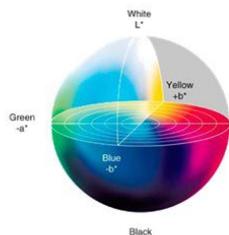
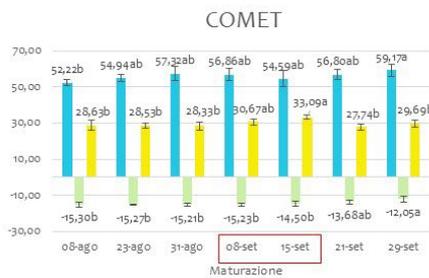


La centralità della ricerca per lo sviluppo di una filiera brassicola sostenibile e Made in Italy:
l'esperienza del progetto LOB.IT

DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA



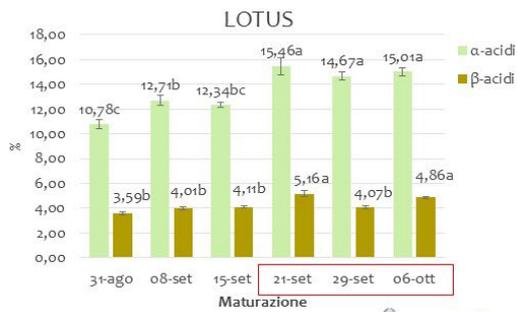
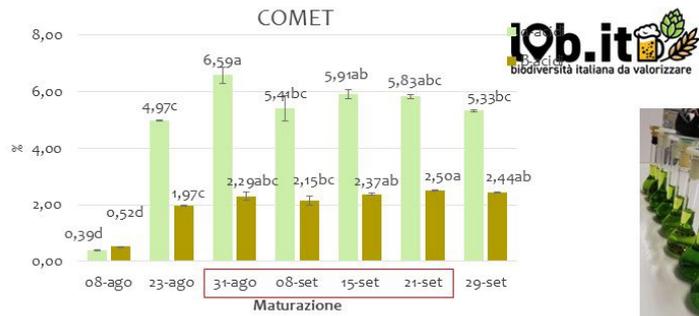
DETERMINAZIONE DEL COLORE



Matsui, H., Inui, T., Oka, K., & Fukui, N. (2016). The influence of pruning and harvest timing on hop aroma, cone appearance, and yield. Food Chemistry, 202, 15–22.



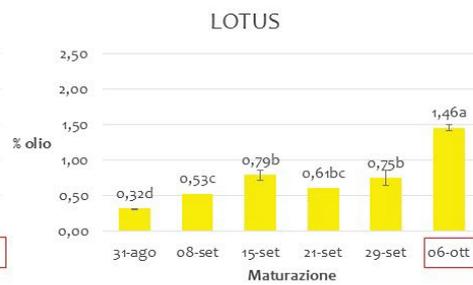
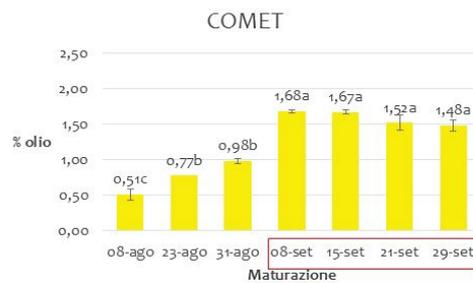
ANALISI DEGLI ACIDI AMARI



Howard, G. A., & Tatchell, A. R. (1957). Resin composition of hops during ripening and storage. *Journal of the Institute of Brewing*, 63(4), 333-337.



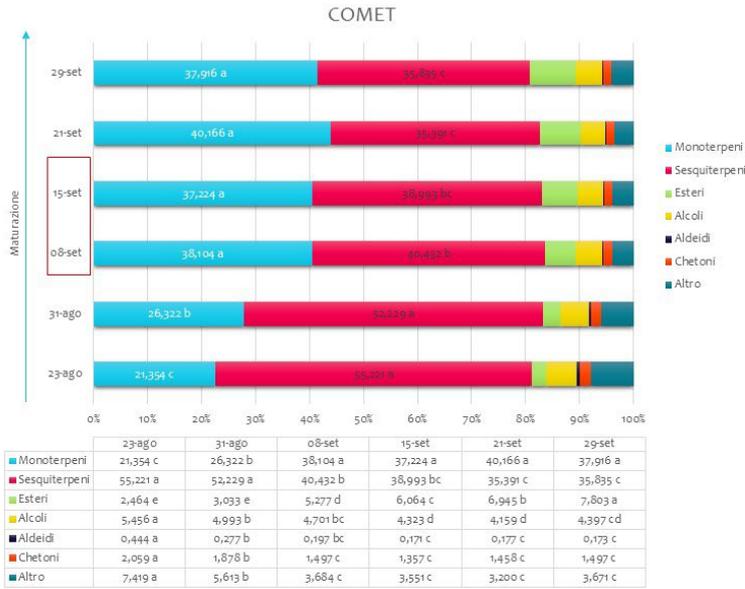
ANALISI DEL CONTENUTO DI OLIO



Lafontaine, S., Varnum, S., Roland, A., Delpech, S., Dagan, L., Vollmer, D., Kishimoto, T., & Shellhammer, T. (2019). Impact of harvest maturity on the aroma characteristics and chemistry of Cascade hops used for dry hopping. *Food Chemistry*, 278, 228-239.



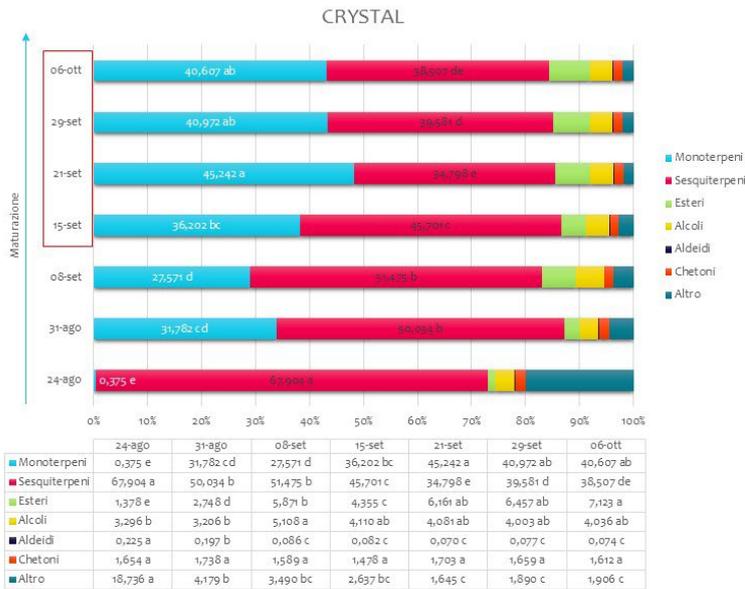
ANALISI DEL PROFILO AROMATICO



Matsui, H., Inui, T., Oka, K., & Fukui, N. (2016). The influence of pruning and harvest timing on hop aroma, cone appearance, and yield. *Food Chemistry*, 202, 15–22.



ANALISI DEL PROFILO AROMATICO



Matsui, H., Inui, T., Oka, K., & Fukui, N. (2016). The influence of pruning and harvest timing on hop aroma, cone appearance, and yield. *Food Chemistry*, 202, 15–22.



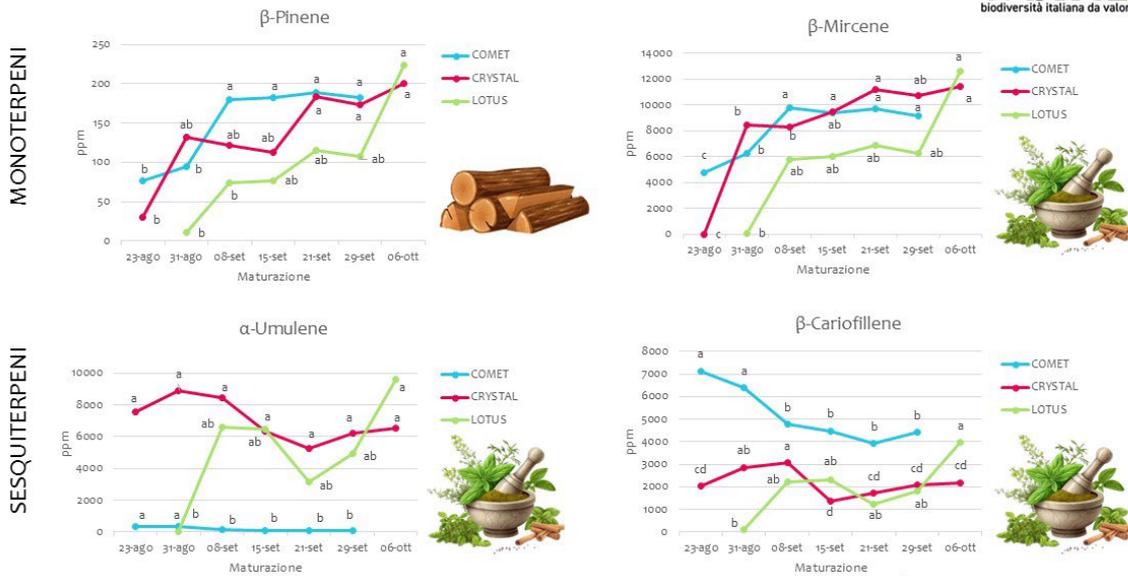
ANALISI DEL PROFILO AROMATICO



Matsui, H., Inui, T., Oka, K., & Fukui, N. (2016). The influence of pruning and harvest timing on hop aroma, cone appearance, and yield. *Food Chemistry*, 202, 15–22.



ANALISI DEI PRINCIPALI COMPOSTI AROMATICI



Hong, K., Xu, Z., Wang, L., Johnpaul, A., Cheng, Y., Lv, C., & Ma, C. (2022). Varietal differences in the phytochemical composition and aroma profile of three *Humulus lupulus* cultivars. *Food Control*, 132, 108499.



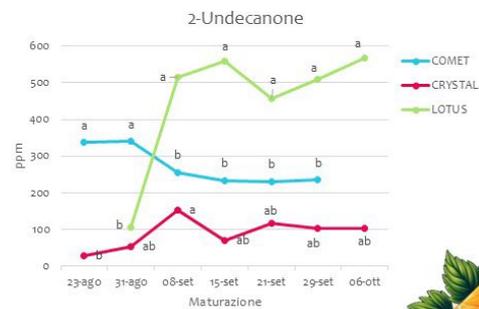
ANALISI DEI PRINCIPALI COMPOSTI AROMATICI



ALCOLI



CHETONI



Hong, K., Xu, Z., Wang, L., Johnpaul, A., Cheng, Y., Lv, C., & Ma, C. (2022). Varietal differences in the phytochemical composition and aroma profile of three *Humulus lupulus* cultivars. *Food Control*, 132, 108499.

CONCLUSIONI



MATURAZIONE OTTIMALE

- Comet: 8-15 settembre
- Crystal: 15 settembre
- Lotus: 6 ottobre

METODO DI DETERMINAZIONE RAPIDO

- Nessun metodo è applicabile a tutte le cultivar.
- Cultivar più precoci: possibile applicazione della combinazione di dimensione e colore dei coni.



CULTIVAR COMET	Maturazione						
	08-ago	23-ago	31-ago	08-set	15-set	21-set	29-set
α-acidi							
Olio							
Composti aromatici							

CULTIVAR CRYSTAL	Maturazione						
	23-ago	31-ago	08-set	15-set	21-set	29-set	06-ott
α-acidi							
Olio							
Composti aromatici							

CULTIVAR LOTUS	Maturazione					
	31-ago	08-set	15-set	21-set	29-set	06-ott
α-acidi						
Olio						
Composti aromatici						

Raccolta non ottimale
 Raccolta ottimale



SEQUENZIAMENTO HTS E RISANAMENTO *IN VITRO* PER LA QUALIFICAZIONE FITOSANITARIA DEL GERMOPLASMA DI LUPPOLO

A. Taglienti, L. Ferretti, M. Luigi

CREA - Centro di ricerca Difesa e Certificazione

Stato dell'arte

La situazione fitosanitaria del luppolo in Italia, investigata nell'ambito del progetto "LUPPOLO.IT" attraverso un monitoraggio in luppoleti del centro e nord Italia, riporta come siano soprattutto infestazioni da artropodi e infezioni da virus e viroidi a compromettere la produzione e la qualità dei coni (Gargani et al., 2018, 2019; Luigi et al., 2023). Emerge dunque la necessità di intraprendere un'attività di risanamento *in vitro* di materiale infetto, già in parte effettuata nel corso del progetto "INNOVA.LUPPOLO". Il protocollo di termoterapia abbinata alla coltura di meristema (Postman et al., 2005), ha evidenziato una limitata efficacia sulla varietà 'Centennial', sulla quale è stato possibile eliminare solo il virus american hop latent virus (AHLV) ma non le altre due specie virali (hop latent virus – HLV e hop mosaic virus – HpMV) e il viroide (hop latent viroid – HLVD) presenti nei campioni sottoposti a risanamento.

Nel progetto LOB.IT, il CREA-DC Sede di Roma (U.O. 3) prosegue l'attività di risanamento *in vitro* di germoplasma di luppolo, nell'ambito delle attività previste dal WP3. Le strategie si orientano su due fronti: i) valutazione del protocollo già provato su 'Centennial' su altre varietà di luppolo, essendo spesso l'effetto di queste tecniche genotipo-dipendente; ii) messa a punto e applicazione della tecnica di crioterapia ai fini del risanamento da patogeni virali.

Risultati

La strategia che nella prima metà del progetto è stata maggiormente investigata, dando i risultati più promettenti, è stata quella del cambio di genotipo da sottoporre a risanamento. La scelta del genotipo è stata influenzata dalla imprevista disponibilità di materiale vegetale sano (plantule *in vivo* e *in vitro*) messo a disposizione dal Dr. Marco Cardoni, Centro Attività Vivaistiche (CAV). Tale materiale, appartenente ai due genotipi ET8 e Magnum, era stato testato per virus e viroidi risultandone esente; ciò ha richiamato l'attenzione della U.O.3, dato che nell'estensivo monitoraggio dei luppoleti italiani non era stata mai trovata una singola pianta totalmente sana. Il materiale proviene dall'Università di Parma, partner del progetto, e fa parte delle risultanze di due progetti: "ProHopSmartChain" (PSR Emilia Romagna misura 16.01), e un progetto del Comune di Marano sul Panaro (MO). Il genotipo 'Magnum' è una varietà commerciale, mentre 'ET8' proviene da una selezione massale effettuata presso l'Università di Parma, Dipartimento di Scienze degli Alimenti e del Farmaco, dal gruppo del prof. Tommaso Ganino, che in LOB.IT è responsabile del WP2 e della U.O.2.

Presso la U.O.3 le plantule *in vivo* sono state trapiantate in serra, ritestate per i tre virus e il viroide, e confermate negative. Il materiale *in vitro* è stato conservato in camera di crescita con periodiche subcolture. Per la produzione di piante madri, nell'ottica dell'allestimento di uno schema di certificazione volontaria del materiale vivaistico che costituisce l'obiettivo ultimo del WP3, il materiale a disposizione appariva ottimale: stato fitosanitario virus-esente, ampie possibilità di moltiplicazione dato l'abbondante numero di piante a disposizione sia *in vivo* che *in vitro*. Come ultimo step, si è quindi sottoposto il materiale ad analisi RNAseq High Throughput Sequencing (HTS) (EPPO, 2022; Massart et al., 2014); tale metodo molecolare di nuova generazione: i) individua tutti i patogeni eventualmente presenti nel campione in un'unica analisi; ii) non necessita di alcuna informazione preventiva sul target da ricercare; iii) fornisce le sequenze genomiche complete dei patogeni rilevati; iv) ha una sensibilità paragonabile ai metodi molecolari tradizionali, e una risoluzione tassonomica a livello di specie, spesso di *strain*. Nella routine della diagnostica fitopatologica è utilizzato in programmi di sorveglianza fitosanitaria, nella certificazione piante madri e materiali propagazione, nei controlli alle dogane e nel monitoraggio di merci di importazione. Presso il CREA-DC, l'HTS non è ancora utilizzato nella diagnostica di routine, ma costituisce un valido strumento di supporto nelle attività di ricerca, soprattutto per la verifica di virus-esenza, caratterizzazione di specie o *strain*, e in diagnosi avanzata su campioni sintomatici incogniti.

I risultati dell'analisi HTS hanno confermato la virus-esenza del genotipo 'ET8' (costituito da un pool di 4 piante fra quelle trapiantate e allevate in serra); le piante sono state dunque trasferite in *screenhouse* anti-insetto per proteggerle da eventuali reinfezioni.

Per quanto riguarda il genotipo 'Magnum', invece, l'analisi HTS ha individuato la presenza di HLV, che non era stata riscontrata con i metodi molecolari tradizionali, effettuati sia al CAV che presso l'U.O.3. Un approfondimento di indagine sulla sequenza completa dell'isolato di HLV ricostruita con l'HTS ha permesso di determinare che si tratta di un isolato divergente, dunque estremamente diverso, pur all'interno dei criteri di demarcazione di specie, da tutti gli isolati di HLV presenti in banca dati, compresi quelli italiani depositati dal CREA-DC. Il motivo del falso negativo ottenuto con l'analisi tradizionale è da individuarsi proprio in questa larga differenza di sequenza, che ha permesso all'isolato di sfuggire alla detection. Una ulteriore analisi, effettuata sempre con metodi molecolari ma tramite un test dotato di maggiore specificità, ha consentito di confermare il risultato di positività a HLV, estendendolo a tutte le piante di 'Magnum' disposizione.

Conclusioni

Da un confronto con l'U.O.2 si è stabilito, con l'avvio della nuova stagione vegetativa, di effettuare un sopralluogo a carattere fitopatologico nel campo dove sono conservati ulteriori individui di ET8, per accertare la possibile reinfezione e correlarla all'eventuale presenza di cicaline. La collaborazione fra le due U.O. sarà estesa anche al controllo diagnostico dei parentali utilizzati dall'Università di Parma nell'attività di breeding su luppolo, in modo da facilitare la produzione di nuovi genotipi fitosanitariamente qualificati.

Il lavoro sul genotipo “Magnum” proseguirà con la caratterizzazione molecolare e biologica dell'interessante isolato di HLV rilevato, depositando inoltre la sequenza genomica completa in banca dati; inoltre, è stato già avviato il processo di risanamento *in vitro*, mirato all'eliminazione dell'unico virus presente.

Bibliografia

EPPO. (2022). PM7/151 (1) Considerations for the use of high throughput sequencing in plant health diagnostics. *EPPO Bulletin*, 52(3), 619–642. <https://doi.org/10.1111/epp.12884>

Gargani, E., Faggioli, F., & Haegi, A. (2018). A survey on pests and diseases of Italian Hop crops. *Italus Hortus*, 24, 1–17. <https://doi.org/10.26353/j.itahort/2017.2.117>

Gargani, E., Simoni, S., Benvenuti, C., Haegi, A., Ciccoritti, R., Carbone, K., Roversi, P., & Ferretti, L. (2019). Stato sanitario, difesa e criticità del luppolo in Italia. *Informatore Agrario*, 39, 56–60.

Luigi, M., Donati, L., Sciarroni, R., Gentili, A., Taglienti, A., Tiberini, A., Faggioli, F., & Ferretti, L. (2023). Carlavirus Species Infecting Hop Plants in Italy: Molecular Identification and Phylogenetic Analyses of the Detected Isolates. *Plants*, 12(19), 3514. <https://doi.org/10.3390/plants12193514>

Massart, S., Olmos, A., Jijakli, H., & Candresse, T. (2014). Current impact and future directions of high throughput sequencing in plant virus diagnostics. *Virus Research*, 188, 90–96. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2014.03.029>

Postman, J., DeNoma, J., & Reed, B. (2005). Detection and Elimination of Viruses in USDA Hop (*Humulus lupulus*) Germplasm Collection. *Proceedings of the 1st International Symposium on Humulus*.

HIGH THROUGHPUT SEQUENCING AND IN VITRO VIRUS ELIMINATION SUPPORTING THE PHYTOSANITARY IMPROVEMENT OF HOP GERMPLASM

A. Taglienti, L. Ferretti, M. Luigi

CREA - Research Centre for Plant Protection and Certification

State of the art

The phytosanitary state of hop germplasm in Italy was investigated in the frame of the “LUPPOLO.IT” project, by an extensive survey in hop fields in Center and Northern Italy; such activity allowed to obtain a precise overview, reporting arthropod infestations and virus/viroid infections as the main limiting factors reducing the quality and quantity of cone production (Gargani et al., 2018, 2019; Luigi et al., 2023). Hence, virus elimination was necessary to obtain virus-free germplasm, which was already started in the frame of the “INNOVA.LUPPOLO” project. The protocol applying thermotherapy + meristem culture (Postman et al., 2005) had limited efficacy on the Centennial variety; in fact, only american hop latent virus (AHLV) was eliminated by the protocol, while the other two carlavirus species (hop latent virus – HLV and hop mosaic virus – HpMV) and hop latent viroid – HLVD were still detected on the germplasm after virus elimination.

In the frame of the “LOB.IT” project, CREA-DC (U.O. 3) is still involved in the *in vitro* virus elimination on hop germplasm, which represents the activity in WP3. Two strategies were undertaken: i) evaluation of the above mentioned protocol on other hop varieties, given that such elimination techniques are frequently highly genotype-dependent; ii) development and optimization of a cryotherapy protocol for virus elimination in hop.

Results

The first strategy was most thoroughly examined and gave best results in the first half of the project. The choice of new genotypes to work with was led by the unexpected availability of *in vitro* and *in vivo* healthy plants provided by Dr. Marco Cardoni, Centro Attività Vivaistiche (CAV). Such plant material belonged to two genotypes, ‘ET8’ and ‘Magnum’, and was considered virus- and viroid-free after repeated diagnoses; hence, it was considered very interesting for the aims of the project and beyond, since no healthy hop plants were ever retrieved in the surveys of hop fields in Italy. These plants were property of the University of Parma, which is a “LOB.IT” partner as U.O. 2, and were obtained in the frame of two projects: “ProHopSmartChain” (PSR Emilia Romagna misura 16.01), and a project by Comune di Marano sul Panaro (MO). ‘Magnum’ is a commercial variety, while ‘ET8’ was obtained from a mass selection activity performed at the University of Parma by Prof. Tommaso Ganino’s group, head of U.O. 2 and in charge of WP2 in “LOB.IT”.

When received, the plantlets were transplanted in a greenhouse, retested for the three viruses and the viroid, and confirmed negative. The *in vitro* material was grown in controlled conditions and periodically subcultured. Such material was considered a good candidate for mother plants production, in the frame of a voluntary certification scheme of hop as the main aim of WP3 in "LOB.IT"; in fact, both genotypes were considered virus-free and their multiplication appeared easy, given the high amount of plants available both *in vivo* and *in vitro*. As a final check, samples of the two genotypes were subjected to RNAseq High Throughput Sequencing (HTS) (EPPO, 2022; Massart et al., 2014), an innovative molecular method that: i) is capable of detecting all organisms present in a sample, including pathogens, in a single analysis; ii) does not require any a priori information on the target to detect; iii) provides genomic sequences, often complete genomes, of the detected pathogens; iv) has comparable sensitivity to traditional molecular methods and a taxonomic resolution to species or strain level. In routine plant health diagnostics, HTS is already extensively applied in surveillance programmes, in the certification of mother plants and propagation material, in controls at borders and in monitoring of imported commodities. At CREA-DC, HTS is not yet applied in routine diagnostics, but represents a powerful tool in research activities, for virus-free confirmation, species or strain characterization of quarantine pathogens, and in advanced diagnostics on symptomatic unknowns.

HTS results confirmed that the ET8 plants were virus-free (the analysis was performed on a pool of 4 randomly chosen plants among those transplanted and raised in greenhouse); the plants were then transferred to an insect-proof screenhouse in order to protect them from reinfection.

On the other hand, HTS reported a HLV infection on Magnum plants, which had gone undetected in previous analyses performed both at CAV and CREA-DC. The complete sequence of the HLV isolate retrieved by HTS further allowed to assess that a divergent isolate was present, hence with a quite different genome sequence as compared to all HLV isolates from GenBank, including the Italian ones deposited by CREA-DC. The false negative results obtained in previous analyses were indeed due to such a wide difference of this isolate, which escaped detection with the traditional generic test. An additional analysis, performed with the traditional molecular method but using a more specific test, allowed to confirm HLV in all Magnum plants.

Conclusions

In collaboration with U.O.2, a plant health survey was planned in the forthcoming vegetative season in the hop field at University of Parma, where more ET8 plants are maintained, in order to assess a possible reinfection, likely correlated to the presence of leafhoppers. The collaboration will also be extended to the breeding activity on hop which is performed by University of Parma: parental lines (both pollen and plants) will be tested for virus/viroid presence in advance by CREA-DC, in order to improve the phytosanitary quality of the new produced genotypes.

The HLV divergent isolate detected on 'Magnum' will be further characterized in its molecular and biological features, and its complete genome sequence will be deposited in GenBank;

moreover, the *in vitro* elimination has already started with the aim of obtaining 'Magnum' virus-free plants.

References

- EPPO. (2022). PM7/151 (1) Considerations for the use of high throughput sequencing in plant health diagnostics. *EPPO Bulletin*, 52(3), 619–642. <https://doi.org/10.1111/epp.12884>
- Gargani, E., Faggioli, F., & Haegi, A. (2018). A survey on pests and diseases of Italian Hop crops. *Italus Hortus*, 24, 1–17. <https://doi.org/10.26353/j.itahort/2017.2.117>
- Gargani, E., Simoni, S., Benvenuti, C., Haegi, A., Ciccoritti, R., Carbone, K., Roversi, P., & Ferretti, L. (2019). Stato sanitario, difesa e criticità del luppolo in Italia. *Informatore Agrario*, 39, 56–60.
- Luigi, M., Donati, L., Sciarroni, R., Gentili, A., Taglienti, A., Tiberini, A., Faggioli, F., & Ferretti, L. (2023). Carlavirus Species Infecting Hop Plants in Italy: Molecular Identification and Phylogenetic Analyses of the Detected Isolates. *Plants*, 12(19), 3514. <https://doi.org/10.3390/plants12193514>
- Massart, S., Olmos, A., Jijakli, H., & Candresse, T. (2014). Current impact and future directions of high throughput sequencing in plant virus diagnostics. *Virus Research*, 188, 90–96. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2014.03.029>
- Postman, J., DeNoma, J., & Reed, B. (2005). Detection and Elimination of Viruses in USDA Hop (*Humulus lupulus*) Germplasm Collection. *Proceedings of the 1st International Symposium on Humulus*.



Sequenziamento HTS e risanamento *in vitro* per la qualificazione fitosanitaria del germoplasma di luppolo

Anna Taglienti, CREA-DC
U.O. 3

U.O. 3 CREA-DC

WP 3. Risanamento *in vitro* di germoplasma di luppolo

Partecipanti U.O. 3

- Anna Taglienti (Responsabile U.O.)
- Luca Ferretti (Task Leader)
- Marta Luigi (Partecipante)

Attività U.O. 3

- WP 3
- Task 3.1 Valutazione dello stato sanitario del materiale da risanare
- Task 3.2 Moltiplicazione del materiale da sottoporre a risanamento
- Task 3.2 Risanamento *in vitro* e monitoraggio post-risanamento

WP3. Risanamento <i>in vitro</i> di germoplasma di luppolo																			
Task 3.1 Valutazione dello stato sanitario del materiale da risanare																			
Task 3.2 Moltiplicazione del materiale da sottoporre a risanamento																			
Task 3.3 Risanamento <i>in vitro</i> e monitoraggio post-risanamento																			

Marzo 2024

Plantule *in vivo* e *in vitro*
da UniPr

conservate presso CAV
testate virus-esenti

- 'Magnum' – varietà commerciale
- 'ET8' – da selezione massale UniPr

In vivo: trapiantate in serra presso CREA-DC,
ritestate per carlavirus e HLVd, confermate negative.

In vitro: conservate in camera di crescita con periodiche subcolture

Progetti

- **ProHopSmartChain**
(PSR Emilia Romagna misura 16.01 - 3A)
- **Comune di Marano sul Panaro (MO)**



Materiale vegetale iniziale



analisi RNAseq High Throughput Sequencing (HTS) per conferma virus-esenza



3

High Throughput Sequencing



Metodo molecolare di nuova generazione:

- individua tutti i patogeni eventualmente presenti nel campione in un'unica analisi
- non c'è bisogno di alcuna informazione preventiva sul target da ricercare
- fornisce le sequenze genomiche complete dei patogeni rilevati
- sensibilità paragonabile ai metodi molecolari tradizionali
- risoluzione tassonomica a livello di specie, spesso di strain

In diagnosi di routine per fitopatogeni, utilizzato per:

- programmi di sorveglianza fitosanitaria
- certificazione piante madri e materiali propagazione
- controlli alle dogane
- monitoraggio di merci di importazione

@ CREA-DC:

- verifica virus esenza
- caratterizzazione strain
- diagnosi avanzata campioni sintomatici incogniti



4

Risultati

'ET8'

- ✓ Pool di 4 piante **confermato esente da virus e viroidi**



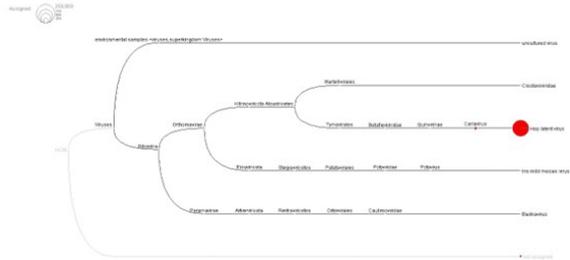
- mantenuto in greenhouse @ CREA - DC come controllo negativo per analisi luppolo

- campionamento piante in campo catalogo UniPr **possibile reinfezione?**
presenza cicaline?

'Magnum'



- ✓ Rilevato hop latent virus



- ✓ Confermato su tutte le piante da analisi specifica
- ✓ Sequenza genomica completa attesta un **isolato divergente**

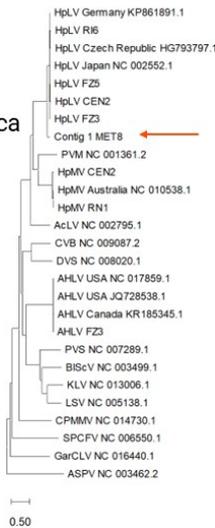


5

More on... 'Magnum'



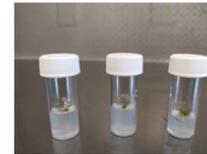
analisi filogenetica



- analisi su singola proteina (più accessioni in GenBank)
- caratterizzazione molecolare e biologica isolato
- deposito accessione in GenBank



Avviato risanamento *in vitro* da HpLV mediante coltura di meristema



- risanamento da un solo virus
- disponibilità di piante in campo infette per confronto su qualità dei coni
- avvio schema di certificazione



6

Linea di ricerca "Orzo e cereali da malto"

ORZO DA BIRRA ITALIANO PER COLTIVAZIONE CONVENZIONALE E BIOLOGICA

Alberto Gianinetti, Marina Baronchelli, Nadia Faccini, Daniela Palma, Luigi Cattivelli

CREA - Centro di ricerca Genomica e Bioinformatica

Stato dell'arte

La granella d'orzo è la principale materia prima per la produzione della birra, processo per il quale l'orzo deve essere maltato, al fine di aumentare il contenuto di enzimi. La maltazione è un processo di germinazione controllata in cui la crescita del germinello viene bloccata mediante essiccazione prima che il coleoptile emerga dalle glumelle. Il malto viene poi macinato, ammostato e utilizzato come substrato per la fermentazione alcolica da parte del lievito.

Le varietà di orzo destinato alla produzione di birra sono tipicamente distiche e primaverili. Tali cultivar sono selezionate per massimizzare la resa del processo di maltazione e la qualità della birra. Al fine di favorire una corretta scelta varietale, il CREA - Centro di ricerca Genomica e Bioinformatica coordina una rete di prove varietali finalizzate alla caratterizzazione agronomica e qualitativa delle varietà di orzo da birra coltivate in Italia.

Negli ultimi anni il mondo della birra è stato caratterizzato dalla nascita di centinaia di microbirrifici che producono birre artigianali. Uno dei fattori limitanti è rappresentato dalla mancanza di filiere locali capaci di garantire sia la produzione dell'orzo, la sua trasformazione in malto e la conseguente produzione di una birra artigianale che possa vantare una completa tipicizzazione d'origine. In quest'ambito, l'attività di ricerca WP5, svolta dal Centro di ricerca Genomica e Bioinformatica (sede di Fiorenzuola d'Arda, PC) nell'ambito del progetto LOB.IT, è volta a selezionare varietà di orzo da birra «made in Italy», adatte all'ambiente italiano, con buone caratteristiche qualitative e resistenti alle malattie, al fine di consentire una buona resa anche in agricoltura biologica.

La sostenibilità della coltivazione dell'orzo, come di altre colture, è supportata da un continuo progresso genetico che mira a migliorare le caratteristiche produttive e qualitative, e le resistenze a stress biotici e abiotici. In questa attività di miglioramento genetico, grande attenzione è rivolta alla ricerca e all'introduzione di fonti di resistenza alle malattie virali e fungine. Piante geneticamente resistenti permettono produzioni più elevate e salubri senza ricorrere a trattamenti fitosanitari, cosa specificamente necessaria per l'agricoltura biologica. Le moderne varietà di orzo portano fonti di resistenza alle virosi (virus del mosaico dell'orzo e virus del nanismo giallo dell'orzo), all'oidio, alla striatura bruna (*Pyrenophora graminea*), alla maculatura bruna (*Pyrenophora teres*) e ad altre malattie fungine, selezionate anche grazie all'uso di marcatori molecolari.

La ricerca di nuove fonti di resistenza alle malattie è essenziale per contrastare l'evoluzione dei patogeni. Da oltre 25 anni, il Centro di ricerca di Fiorenzuola cura la ricerca di nuove fonti di resistenza alla striatura bruna dell'orzo, normalmente controllata con la concia. L'introduzione di resistenze genetiche alla striatura bruna è fondamentale per la coltivazione in biologico, dove non è possibile ricorrere alla concia del seme.

Risultati

Nell'ambito del progetto LOB.IT, il WP5 persegue la valorizzazione delle caratteristiche agronomiche (produzione), qualitative (qualità del malto) e sanitarie (resistenza alle malattie) degli orzi distici italiani mediante miglioramento genetico classico e assistito (con marcatori molecolari). Nell'arco dei tre anni del progetto si svilupperanno linee avanzate di orzo da birra, effettuando una prima valutazione agronomica e qualitativa.

Le linee selezionate saranno rese disponibili a ditte sementiere interessate allo sviluppo e commercializzazione degli orzi da birra per coltivazione convenzionale e biologica. Tale attività è volta a favorire lo sviluppo della filiera brassicola nonché l'implementazione, all'interno della filiera stessa, di varietà nazionali, con benefici per agricoltori, utilizzatori e consumatori.

L'attività di miglioramento genetico dedicata al progetto è basata su oltre 700 progenie derivanti da dieci incroci di materiale élite, precedentemente riprodotti in bulk (sino alla generazione F5) e poi (nel 2022-23) allevati in campo in file con semina spaziata (Tab. 1).

Tabella 1. Progenie ottenute dagli incroci disponibili per il progetto.

<i>Famiglia (incrocio)</i>	<i>n. linee</i>
FO 6237	82
FO 6238	76
FO 6239	72
FO 6240	81
FO 6241	43
FO 6242	75
FO 6243	65
FO 6244	75
FO 6245	65
FO 6246	73
Total	707

Tali materiali derivano da incroci miranti a combinare una buona qualità maltaria con resistenze genetiche verso le principali malattie attraverso la Marker Assisted Selection (MAS; Tab. 2), al fine di sviluppare varietà adatte anche alla coltivazione in biologico.

Tabella 2. Parentali degli incroci e caratterizzazione MAS. Odyssey, Overture e RGT Planet sono cultivar da birra, già dotate di resistenze all'oidio (*mlo11*); mentre gli altri tre sono genotipi utilizzati per introdurre ulteriori resistenze a patogeni, specificamente: al virus del mosaico (*rym4*), al virus del nanismo (*Yd2*), alla maculatura bruna (teres *GB-6H*) e alla striatura bruna (ceppi I2 e I5).

Genotipo	<i>rym4</i>	<i>Yd2</i>	<i>teres GB-6H</i>	<i>mlo11</i>	% inf. <i>P. graminea</i>	
					I2	I5
ODYSSEY	S	S	S	R	45	100
OVERTURE	S	S	S	R	71	100
RGT PLANET	S	S	S	R	100	100
GEMMA	R	S	S	S	84	84
FIO 10885A	R	R	R	S	2	18
FIO 10933A	R	R	S	S	23	57

Nel 2024 si è operata una selezione delle linee fenotipicamente più promettenti, soprattutto grazie all'uso di marcatori molecolari per il tracciamento delle resistenze genetiche ai principali patogeni. Sono così state selezionate numerose (>50) linee F7 con diverse combinazioni di resistenze (Tab. 3).

Tabella 3. Combinazioni di resistenze presenti nelle linee selezionate nel 2024.

N resistenze	Resistenze	Frequenza
0	Senza resistenze	8%
1	Res. mosaico (<i>rym4</i>)	30%
1	Res. nanismo (<i>Yd2</i>)	7%
1	Res. oidio (<i>mlo11</i>)	1%
1	Res. teres	1%
2	<i>rym4</i> + <i>Yd2</i>	16%
2	<i>rym4</i> + <i>mlo11</i>	3%
2	<i>rym4</i> + teres	7%
2	<i>Yd2</i> + teres	4%
2	<i>mlo11</i> + teres	1%
3	<i>rym4</i> + <i>Yd2</i> + teres	14%
3	<i>rym4</i> + <i>mlo11</i> + teres	3%
3	<i>Yd2</i> + <i>mlo11</i> + teres	1%
4	<i>rym4</i> + <i>Yd2</i> + <i>mlo11</i> + teres	5%

Nel 2024-2025 sono in corso le prove agronomiche per le linee selezionate, mentre nell'autunno 2025 si effettuerà la valutazione della qualità maltaria. In parallelo, si è anche predisposta una

prova per la valutazione della resistenza a striatura bruna. Sulla base delle valutazioni agronomica e qualitativa si prevede di restringere il numero di linee interessanti a circa 10. Su questi materiali si effettuerà un test per valutare la suscettibilità al carbone.

Conclusioni

Uno degli obiettivi prioritari del programma di miglioramento genetico dell'orzo da birra del Centro di ricerca Genomica e Bioinformatica è la sostenibilità. Particolare attenzione è pertanto dedicata allo sviluppo di linee con resistenze genetiche alle principali malattie. Per la selezione assistita di molte resistenze sono impiegati marcatori molecolari. Inoltre, sono già disponibili varietà caratterizzate da buona qualità maltaria ed elevata capacità produttiva: Pariglia (orzo distico, invernale, da birra; iscritto nel 2007 e distribuito da SIS) e Lucrezia (orzo distico, alternativo, da birra; iscritto nel 2022 e distribuito da Società Produttori Sementi).

Bibliografia

Gianinetti, A., Baronchelli, M., Faccini, N., Tagliaferri, I., Cattivelli, L. (2023). Qualità buona per gli orzi da malto 2021-2022 - Risultati biennali della sperimentazione. *Inf. Agr.* LXXIX(26), 42-45.

Tondelli, A., Delbono, S., Badeck, F., Biselli, C., Rizza, F., Pagani, D., Faccini, N., Alberici, R., Baronchelli, M., Reggiani, F., Gianinetti, A., Valè, G., e Cattivelli, L. (2017). Innovazione e sostenibilità nella coltivazione dell'orzo. *Atti dell'Accademia dei Georgofili, Serie VIII, 12(2)*, 243-251.

ITALIAN MALTING BARLEY FOR CONVENTIONAL AND ORGANIC CULTIVATION

Alberto Gianinetti, Marina Baronchelli, Nadia Faccini, Daniela Palma, Luigi Cattivelli

CREA - Research Centre for Genomics & Bioinformatics

State of the Art

Barley grain is the main raw material for brewing, operation for which barley must be malted in order to increase enzyme content. Malting is a controlled germination process in which growth is stopped by drying before the coleoptile emerges from the hull. The malt is then ground, mashed and used as a substrate for alcoholic fermentation by yeast.

Barley varieties for malting are typically two-row spring barley. These cultivars are selected to maximize the yield of the malting process and beer quality. In order to facilitate proper varietal selection, CREA - Research Centre for Genomics & Bioinformatics coordinates a network of varietal trials aimed at the agronomic and qualitative characterization of malting barley varieties grown in Italy.

In recent years, the beer world has been characterized by the emergence of hundreds of microbreweries producing craft beers. One of the limiting factors, however, is the lack of local supply chains capable of ensuring both the production of barley, its transformation into malt and the subsequent production of a craft beer that can boast a complete typification of origin. In this context, the WP5 research activity, carried out at the Research Centre for Genomics & Bioinformatics (Fiorenzuola d'Arda, PC) as part of the LOB.IT project, is aimed at selecting "made in Italy" malting barley cultivars, suitable for the Italian environment, with good quality characteristics and resistant to diseases, in order to allow a good yield even in organic farming.

The sustainability of barley cultivation, as of other crops, is supported by continuous genetic progress aimed at improving production and quality traits, and resistances to biotic and abiotic stresses. In this breeding activity, great attention is paid to research for the introduction of sources of resistance to viral and fungal diseases. Genetically resistant plants allow for higher and healthier yields without resorting to phytosanitary treatments, a specifically important feature for organic farming. Modern barley varieties carry sources of resistance to viruses (barley mosaic virus and barley yellow dwarf virus), powdery mildew, barley stripe (*Pyrenophora graminea*), barley blotch (*Pyrenophora teres*) and other fungal diseases, which can be selected through the use of molecular markers.

The search for new sources of disease resistance is essential to counter the evolution of pathogens. To this aim, for more than 25 years, the Research Centre for Genomics & Bioinformatics in Fiorenzuola d'Arda has been researching new sources of resistance to barley stripe in barley, which is normally controlled with seed dressing. The introduction of genetic resistance to barley stripe is crucial for organic farming, wherein seed dressing cannot be used.

Results

As part of the LOB.IT project, WP5 pursues the enhancement of agronomic (production), quality (malt quality) and plant health (disease resistance) characteristics of Italian two-row barleys through classical and assisted (with molecular markers) breeding. Over the three years of the project, advanced malting barley lines will be developed and an initial agronomic and qualitative evaluation will be conducted.

The selected lines will be made available to seed companies interested in the development and marketing of malting barleys for conventional and organic cultivation. This activity is aimed at fostering the development of the brewing industry as well as the implementation of domestic cultivars within the industry, with benefits for farmers, users and consumers. The breeding activity dedicated to the project is based on more than 700 progenies derived from ten crosses of elite material, previously bred in bulk (up to the F5 generation) and then (in 2022-23) bred in the field in rows with spaced seeding (Tab. 1).

Table 1. Progenies obtained from the crosses available for the project.

<i>Family (cross)</i>	<i>n. lines</i>
FO 6237	82
FO 6238	76
FO 6239	72
FO 6240	81
FO 6241	43
FO 6242	75
FO 6243	65
FO 6244	75
FO 6245	65
FO 6246	73
Total	707

These materials are derived from crosses aimed at combining good malting quality with genetic resistances toward major diseases through Marker Assisted Selection (MAS; Tab. 2) in order to develop varieties also suitable for organic cultivation.

Table 2. Cross parentals and MAS characterization. Odyssey, Overture, and RGT Planet are malting cultivars already endowed with resistance to powdery mildew (*mlo11*); while the other three are genotypes used to introduce additional resistances to pathogens, specifically: to mosaic virus (*rym4*), dwarf virus (*Yd2*), barley blotch (teres *GB-6H*), and barley stripe (strains I2 and I5).

Genotype	<i>rym4</i>	<i>Yd2</i>	<i>teres GB-6H</i>	<i>mlo11</i>	% inf. <i>P. graminea</i>	
					I2	I5
ODYSSEY	S	S	S	R	45	100
OVERTURE	S	S	S	R	71	100
RGT PLANET	S	S	S	R	100	100
GEMMA	R	S	S	S	84	84
FIO 10885A	R	R	R	S	2	18
FIO 10933A	R	R	S	S	23	57

Selection of the phenotypically most promising lines was made in 2024, mainly based on molecular markers for tracking genetic resistance to major pathogens. Thus, many (>50) F7 lines with different combinations of resistances were selected (Tab. 3).

Table 3. Resistance combinations present in the lines selected in 2024.

N resistances	Resistance	Frequencies
0	No resistance	8%
1	Res. mosaic (<i>rym4</i>)	30%
1	Res. yellow dwarf (<i>Yd2</i>)	7%
1	Res. powdery mildew (<i>mlo11</i>)	1%
1	Res. teres	1%
2	<i>rym4</i> + <i>Yd2</i>	16%
2	<i>rym4</i> + <i>mlo11</i>	3%
2	<i>rym4</i> + teres	7%
2	<i>Yd2</i> + teres	4%
2	<i>mlo11</i> + teres	1%
3	<i>rym4</i> + <i>Yd2</i> + teres	14%
3	<i>rym4</i> + <i>mlo11</i> + teres	3%
3	<i>Yd2</i> + <i>mlo11</i> + teres	1%
4	<i>rym4</i> + <i>Yd2</i> + <i>mlo11</i> + teres	5%

Agronomic trials for selected lines are underway in 2024-2025, and malting quality evaluation will be carried out in autumn 2025. In parallel, a trial for the evaluation of barley stripe resistance has also been set up. Based on the agronomic and quality assessments, it is planned to narrow down the number of interesting lines to about 10. A test will be conducted on these materials to assess susceptibility to loose smut of barley.

Conclusions

One of the priority goals of the malting barley breeding program at the Research Centre for Genomics & Bioinformatics is sustainability. Special attention is therefore paid to the development of lines with genetic resistances to major diseases. Molecular markers are used for assisted selection of many resistances. In addition, cultivars characterized by good malting quality and high yield capacity are already available: Pariglia (two-row, winter, malting barley; registered in 2007 and distributed by SIS) and Lucrezia (two-row, facultative, malting barley; registered in 2022 and distributed by Società Produttori Sementi).

References

Gianinetti A., Baronchelli M., Faccini N., Tagliaferri I., Cattivelli L. (2023). Qualità buona per gli orzi da malto 2021-2022 - Risultati biennali della sperimentazione. *Inf. Agr.* LXXIX(26):42-45.

Tondelli A., Delbono S., Badeck F., Biselli C., Rizza F., Pagani D., Faccini N., Alberici R., Baronchelli M., Reggiani F., Gianinetti A., Valè G., and Cattivelli L. (2017). Innovazione e sostenibilità nella coltivazione dell'orzo. *Atti dell'Accademia dei Georgofili, Serie VIII* 12(2):243-251.



lob.it
biodiversità italiana da valorizzare

WP5 - Orzo da birra italiano per coltivazione convenzionale e biologica

UO4 CREA-GB (Fiorenzuola d'Arda) – Alberto Gianinetti, Marina Baronchelli, Daniela Palma, Luigi Cattivelli

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA, ALIMENTAZIONE E FORESTES
crea
UNIVERSITÀ DI PARMA

1

lob.it
biodiversità italiana da valorizzare

- ca 150-200g di malto o altro substrato fermentescibile (di cui almeno 60% malto d'orzo)
- pochi grammi di luppolo
- lievito
- acqua

[150-200 g di malto corrispondono a 180-230g di granella di orzo calibro >2,5 mm]

Per ogni litro di birra



MINISTERO DELL'AGRICOLTURA, ALIMENTAZIONE E FORESTES
crea
UNIVERSITÀ DI PARMA

Le varietà di orzo da malto sono varietà selezionate per ottimizzare la resa del processo di maltazione e la qualità della birra



Orzo da malto

Il WP5 seleziona varietà di orzo da malto «made in Italy», adatte all'ambiente italiano, con buone caratteristiche qualitative e resistenti alle malattie per consentire una buona resa anche in agricoltura biologica.

Maltazione: un processo di germinazione controllata della granella

Durante la maltazione nell'endosperma gli enzimi idrolitici degradano parzialmente l'amido, le proteine di riserva ed i componenti della parete cellulare producendo i composti necessari alla crescita del lievito e rendono l'endosperma friabile.

Combinare caratteri di qualità maltaria, resa negli ambienti italiani e resistenza a malattie

Varietà da malto

Varietà resistenti

	Virus mosaico	Virus nalismo	Macchiatura reticolare	Oidio	% inf	raminea
Genotipo	<i>rym4</i>	<i>Yd2</i>	<i>teres GB-6H</i>	<i>mlo11</i>	<i>l2</i>	<i>l5</i>
ODYSSEY	S	S	S	R	45	100
OVERTURE	S	S	S	R	71	100
RGTP PLANET	S	S	S	R	100	100
GEMMA	R	S	S	S	84	84
FIO 10885A	R	R	R	S	2	18
FIO 10933A	R	R	S	S	23	57



Incroci, cinque generazioni in bulk, poi identificazione di linee avanzate con almeno discrete capacità di adattamento all'ambiente italiano

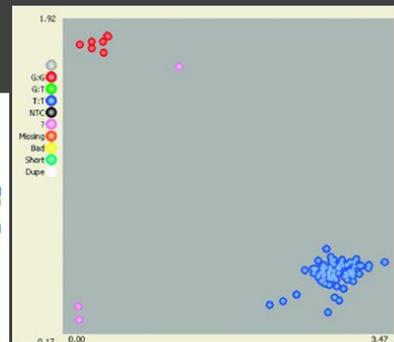
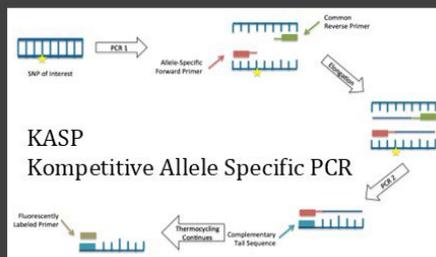
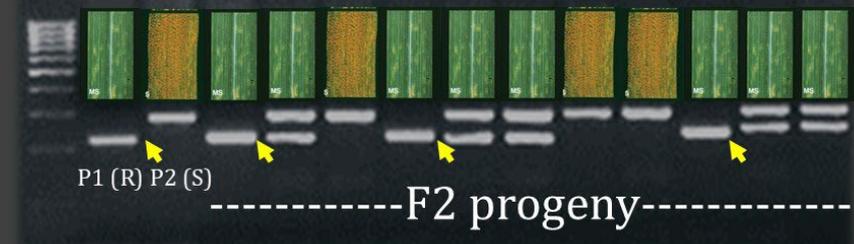
Incroci (famiglie).

Famiglia incrocio	n. linee
FO 6237	82
FO 6238	76
FO 6239	72
FO 6240	81
FO 6241	43
FO 6242	75
FO 6243	65
FO 6244	75
FO 6245	65
FO 6246	73
totale	707



Marker Assisted Selection

Uso del DNA per selezionare piante resistenti





Selezione delle linee resistenti alle malattie attraverso Marker Assisted Selection

N resistenze	Resistenze	Frequenze
0	Senza resistenze	8%
1	Res. mosaico (rym4)	30%
1	Res. nanismo (yd2)	7%
1	Res. oidio (mlo11)	1%
1	Res. teres	1%
2	rym4 + yd2	16%
2	rym4 + mlo11	3%
2	rym4 + teres	7%
2	yd2 + mlo11	0%
2	yd2 + teres	4%
2	mlo11 + teres	1%
3	rym4 + yd2 + mlo11	0%
3	rym4 + yd2 + teres	14%
3	rym4 + mlo11 + teres	3%
3	yd2 + mlo11 + teres	1%
4	rym4 + yd2 + mlo11 + teres	5%



Prove agronomiche 2024-2025 per circa un centinaio di linee resistenti



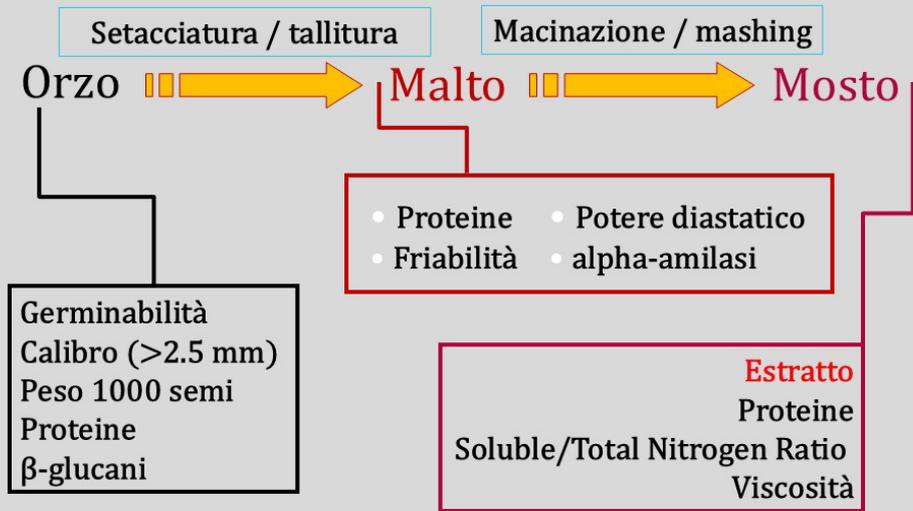
lob.it
biodiversità italiana da valorizzare

Valutazione della qualità maltaria in autunno 2025

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA
Della Pesca e delle Politiche Rurali

crea
Consiglio per la ricerca in agricoltura
e l'analisi dell'economia agraria

UNIVERSITÀ
DI PARMA



lob.it
biodiversità italiana da valorizzare

E per chi volesse iniziare subito con una filiera dal campo alla bottiglia?

SOSTEGNO ALLA FILIERA

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA
Della Pesca e delle Politiche Rurali

crea
Consiglio per la ricerca in agricoltura
e l'analisi dell'economia agraria

UNIVERSITÀ
DI PARMA

In Italia si coltivano 250-280.000 ha di orzo, di questi, circa 30.000 sono seminati con orzo da birra per una produzione di 90-100.000 t. **Con l'orzo italiano si producono 70.000-80.000 t di malto, pari a circa un terzo del malto utilizzato in Italia.**

INFORMATORE AGRARIO **SPECIALE ORZO**

● RISULTATI PRODUTTIVI DELLE PROVE VARIETALI 2023-2024

Rese molto variabili per l'orzo da birra nel 2024

SPECIALE ORZO **INFORMATORE AGRARIO**

● RISULTATI BIENNALI DELLA SPERIMENTAZIONE

Qualità buona per gli orzi da malto 2021-2022

La centralità della ricerca per lo sviluppo di una filiera brassicola sostenibile e Made in Italy:
l'esperienza del progetto LOB.IT



E per chi volesse iniziare subito
con una filiera dal campo alla
bottiglia interamente italiana?

VARIETA' ITALIANE DA MALTO



PARIGLIA: orzo distico, invernale,
da malto (2007)



LUCREZIA: orzo distico,
alternativo, da malto (2022)



Linea di ricerca “Lieviti di birra”

TERROIR MICROBICO: ESPLORAZIONE DEI LIEVITI INDIGENI PER LA PRODUZIONE DI BIRRA

Costantini A. ¹, Forestello G. ¹, Tsolakis C. ¹, Pulcini L. ¹, Petrozziello M. ¹, Bonello F. ¹, Asproudi A. ¹, Ragkousi V. ¹, Cravero M.C. ¹, Carbone K. ²

¹CREA - Centro di ricerca Viticoltura e Enologia

²CREA - Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura

Il settore brassicolo sta dimostrando un crescente interesse verso la diversità, puntando sull'utilizzo di fermenti starter innovativi. Questi microrganismi, derivati da una varietà di risorse biologiche locali, hanno la capacità di arricchire la birra con profili sensoriali unici e caratteristici. Gli studi attuali sono focalizzati sull'esplorazione della biodiversità microbica applicata alla produzione di birra [1], con l'obiettivo di individuare nuovi microrganismi in grado di migliorare la qualità e l'originalità dei prodotti finali.

In questo progetto il CREA-VE di Asti è coinvolto nella esplorazione della biodiversità dei lieviti, nella ricerca del potenziale aromatico e modulazione dei profili sensoriali da parte dei diversi lieviti. A questo proposito tutte le competenze sviluppate nel settore del vino vengono applicate nel settore brassicolo.

Il WP7 di LOBIT si concentra sulla ricerca e sullo studio dei lieviti indigeni un tema che negli ultimi dieci anni ha guadagnato crescente interesse nel mondo della birra, soprattutto in relazione al concetto di territorialità, spesso espresso attraverso il termine “terroir”. Il termine si riferisce all'unicità di uno specifico prodotto alimentare modellato da fattori ambientali e geografici, insieme alla capacità umana di interpretarlo e perfezionarlo. Il terroir nella birra è un concetto intrigante che rimane poco esplorato e meno definito rispetto al vino.

Il lavoro di ricerca si è articolato in diverse fasi:

- Fermentazioni spontanee utilizzando diverse matrici e materiali vegetali;
- Isolamento e caratterizzazione molecolare dei lieviti *Saccharomyces cerevisiae* che hanno portato a termine la fermentazione alcolica;
- Valutazione delle caratteristiche tecnologiche di dieci ceppi;
- Fermentazione su scala di laboratorio di tre ceppi selezionati.

Risultati

Sono stati raccolti diversi campioni da matrici diverse (uva Barbera, Moscato, Freisa, uva selvatica, luppoli selvatici e luppoli coltivati) che sono stati utilizzati per condurre fermentazioni alcoliche spontanee. Al termine dei processi, i lieviti sono stati isolati su terreno selettivo, sono state realizzate delle librerie con i diversi isolati, poi caratterizzati con tecniche di biologia molecolare.

Dopo un'analisi dei dati e la valutazione della biodiversità dei ceppi di *Saccharomyces cerevisiae*, dieci di essi provenienti da matrici diverse, sono stati utilizzati per condurre fermentazioni su piccola scala per testare le loro caratteristiche tecnologiche.

Da questi saggi, è stato possibile osservare un andamento di fermentazione molto simile. Solo un ceppo, ha mostrato un inizio di fermentazione molto lento, ma alla fine ha raggiunto un contenuto alcolico stimato simile a quello degli altri ceppi.

I prodotti a fine fermentazione sono stati analizzati e sono stati quantificati: alcool, acidità volatile, densità, zuccheri residui. I dati ottenuti erano molto simili per tutti i ceppi; pertanto, la scelta per la successiva prova su scala pilota è stata presa considerando l'origine dei ceppi isolati, al fine di testare ceppi derivati da matrici diverse e, auspicabilmente, evidenziare la variabilità delle caratteristiche organolettiche che possono apportare ai prodotti finali.

Sui prodotti ottenuti dalle fermentazioni su scala pilota con i ceppi D14, K11, G15, sono state condotte, al momento, analisi chimiche di base. Dai dati sono emerse diverse differenze tra i ceppi testati. Il ceppo commerciale, utilizzato come controllo, ha raggiunto un contenuto alcolico più elevato e un'acidità volatile inferiore rispetto agli altri ceppi testati. Il ceppo wild D14 ha mostrato una minore gradazione alcolica finale e una maggiore densità finale rispetto agli altri due ceppi, K11 e VB G15, che, invece, hanno mostrato un avvio di fermentazione più rapido rispetto al ceppo D14.

La ricerca è ancora in corso e verranno analizzati i profili sensoriali delle birre e quantificati i composti aromatici.

Conclusioni

La fase preliminare dello studio, condotta su diverse matrici, ha permesso di isolare e caratterizzare diversi ceppi di *Saccharomyces cerevisiae*. Dieci di questi ceppi sono stati successivamente valutati per le loro proprietà tecnologiche, con particolare attenzione alle loro prestazioni di fermentazione nel mosto di birra. Sulla base dei risultati, sono stati selezionati tre ceppi che sono stati impiegati per fermentazioni su scala pilota.

La fase successiva prevede un'analisi completa delle birre ottenute, compresa la valutazione sensoriale e la quantificazione dei composti aromatici. Alla fine, i dati ottenuti guideranno la selezione del ceppo più adatto per ulteriori sperimentazioni in birrificio.

Come in enologia, anche nel settore brassicolo, l'utilizzo di ceppi commerciali può portare a una standardizzazione, che va in opposizione con la ricerca di prodotti innovativi e distintivi che si distinguano sul mercato. In questo contesto, i ceppi indigeni rappresentano un'alternativa interessante per l'industria. Tuttavia, permangono sfide legate all'ottimizzazione dei ceppi selvatici per i processi fermentativi e all'ottenimento di bevande con alti livelli di qualità. La ricerca finalizzata allo sviluppo di nuovi ceppi può aprire la strada alla creazione di varietà uniche.

Bibliografia

Lucini, L.; Rocchetti, G.; Trevisan, M. Curr. Opin. Food Sci. 2020, 31, 88–95.

MICROBIAL TERROIR: EXPLORING WILD YEASTS FOR BEER PRODUCTION

Costantini A. ¹, Forestello G. ¹, Tsolakis C. ¹, Pulcini L. ¹, Petrozziello M. ¹, Bonello F. ¹, Asproudi A. ¹, Ragkousi V. ¹, Cravero M.C. ¹, Carbone K. ²

¹ CREA Research Centre for Viticulture and Enology

² CREA Research Centre for Olive, Fruit and Citrus Crops

The brewing industry is demonstrating an increasing interest in diversity, focusing on the use of innovative starter cultures. These microorganisms, derived from a variety of local biological resources, have the potential to enrich beer with unique and distinctive sensory profiles. The current research has the aim to explore the microbial biodiversity applied to beer production [1], to identify novel microorganisms capable of enhancing the quality and originality of the final products. In this project, CREA-VE in Asti is involved in exploring yeast biodiversity, investigating aromatic potential, and modulating sensory profiles through different yeast strains. The expertise developed in the wine sector is being applied to brewing, leveraging cross-disciplinary knowledge.

The WP7 of LOBIT focuses on the research and study of wild yeasts, a topic that has garnered growing interest in the brewing world over the past decade, particularly in relation to the concept of territoriality, often expressed through the term “terroir”. This term refers to the uniqueness of a specific food or beverage shaped by environmental and geographical factors, along with human expertise in interpreting and refining it. In beer, terroir is a fascinating concept that remains less explored and defined compared to wine.

- The research was structured into several phases:
- Spontaneous fermentations using various matrices and plant materials.
- Isolation and molecular characterization of *Saccharomyces cerevisiae* strains completing alcoholic fermentation.
- Evaluation of technological characteristics of ten strains.
- Laboratory-scale fermentation using three selected strains.

Results

Several samples were collected from diverse matrices (Barbera, Moscato, and Freisa grapes, wild grapes, wild hops, and cultivated hops) which were used to conduct spontaneous alcoholic fermentations. Upon completion of the fermentation processes, yeasts were isolated on selective media, and libraries of the isolated strains were constructed and characterized using molecular biology techniques.

Following data analysis and evaluation of the biodiversity of *Saccharomyces cerevisiae* strains, ten strains from different matrices were selected for small-scale fermentation trials to assess

their technological characteristics. The fermentation profiles were generally consistent among the strains, with one strain exhibiting a slower fermentation initiation, but gradually reached an alcohol content comparable to the others.

The final fermentation products were analyzed and alcohol content, volatile acidity, density, and residual sugars were quantified. The data revealed minimal variation among the samples; thus, the selection of strains for subsequent pilot-scale trials was based on the origin of the isolates. This approach aimed to assess strains derived from different matrices and potentially highlight variability in the organoleptic properties they could impart to the final products.

Pilot-scale fermentations were conducted with strains D14, K11, and G15, and basic chemical analyses were performed on the resulting products. The data revealed notable differences among the tested strains. The commercial strain used as a control achieved higher alcohol content and lower volatile acidity compared to the wild strains. The wild strain D14 produced a lower final alcohol content and exhibited higher final gravity than the other two strains K11 and G15, which demonstrated a faster fermentation beginning compared to D14.

The research is ongoing, and sensory profiling of the beers and quantification of aromatic compounds will be conducted to further elucidate the contributions of these strains to the final product characteristics.

Conclusions

The preliminary phase of the study, conducted across various matrices, enabled the isolation and characterization of several *Saccharomyces cerevisiae* strains. Ten of these strains were subsequently assessed for their technological properties, with particular emphasis on their fermentation performance in beer wort. Based on the results, three strains were selected for pilot-scale fermentations.

The next phase will involve a comprehensive analysis of the resulting beers, including sensory evaluation and the quantification of aromatic compounds. Ultimately, the data obtained will guide the selection of the most suitable strain for further experimentations in a brewery setting.

As in winemaking, the use of commercial strains in the brewing sector can lead to standardization, which contrasts with the pursuit of innovative and distinctive products that stand out in the market. In this context, wild strains represent an intriguing alternative for the industry. However, challenges remain in optimizing wild strains for fermentative processes and producing beverages with high-quality standards. Research aimed at developing new strains could pave the way for the creation of unique varieties.

References

Lucini, L.; Rocchetti, G.; Trevisan, M. *Curr. Opin. Food Sci.* 2020, 31, 88–95.



Terroir microbico: alla ricerca di lieviti spontanei per la produzione di birra

Costantini A., Forestello G., Tsolakis C., Pulcini L., Petrozziello M., Bonello F., Asprudi A., Ragkousi V., Cravero M.C., Carbone K.

CREA-Centro di Ricerca Viticoltura ed Enologia, Asti

lob.it
biodiversità italiana da valorizzare

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA
Della Pesca e delle Foreste

crea
Centro di Ricerca per la Coltura della Vite e la Produzione del Vino

UNIVERSITÀ
DI PARMA

1

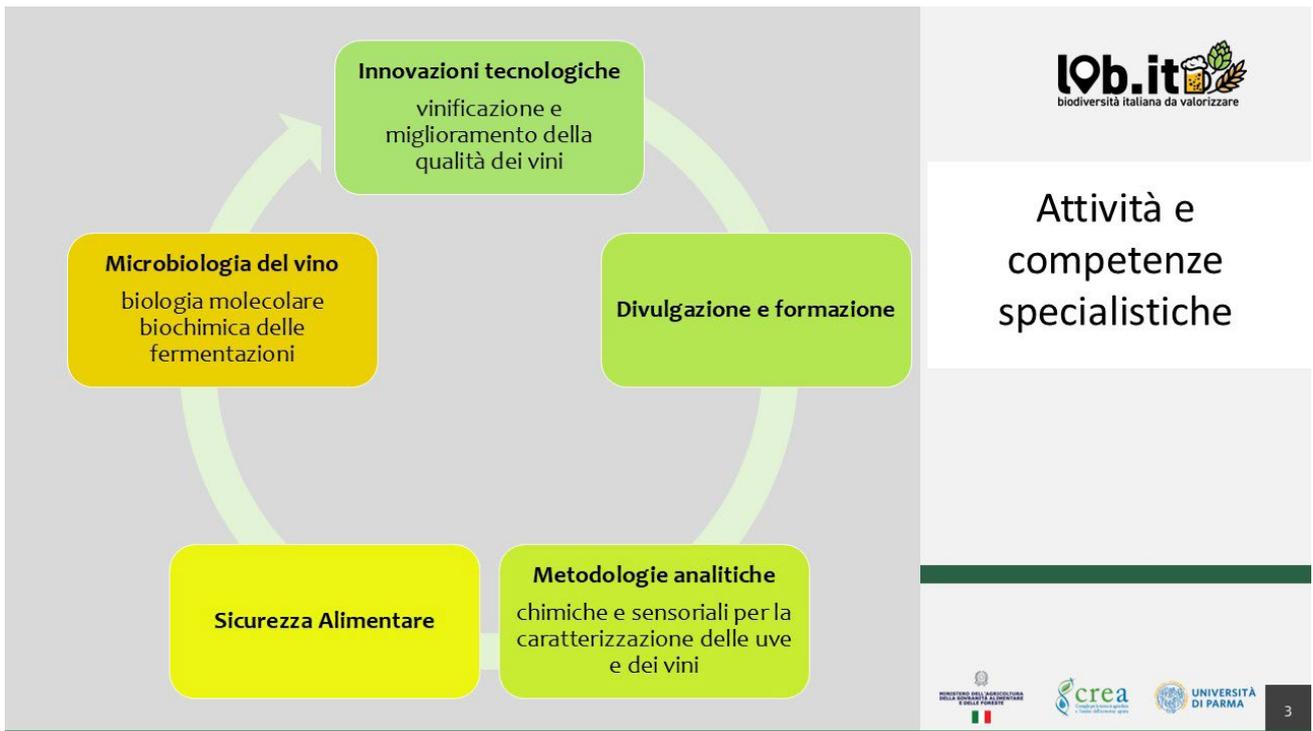


Il CREA-VE sede di Asti

Il Centro si occupa di viticoltura con riferimento all'uva da tavola e da vino, inclusa la trasformazione enologica.

Promuove tecniche colturali innovative volte a favorire la sostenibilità ambientale, ivi compreso il rapporto suolo-paesaggio-viticultura, e alla sicurezza alimentare.

È attivo negli studi chimici, biologici e sensoriali relativi alla trasformazione delle uve anche attraverso la valorizzazione della biodiversità dei microorganismi fermentativi.



Know-how del CREA-VE



Esplorazione delle bevande fermentate

La nostra ricerca recente è focalizzata sull'esplorazione delle potenzialità aromatiche della birra e dell'idromele e del ruolo del lievito, ampliando così l'orizzonte delle bevande fermentate, applicando l'expertise sviluppata sul vino.

Promuovere la qualità attraverso iniziative sostenute dal governo Italiano

Abbiamo partecipato a diversi programmi finanziati sia da fondazioni che da istituzioni pubbliche volti a migliorare la qualità di questi prodotti e dei loro processi produttivi in Italia.



**LOBIT:
Focus
della
ricerca**



Territorialità nell'industria della birra

Negli ultimi dieci anni, nel mondo della birra è cresciuto l'interesse per il concetto di territorialità, particolarmente espresso attraverso il termine "terroir".



Definire il Terroir

Questo termine si riferisce all'unicità di un prodotto alimentare specifico risultante da fattori ambientali e geografici, oltre alla capacità umana di interpretare e affinare un determinato prodotto.



Il terroir nella birra è un concetto affascinante, ancora da sviluppare e interpretare rispetto al vino. Tuttavia, è un aspetto importante da considerare per chi vuole approfondire la conoscenza di questa bevanda e apprezzarne tutte le sfumature.

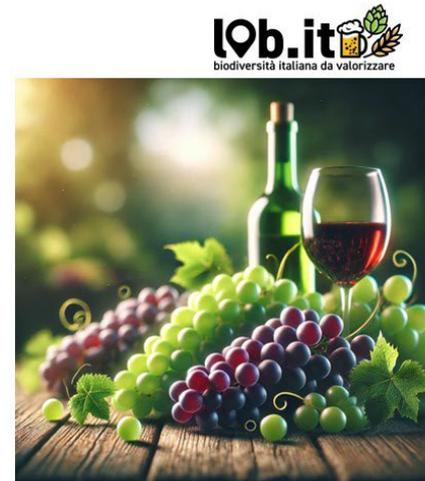
(De Simone, N.; et.al.2021)

Image link: https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTzgwTsCOQad6YfY5FN49Fd_gveHV2_TCLe14lDr2jfOXeroHJL



Ingredienti tradizionali della birra

Il terroir è quindi associato anche alla flora microbica nativa, che può essere rappresentata da microrganismi autoctoni, naturalmente presenti nell'ambiente, e da ceppi specifici isolati da risorse biologiche locali.



Altre risorse autoctone

Saccharomyces cerevisiae

non-Saccharomyces

(De Simone, N.; et.al.2021)

WP7: ricerca di lieviti wild



Il concetto di terroir microbico, sta iniziando a guadagnare popolarità anche nel settore brassicolo.

La ricerca si sta concentrando sull'esplorazione della biodiversità microbica utile per la produzione di birra

L'obiettivo è identificare nuovi ceppi di *S.cerevisiae* che possano migliorare la qualità e la riconoscibilità dei prodotti finali partendo da matrici di natura diversa.

Founding: MIPAAF (D.M. n. 18770; 03/31/2020); MASAF, D.G. N. 667550 DEL 30.12.2022



7

Workflow di lavoro del WP7



Image links: <https://homebrewacademy.com/wp-content/uploads/Biere-de-Garde.png>; <https://www.techeconomy2030.it/wp-content/uploads/2014/02/goal.png>



8



Fase 1:

Fermentazioni spontanee

Fermentazioni spontanee da diverse matrici:



Campione

1. Pru (*Prunus* bacche)

2. UV (uva selvatica)



3. BABIO1 (Barbera biologica)

4. BABIO2 (Barbera biologica)

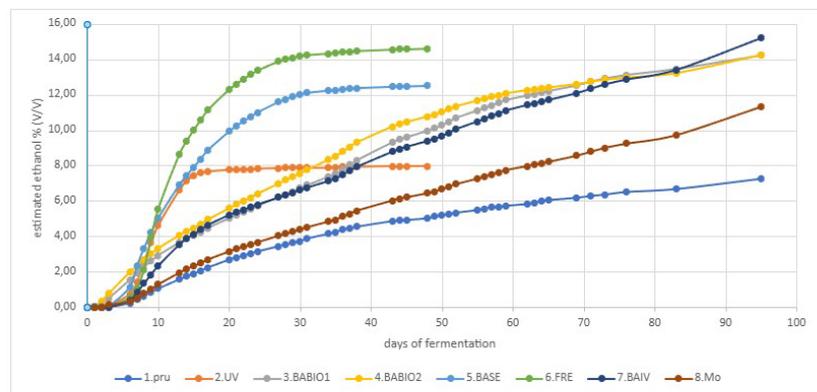
5. BASE (Barbera Nizza)

6. FRE (Freisa)



7. BAIV (Barbera Nizza 2)

8. Mo (Moscato)



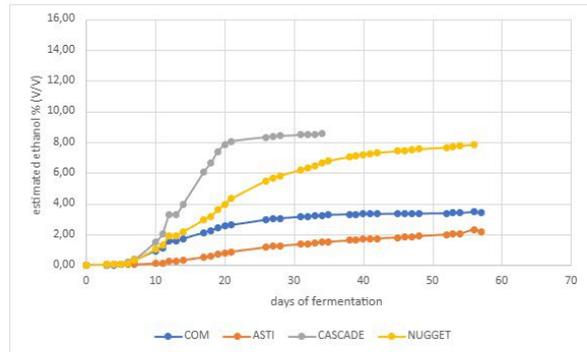
Le fermentazioni spontanee sono state monitorate per calo in peso
Tutti i campioni sono stati seminati su terreno selettivo per isolare i lieviti autoctoni

Fermentazioni spontanee da luppoli

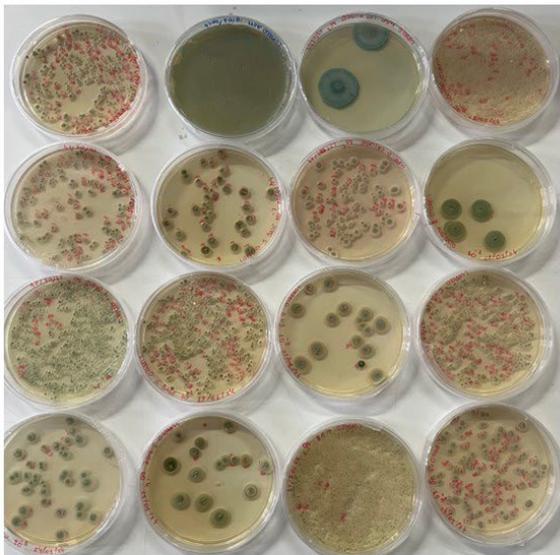


Campione

1. Com (Luppolo selvatico Comnago)
2. Asti (luppolo selvatico Asti)
3. Cascade (Luppolo coltivato)
4. Nugget (Luppolo coltivato)



I campioni Cascade e Nugget sono stati piastrati su terreno selettivo per isolare i lieviti



Isolamento e librerie

Dalle piastre sono state isolate diverse colonie che sono state sottoposte ad analisi molecolari per l'identificazione di *Saccharomyces cerevisiae*



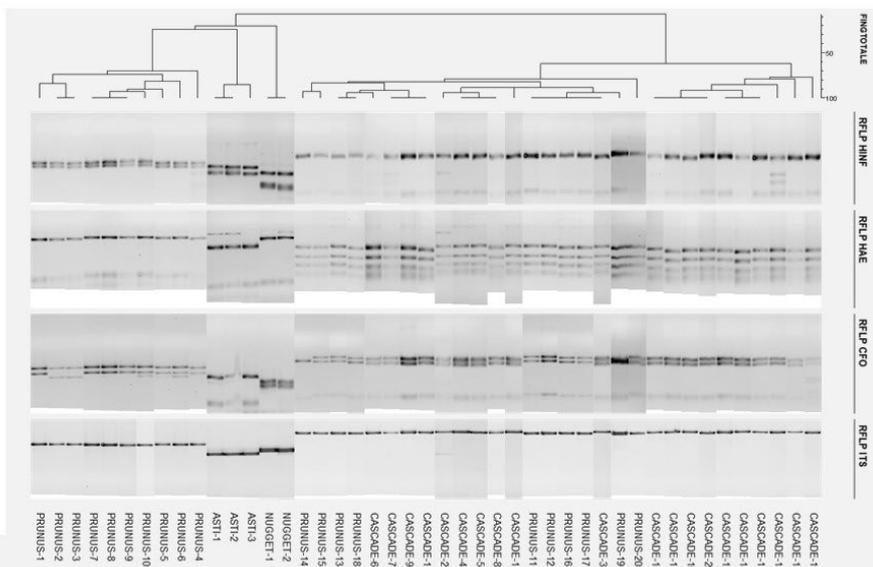


Fase 2:

Caratterizzazione molecolare

Analisi molecolari 1: RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism)

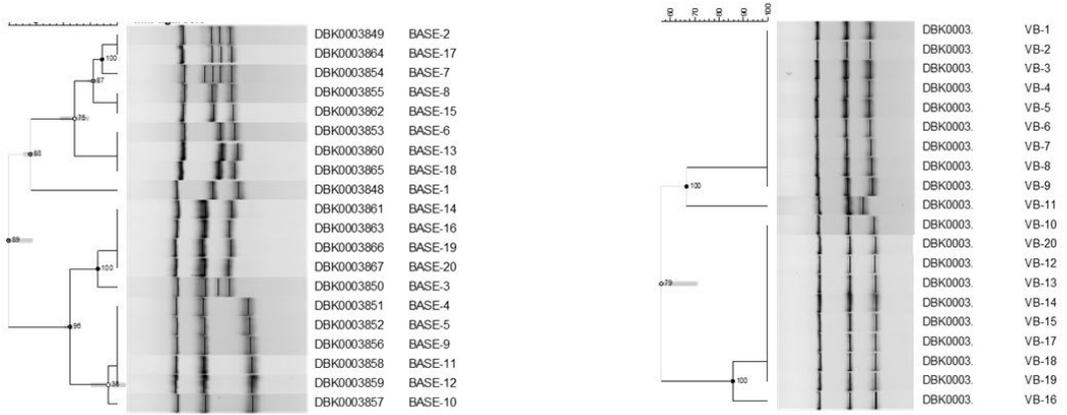
Identificazione della specie *S.cerevisiae* con RFLP: amplificazione zona ITS con successivi tagli con tre enzimi di restrizione diversi effettuata su 165 isolati



Analisi molecolari 2: multiplex PCR



Identificazione intraspecifica mediante analisi microsatellitare di tre loci effettuata su 150 isolati.



Fase 3

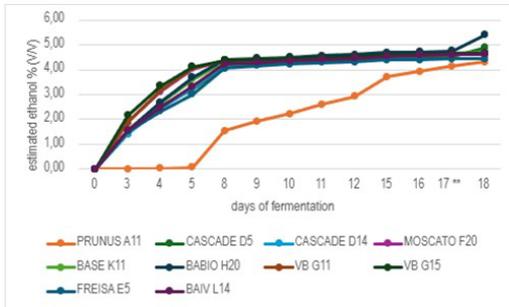
Prove tecnologiche



Prove tecnologiche



Dieci ceppi da diverse matrici d'origine sono stati inoculati in un mosto di birra preparato con un estratto di malto commerciale, con 5g/l di luppolo Hallertau M. (dry hopping)

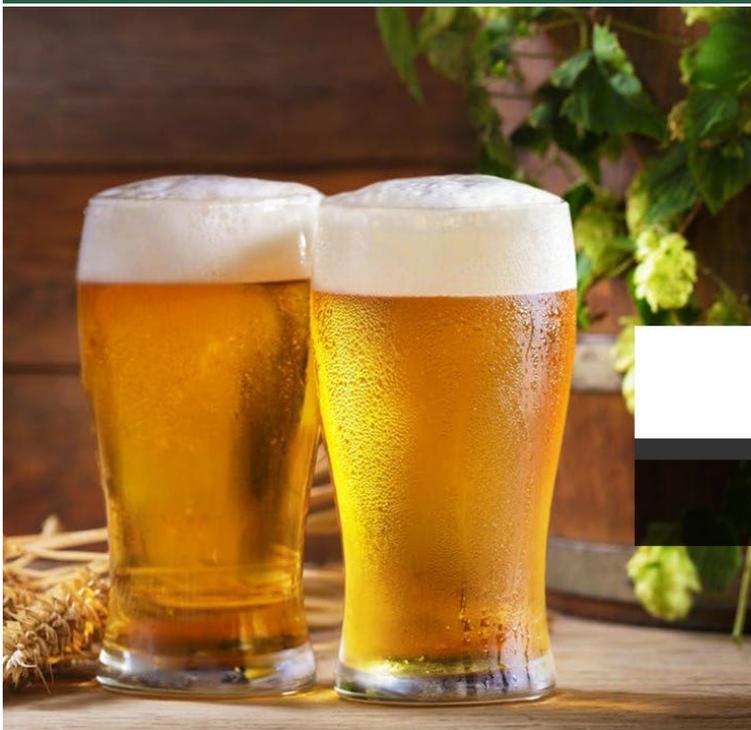


TESI beuta	ACIDITA' VOLATILE	ACIDITA' TOTALE	ALCOOL (vo% a 20°C)	DENSITA' FINALE
PRUNUS A11	0,44	2,55	4,3	1,013
CASCADE D5	0,51	2,85	4,5	1,01355
CASCADE D14	0,48	2,7	4,5	1,013
MOSCATO F20	0,46	2,63	4,7	1,0129
BASE K11	0,45	2,7	4,8	1,0121
BABIO H20	0,51	2,63	4,6	1,01165
VB G11	0,53	2,85	4,6	1,01295
VB G15	0,44	2,63	4,8	1,0129
FREISA E5	0,45	2,78	4,6	1,01345
BAIV L14	0,48	2,7	4,6	1,0122

- ❖ Dall'andamento di fermentazione si osserva che il ceppo Prunus A11 ha avuto un avvio molto lento ma ha raggiunto una gradazione alcolica stimata simile agli altri ceppi
- ❖ In generale, i dati analitici sono molto simili tra i ceppi.
- ❖ Si scelgono per le prove su scala più grande Cascade, VB e Base, così da avere ceppi diversi da matrici differenti



17



Fase 4

Fermentazione su scala pilota



Fermentazione su scala pilota

Lieviti

- Tre ceppi sperimentali wild
- Un ceppo commerciale (US-05)

Luppolo

- Cascade pellet
- Dry hopping 5 g/L

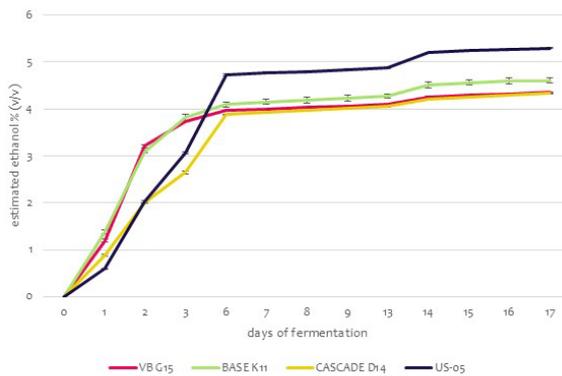
Mosto

- Estratto commerciale extra light (Mr.Malt)
- Aliquotato in damigiane da 5 litri
- Le prove sono state effettuate in triplo



Andamenti di fermentazione 5 litri

Media delle tre ripetizioni



Il ceppo commerciale ha raggiunto un grado alcolico stimato più alto dei ceppi testati

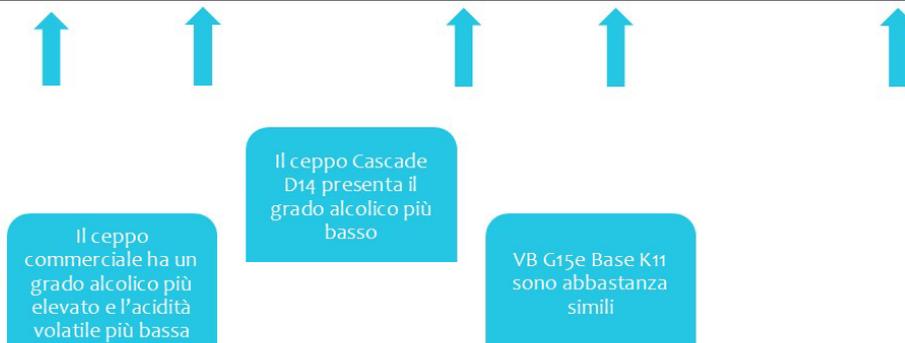
VB e BASE hanno avuto un rapido avvio di fermentazione

Tra i tre ceppi sperimentali testati, BASE ha raggiunto un grado alcolico stimato leggermente più alto degli altri due

Dati chimici di base

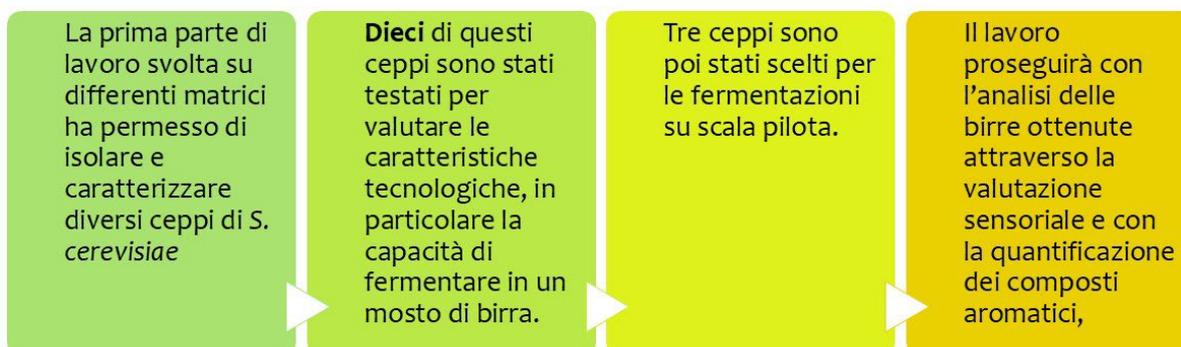


sample	GLU FRU	Glicerolo	ac volatile	ac totale	Alcool	densità finale	acetaldeide	attenuazione reale
VB G15	0.00	1.90 a	0.11 b	2.05	4.99 ab	1.0122 a	0.00	63 b
BASE K11	0.00	1.96 a	0.12 b	2.13	4.98 ab	1.0109 ab	0.00	65 ab
CASCADE	0.00	1.72 b	0.21 a	2.27	4.62 b	1.0141 a	0.00	60 b
US-05	0.00	1.86 ab	0.05 c	2.03	5.43 a	1.0079 b	0.00	69 a



21

Conclusioni



da questi dati si sceglierà il ceppo da utilizzare per la sperimentazione in birrifico



22

OLTRE IL SACCHAROMYCES: ESPLORAZIONE DEI PROFILI AROMATICI NELLE BIRRE A BASSO CONTENUTO ALCOLICO CON LIEVITI NON CONVENZIONALI

M. Petrozziello¹, V. Ragkousi¹, A. Costantini¹, A. Asprudi¹, F. Bonello¹, C. Tsolakis¹, G. Forestello¹, M.C. Cravero¹, K. Carbone²

¹CREA - Centro di ricerca Viticoltura e Enologia

²CREA - Centro di ricerca Olivicoltura, Frutticoltura e Agrumicoltura

Introduzione

La birra è una delle bevande più consumate al mondo. Come l'industria vinicola, anche il mercato della birra è in continua espansione, alimentando la domanda di nuovi stili di birra e tecniche di produzione innovative, con particolare attenzione alla produzione di birre a basso contenuto alcolico o analcoliche. In Italia, le birre analcoliche devono avere un contenuto alcolico inferiore allo 0,5% v/v, mentre le birre a basso contenuto alcolico rientrano nell'intervallo tra 0,5% e 1,2% v/v. Nonostante la crescente popolarità di questo segmento di mercato, le birre analcoliche e a basso contenuto alcolico (NABLAB) affrontano spesso limitazioni sensoriali dovute ai metodi di dealcolizzazione. [1]

I metodi di dealcolizzazione mirano a ridurre al minimo l'impatto della rimozione dell'etanolo sul profilo organolettico, tuttavia spesso compromettono la qualità sensoriale del prodotto finale. Al contrario, i metodi biologici, che limitano la produzione di etanolo durante la fermentazione, rappresentano un'alternativa promettente. La ricerca in questo campo si è sempre più concentrata sull'espansione della biodiversità microbica, esplorando il potenziale di lieviti *Saccharomyces* e non-*Saccharomyces* isolati da alimenti e bevande fermentati. [2].

Le ricerche recenti sui lieviti non-*Saccharomyces* hanno guadagnato slancio grazie alla capacità di questi microrganismi di preservare l'aroma della birra e introdurre nuovi aromi nelle NABLAB senza la necessità di attrezzature specializzate. Questi lieviti, oltre a garantire una produzione limitata di etanolo, possono quindi aumentare la complessità aromatica e contribuire a profili sensoriali distintivi.

Il CREA-Centro di Ricerca Viticoltura ed Enologia di Asti, con una vasta esperienza in viticoltura ed enologia, ospita una delle più importanti collezioni di microrganismi in Italia. Inizialmente istituita per applicazioni viticole ed enologiche, questa collezione è oggi ampiamente valorizzata anche nel settore della birrificazione.

Istituita nel 1989 come Collezione Nazionale di Lieviti e Batteri del Settore Vitivinicolo (CNLBSV-ISE), questa raccolta ospita una vasta gamma di ceppi microbici. Riconosciuta dal World Data

Centre for Microorganisms (WDCM) dal 2017, ha accumulato in oltre 54 anni circa 1.490 ceppi di lieviti (inclusi *Saccharomyces* e non-*Saccharomyces*), 280 isolati di batteri lattici e, più recentemente, una collezione di batteriofagi.

La nostra ricerca si concentra sull'utilizzo di lieviti non-*Saccharomyces* per produrre birre con profili aromatici unici e un contenuto alcolico ridotto, in linea con le attuali tendenze di mercato. [3].

Risultati

Sono stati selezionati oltre 30 ceppi di lieviti non-*Saccharomyces*, utilizzando alcune specie di *Saccharomyces* come controlli. Le colture di lieviti sono state pre-coltivate in brodo YEPG, un terreno ricco di nutrienti, prima dell'inoculazione nel mosto preparato con estratto di malto chiaro seguendo le istruzioni del produttore. Per ottenere un profilo equilibrato di luppolo tedesco, sono stati aggiunti 5 g/L di pellet di luppolo Mittelfrüh (Hallertau). Al termine della fermentazione, le birre sono state imbottigliate e chiuse con tappi a corona. La frazione aromatica volatile delle birre è stata analizzata utilizzando la gascromatografia-spettrometria di massa (GC-MS) accoppiata con la microestrazione in fase solida (SPME).

La valutazione dell'efficienza del processo fermentativo ha evidenziato differenze tra i ceppi di lievito. In particolare, alcuni lieviti hanno dimostrato la capacità di produrre livelli molto bassi di alcol e, in generale, la maggior parte dei ceppi ha prodotto basse concentrazioni di acido acetico, ad eccezione di *Zygosaccharomyces*. Per quanto riguarda gli aromi, attraverso la nostra analisi sono state identificate 74 molecole, classificate in due gruppi principali: composti derivati dalla fermentazione e composti derivati dal luppolo (composti varietali).

Composti Derivati dalla Fermentazione. L'analisi delle componenti principali (PCA) ha evidenziato una chiara differenziazione nei profili metabolici dei ceppi di lievito. La prima componente principale (PC1) ha spiegato il 56,55% della varianza del set di dati, mentre la seconda componente principale (PC2) ne ha spiegato solo il 9,36%. I ceppi associati prevalentemente alla produzione di esteri etilici e alcoli superiori si sono raggruppati sull'asse positivo della PC1, mentre quelli caratterizzati principalmente dalla produzione di esteri acetici ed etilfenoli si sono posizionati sull'asse negativo. Questa distribuzione riflette percorsi enzimatici distinti e attività metaboliche peculiari che influenzano i profili aromatici dei campioni fermentati.

Gli esteri etilici, tra cui l'etil esanoato (caratterizzato da aromi fruttati di mela verde e ananas), l'etil ottanoato (associato a note dolci, di frutta matura e simili al cognac) ed l'etil decanoato (caratterizzato da sfumature oleose, fruttate e floreali), sono elementi chiave per i profili aromatici freschi e fruttati nelle bevande fermentate. Gli alcoli superiori, pur migliorando le note floreali a basse concentrazioni, possono portare a caratteristiche sensoriali indesiderate, come aromi simili a solvente o fuseolo, quando presenti in quantità eccessive.

L'analisi dei cluster ha rivelato cinque gruppi distinti di lieviti, di cui due piuttosto ampi. In particolare, un gruppo si distingue per l'elevata produzione di esteri acetici, composti noti per conferire aromi fruttati e floreali. Ceppi come *Meyerozyma carribica* e *Lindnera saturnus* si sono distinti all'interno di questo gruppo per la significativa produzione di esteri. Inoltre, *Brettanomyces bruxellensis*, incluso in questo cluster, potrebbe contribuire al profilo aromatico della birra attraverso la produzione di fenoli volatili, associati a note speziate e affumicate.

Composti Derivati dal Luppolo. La stessa analisi è stata condotta per i composti derivati dal luppolo. I risultati hanno rivelato due principali gruppi di lieviti, uno dei quali ha interagito in modo significativo con la frazione aromatica varietale propria del luppolo.

Conclusioni

I nostri risultati hanno dimostrato come i diversi ceppi di lievito influenzino profondamente sia l'efficienza della fermentazione che il profilo aromatico della birra.

Questi dati offrono preziose informazioni sui percorsi metabolici dei lieviti e sulle loro interazioni con il luppolo, aprendo nuove opportunità per l'innovazione nel settore della birrificazione. I ceppi non-*Saccharomyces* possono aumentare la complessità aromatica, in particolare nelle birre a basso contenuto alcolico. I futuri studi si concentreranno sull'ottimizzazione della selezione dei lieviti e delle condizioni di fermentazione per perfezionare l'equilibrio tra i composti derivati dalla fermentazione e quelli derivati dal luppolo, contribuendo così allo sviluppo di birre con profili sensoriali distintivi e accattivanti.

Bibliografia

[1] Blanco CA, Andrés-Iglesias C, Montero O. Low-alcohol Beers: Flavor Compounds, Defects, and Improvement Strategies. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2016 Jun 10;56(8):1379-88. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.733979>

[2] Simões J, Coelho E, Magalhães P, Brandão T, Rodrigues P, Teixeira JA, Domingues L. Exploiting Non-Conventional Yeasts for Low-Alcohol Beer Production. *Microorganisms.* 2023; 11(2):316. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11020316>

[3] Postigo V, Sanz P, García M, Arroyo T. Impact of Non-*Saccharomyces* Wine Yeast Strains on Improving Healthy Characteristics and the Sensory Profile of Beer in Sequential Fermentation. *Foods.* 2022; 11(14):2029. <https://doi.org/10.3390/foods11142029>

BEYOND SACCHAROMYCES: EXPLORING AROMATIC PROFILES IN LOW-ALCOHOL BEERS WITH NON-CONVENTIONAL YEASTS

M. Petrozziello¹, V. Ragkousi¹, A. Costantini¹, A. Asproudi¹, F. Bonello¹, C. Tsolakis¹, G. Forestello¹, M.C. Cravero¹, K. Carbone²

¹CREA - Research Centre for Viticulture and Enology

²CREA - Research Centre for Olive, Fruit and Citrus Crops

Introduction

Beer is one of the most widely consumed beverages worldwide. Like the wine industry, the beer market is undergoing continuous growth, driving demand for new beer styles and innovative production techniques especially focused on the production of low alcohol or non-alcoholic beers. In Italy, non-alcoholic beers must have less than 0.5% ABV, while low-alcohol beers range from 0.5% to 1.2% ABV. Despite the growing popularity of this market segment, non-alcoholic and low-alcohol beers (NABLAB) often face sensory limitations due to dealcoholisation methods. [1]

Dealcoholisation methods aim to minimize ethanol removal's impact on flavor, nevertheless they often compromise the sensory quality of the final product. In contrast, biological methods, which limit ethanol production during fermentation, offer a promising alternative. Research in this field has increasingly focused on expanding microbial biodiversity, exploring the potential of both *Saccharomyces* and non-*Saccharomyces* yeasts isolated from fermented foods and beverages [2].

Recent research on non-*Saccharomyces* yeasts has gained momentum due to their ability to preserve beer aroma and introduce new flavors to NABLAB without requiring specialized equipment. These yeasts, beyond ensuring limited ethanol production, can enhance aromatic complexity and contribute to distinctive sensory profiles.

CREA-Centro di Ricerca Viticoltura ed Enologia in Asti, with an extensive expertise in viticulture and oenology, houses one of Italy's most significant collections of microorganisms, initially established for viticultural and oenological applications, now well-leveraged within the brewing sector.

Established in 1989 as the National Collection of Wine Yeasts and Bacteria (CNLBSV-ISE), this repository holds a vast array of microbial strains. Recognized by the World Data Centre for Microorganisms (WDCM) since 2017, it has amassed over 54 years approximately 1,490 yeast strains (including *Saccharomyces* and non-*Saccharomyces* species), 280 lactic acid bacteria isolates, and a recently added collection of bacteriophages.

Our ongoing research focuses on utilizing non-*Saccharomyces* yeasts to produce beers with unique aromatic profiles and reduced alcohol content, in alignment with the current market trends [3].

Results

Over 30 non-*Saccharomyces* yeast strains has been selected, using some *Saccharomyces* species as controls. Yeast cultures were pre-cultured in YEPG broth, a nutrient-rich medium, before inoculation into wort prepared with a light extract malt according to the manufacturer's instructions. To achieve a balanced German hop profile, we added 5 g/L of Mittelfrüh (Hallertau) hop pellets. At the conclusion of fermentation, the beers were bottled and capped with crown caps. The volatile aromatic fraction of the beers was analysed using gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) coupled with solid-phase microextraction (SPME). The evaluation of the efficiency of the fermentation process highlighted differences among yeast strains. Notably, some yeasts demonstrated the ability to produce very low levels of alcohol, and generally, most strains produced low concentrations of acetic acid, with the exception of *Zygosaccharomyces*. As regards aromas, through our analysis, 74 molecules were identified and classified into two main groups: fermentation-derived and hop-derived compounds (varietal compounds).

Fermentation-Derived Compounds. The Principal Component Analysis (PCA) demonstrated a clear differentiation in the metabolic profiles of the yeast strains. PC1 explained the 56.55% of the data set variance whereas the PC2 only the 9.36%. Strains predominantly associated with the production of ethyl esters and higher alcohols were clustered on the positive axis of Principal Component 1, whereas strains primarily characterized by the production of acetate esters and ethyl phenols were positioned on the negative axis. This distribution reflects distinct enzymatic pathways and metabolic activities influencing the aromatic profiles of the fermented samples. Ethyl esters, including ethyl hexanoate (noted for its fruity, green apple, and pineapple aromas), ethyl octanoate (associated with sweet, ripe fruit, and cognac-like notes), and ethyl decanoate (characterized by oily, fruity, and floral nuances), are key contributors to fresh and fruity aromatic profiles in fermented beverages. Higher alcohols, while enhancing floral notes at low concentrations, can lead to undesirable sensory characteristics, such as solvent-like or fusel aromas, when present in excessive amounts.

Cluster analysis revealed five distinct groups of yeasts, two of them were quite large. In particular, one group was distinguished by its high production of acetate esters, compounds known to impart fruity and floral aromas. Strains such as *Meyerozyma carribica* and *Lindnera saturnus* were particularly notable within this group for their significant ester production. Additionally, *Brettanomyces bruxellensis*, included in this cluster, could contribute to the beer aroma profile producing volatile phenols, which are associated with spicy and smoky notes.

Hop-Derived Compounds. The same analysis was conducted for hop-derived compounds. The results revealed two main yeast groups, one of this interacted significantly with the varietal

aromatic fraction. This was also evidenced by the significantly high concentration of hop-derived compounds.

Conclusions

Our findings demonstrated how different yeast strain profoundly influenced both the fermentation efficiency and the aromatic profile of beer.

The results provide valuable insights into the metabolic pathways of yeasts and their interactions with hops, thereby offering opportunities for innovation in brewing. Non-*Saccharomyces* strains can enhance aromatic complexity, particularly in low-alcohol beers. Future work will aim to further optimize yeast selection and fermentation conditions to refine the balance of fermentation- and hop-derived compounds, contributing to the development of beers with distinctive and appealing sensory profiles.

References

- [1] Blanco CA, Andrés-Iglesias C, Montero O. Low-alcohol Beers: Flavor Compounds, Defects, and Improvement Strategies. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2016 Jun 10;56(8):1379-88. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.733979>
- [2] Simões J, Coelho E, Magalhães P, Brandão T, Rodrigues P, Teixeira JA, Domingues L. Exploiting Non-Conventional Yeasts for Low-Alcohol Beer Production. *Microorganisms*. 2023; 11(2):316. <https://doi.org/10.3390/microorganisms11020316>
- [3] Postigo V, Sanz P, García M, Arroyo T. Impact of Non-Saccharomyces Wine Yeast Strains on Improving Healthy Characteristics and the Sensory Profile of Beer in Sequential Fermentation. *Foods*. 2022; 11(14):2029. <https://doi.org/10.3390/foods11142029>



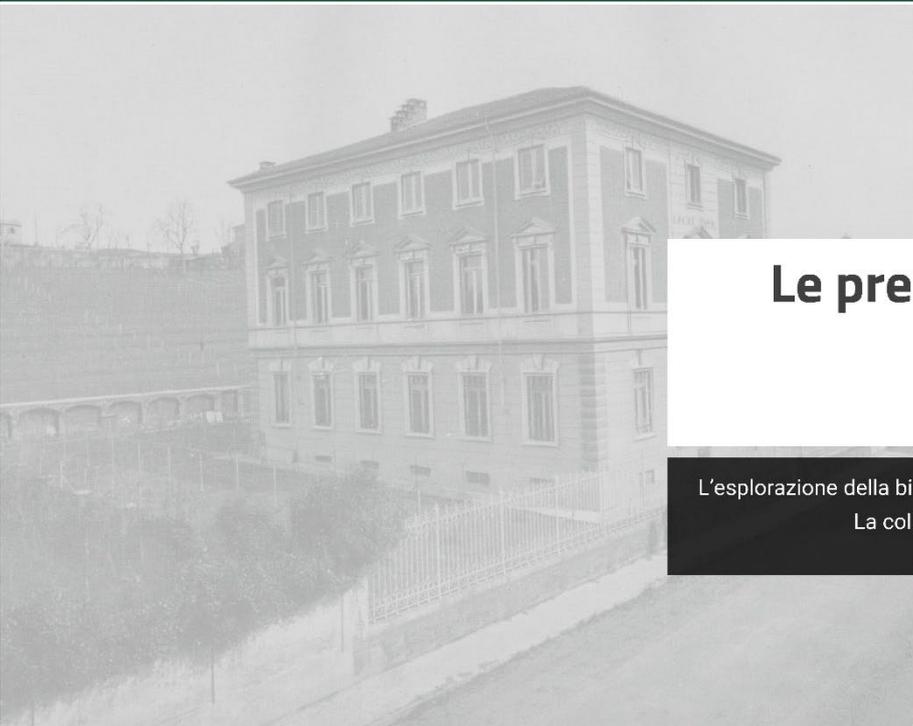
lob.it
biodiversità italiana da valorizzare

Oltre i Saccharomyces: esplorazione di profili aromatici in birre low-alcohol con lieviti non-convenzionali

M. Petrozziello, V. Ragkousi, A. Costantini, A. Asprudi, F. Bonello, C. Tsolakis, G. Forestello, M.C. Cravero, K. Carbone.

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA DELLA PESCAICOLTURA E DELLE FORESTE
crea
UNIVERSITÀ DI PARM

1



lob.it
biodiversità italiana da valorizzare

Le premesse al lavoro

L'esplorazione della biodiversità microbiologica in enologia :
La collezione di lieviti enologici del CREA VE

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA DELLA PESCAICOLTURA E DELLE FORESTE
crea
UNIVERSITÀ DI PARM

2



**“Collezione Nazionale dei Lieviti e Batteri Selezionati
Del Vino- Istituto Sperimentale per l'Enologia CNLBSV-ISE”**



Collezione di Microorganismi di ambiente Viticolo-Enologico (CREA-CMVE)

*“Collezione Nazionale dei Lieviti e Batteri Selezionati
Del Vino- Istituto Sperimentale per l'Enologia CNLBSV-ISE”*

1970s: Primi passi per la conservazione

- Iniziativa la conservazione dei microrganismi legati alla produzione del vino.
- Attività gestita dal gruppo di lavoro di Microbiologia Enologica.



1989: Istituzione formale

- Istituita ufficialmente come Collezione Nazionale di Lieviti e Batteri del Vino – Istituto Sperimentale per l'Enologia (CNLBSV-ISE). Concentrata sulla raccolta e la conservazione di una varietà di microrganismi provenienti da ambienti viticoli ed enologici





Collezione di Microorganismi di ambiente Viticolo-Enologico (CREA-CMVE)

“Collezione Nazionale dei Lieviti e Batteri Selezionati
Del Vino- Istituto Sperimentale per l'Enologia CNLBSV-ISE”

1990s to 2000s: Espansione della Collezione

- Arricchimento significativo della collezione con ceppi e specie diversi.
- Inclusi microrganismi provenienti da uva, mosto in varie fasi di fermentazione e vino.

2017: Riconoscimento Mondiale

- Catalogata dal Culture Collection Information Worldwide (CCINFO).
- Inserita nel World Data Centre for Microorganisms (WDCM) con il codice WDCM 1142.



5

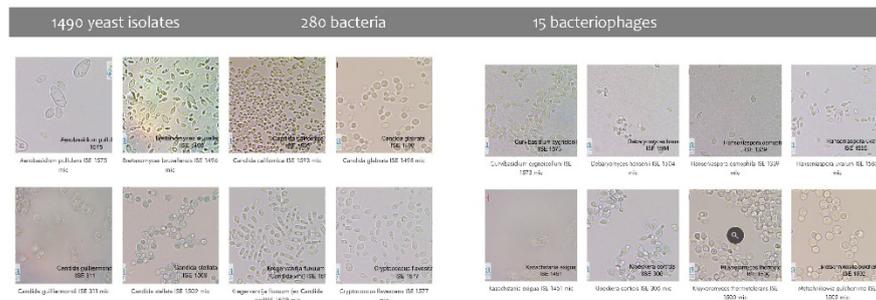


Collezione di Microorganismi di ambiente Viticolo-Enologico (CREA-CMVE)

SCAN ME!



Questa collezione rappresenta un vasto database di biodiversità, costruito nel corso di decenni di lavoro e disponibile per la creazione di prodotti unici.

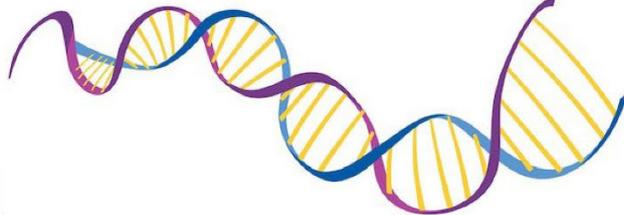
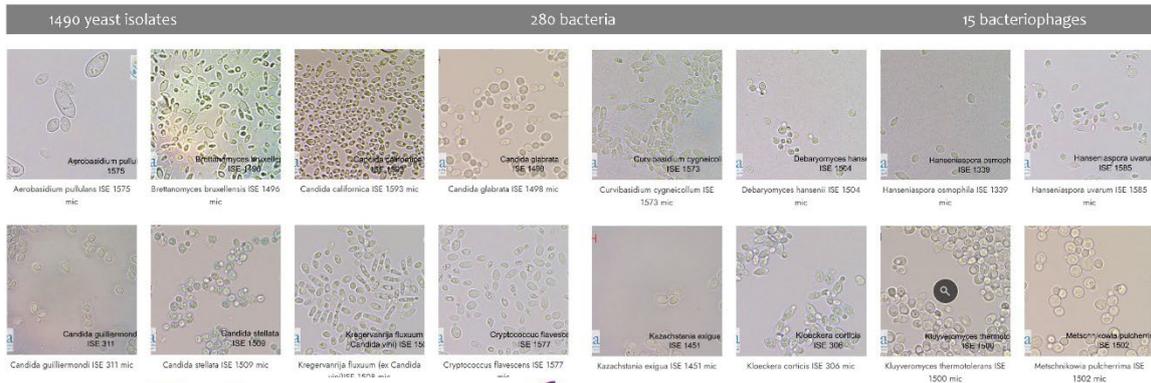


È fondamentale per promuovere innovazioni di processo nella produzione artigianale di birra, studiando le interazioni tra luppolo e lievito per produrre birre con un alto potenziale aromatico.



6

La centralità della ricerca per lo sviluppo di una filiera brassicola sostenibile e Made in Italy:
l'esperienza del progetto LOB.IT



7

Low Alcohol Beers

Birre a ridotto contenuto alcolico



Il segmento delle birre a basso contenuto alcolico sta vivendo una rapida espansione all'interno del mercato globale della birra.



Low-alcohol beer (LAB)

È una birra con un contenuto alcolico molto basso.
UE: 0,5 % ≤ LABs ≤ 1,2 %.
USA: Birra analcolica ≤ 0,5 %.



Presentano problematiche organolettiche e mancano di accettazione da parte di molti consumatori

(K.BELLUT AND E. K. ARENDT)



8

Low Alcohol Beers

Birre a ridotto contenuto alcolico



In particolare, le indagini sull'applicazione di lieviti appartenenti ai non-Saccharomyces alla produzione della bevande fermentate hanno ottenuto un'attenzione significativa negli ultimi anni, poiché possono controllare il livello alcolico dando un contributo originale e positivo al profilo aromatico delle birre senza la necessità di attrezzature speciali e onerose.



Il segmento delle birre a basso contenuto alcolico sta vivendo una rapida espansione all'interno del mercato globale della birra.



Low-alcohol beer (LAB)

È una birra con un contenuto alcolico molto basso.
UE: $0,5\% \leq \text{LABs} \leq 1,2\%$.
USA: Birra analcolica $\leq 0,5\%$.

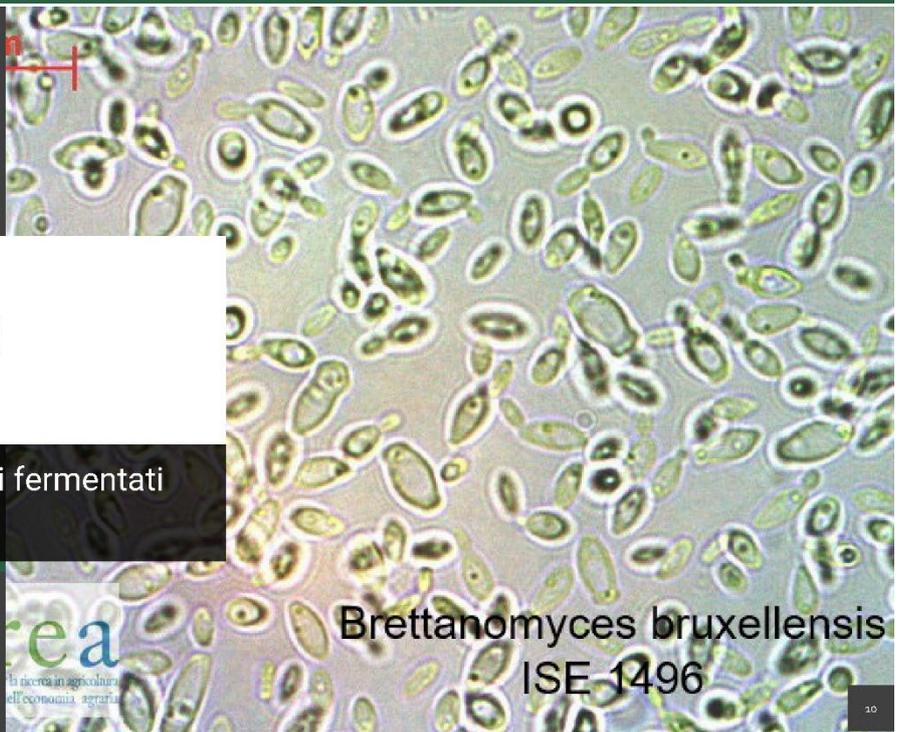


Presentano problematiche organolettiche e mancano di accettazione da parte di molti consumatori

(K. BELLUT AND E. K. ARENDT)



9



Materiali e metodi

Preparazione ed analisi dei fermentati



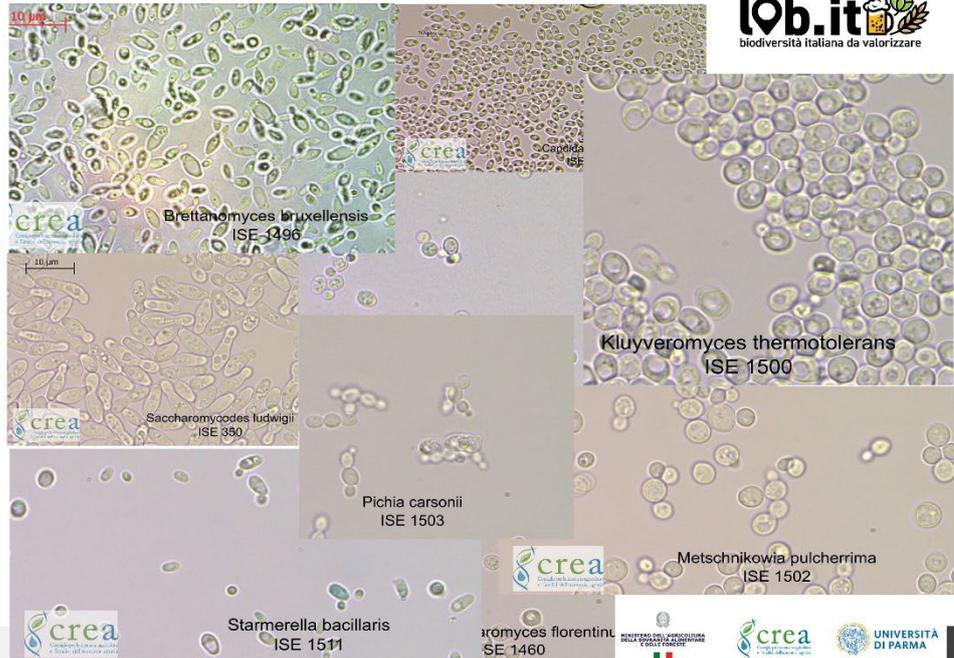
Brettanomyces bruxellensis
ISE 1496

10

La centralità della ricerca per lo sviluppo di una filiera brassicola sostenibile e Made in Italy:
l'esperienza del progetto LOB.IT

Brettanomyces	bruxellensis
Candida	californica
Candida	diversa
Candida	glabrata
Debariomyces	hansenii
Hanseniaspora	hoshmophila
Hanseniaspora	opuntiae
Hanseniaspora	uvorum
Hanseniaspora	valbyensis
Hanseniaspora	viniae
Kazachstanla	exigua
Kloeckera	lindneri
Kluyveromyces	lactis
Kluyveromyces	thermotolerans
Lindnera	saturnus
Metschnikowia	frutticola
Metschnikowia	pulcherrima
Meyerozyma	caribbica
Meyerozyma	gullermondii
Pichia	carsonii
Pichia	kluyveri
Pichia	peteronii
Saccharomyces	bayanus
Saccharomyces	bayanus
Saccharomyces	paradoxus
Saccharomyces	ludwigii
Schizosaccharomyces	pombe
Starmerella	bacillaris
Starmerella	kuoi
Torulasporea	delbrueckii
Zygosaccaromyces	rouxii
Zygosaccaromyces	ballii
Zygosaccaromyces	florentinus

Elenco dei lieviti impiegati in questo studio



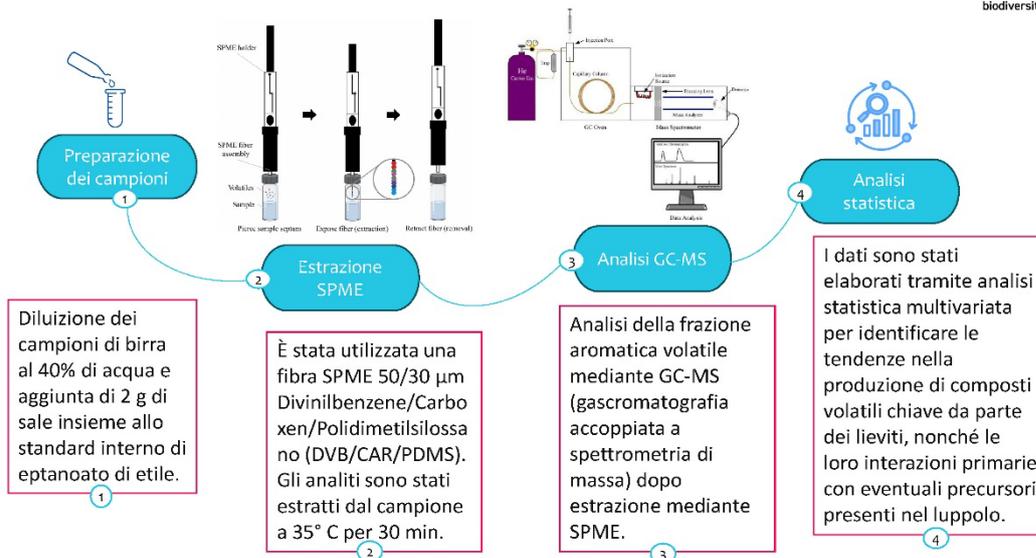
1. Fermentazioni a Scala di Laboratorio: 300 mL

5 Al termine della fermentazione le birre venivano imbottigliate e tappate con un tappo a corona.





2. SPME GC-MS screening

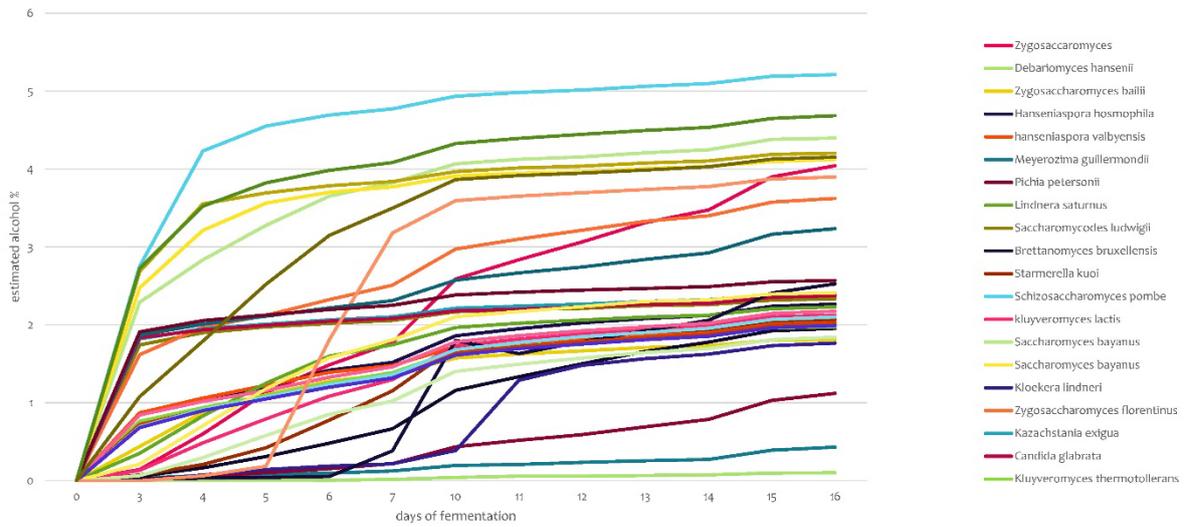




Primi risultati

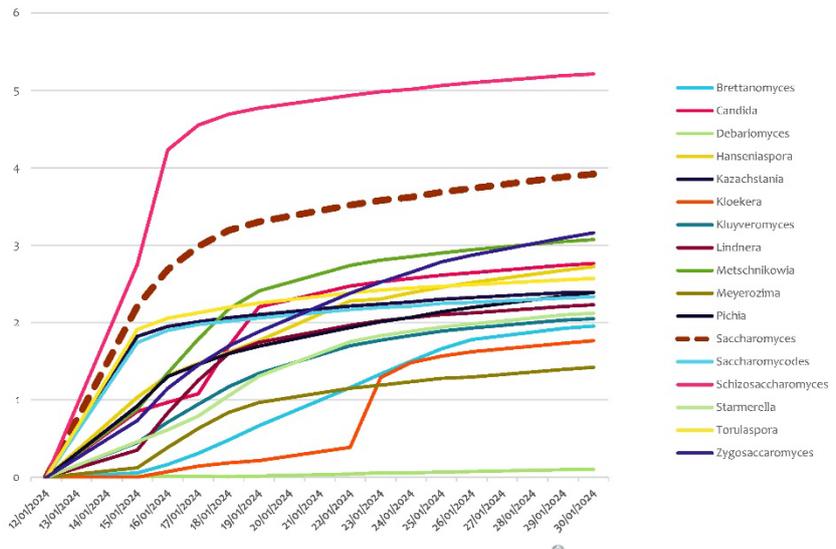
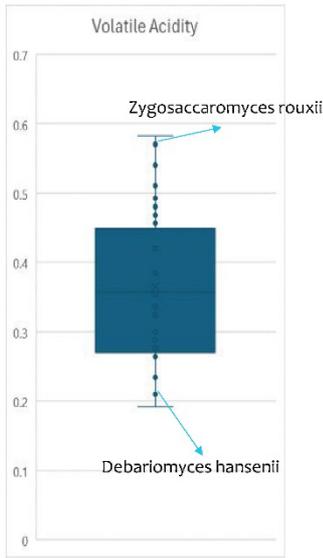
L'andamento delle fermentazioni

Evoluzione della fermentazione alcolica



La centralità della ricerca per lo sviluppo di una filiera brassicola sostenibile e Made in Italy:
l'esperienza del progetto LOB.IT

Evoluzione della fermentazione alcolica

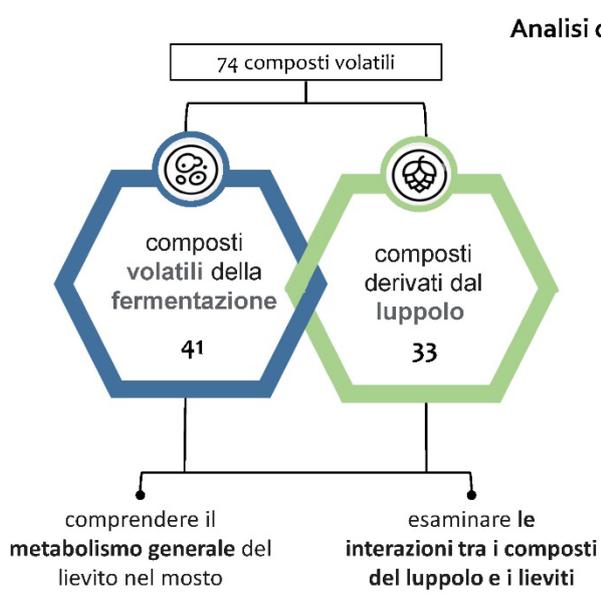


Analisi della frazione volatile delle birre prodotte con diversi microrganismi.

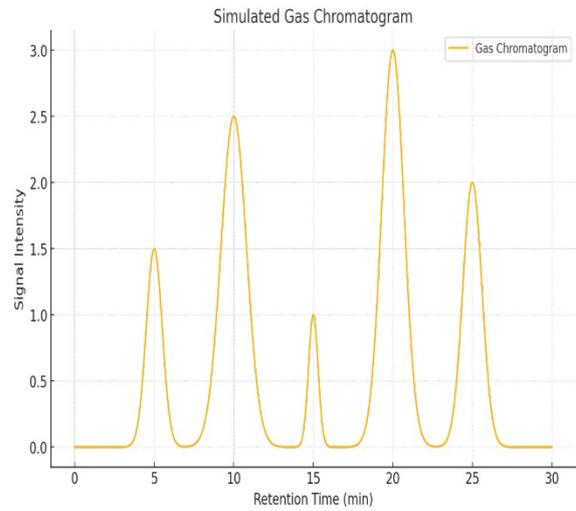


L'importanza della biodiversità

La centralità della ricerca per lo sviluppo di una filiera brassicola sostenibile e Made in Italy:
l'esperienza del progetto LOB.IT



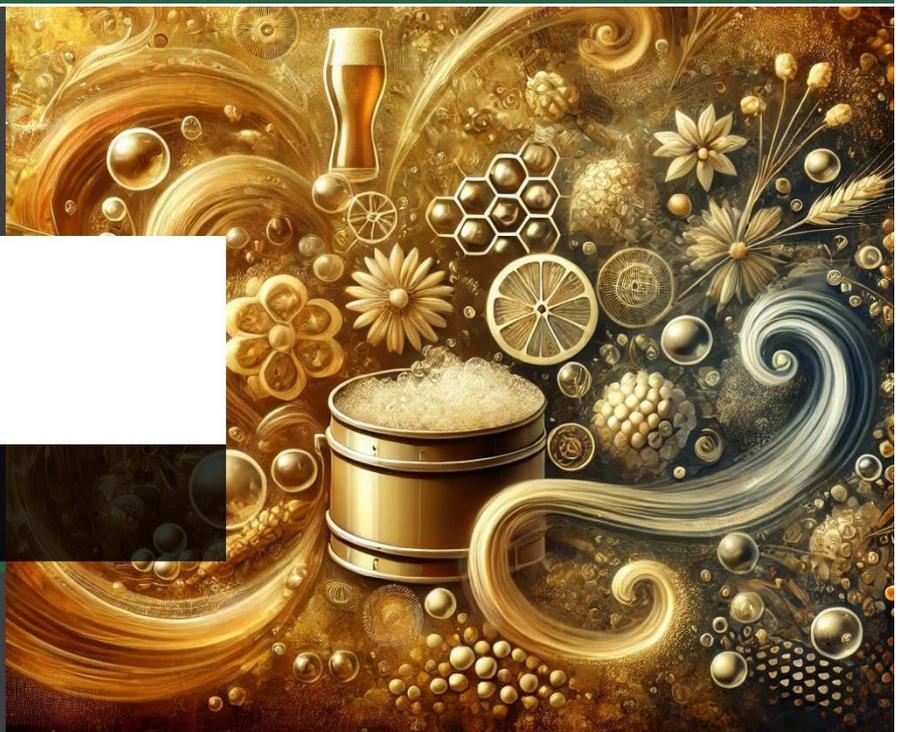
Analisi della frazione aromatica volatile



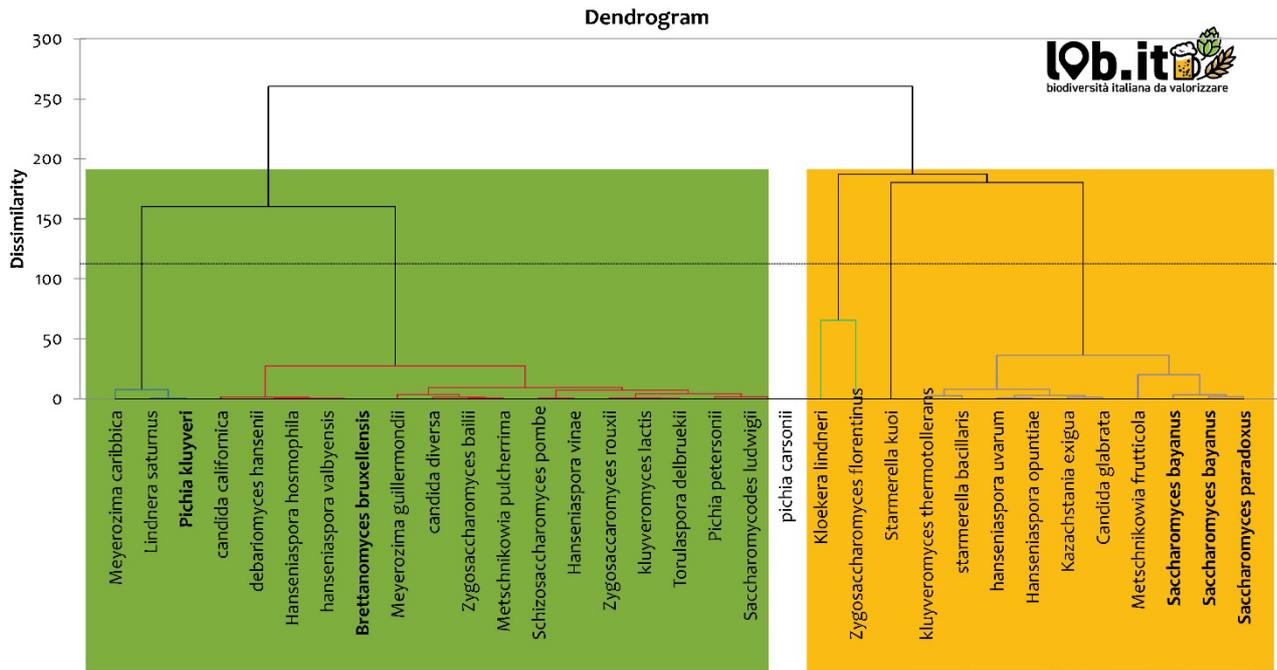
19



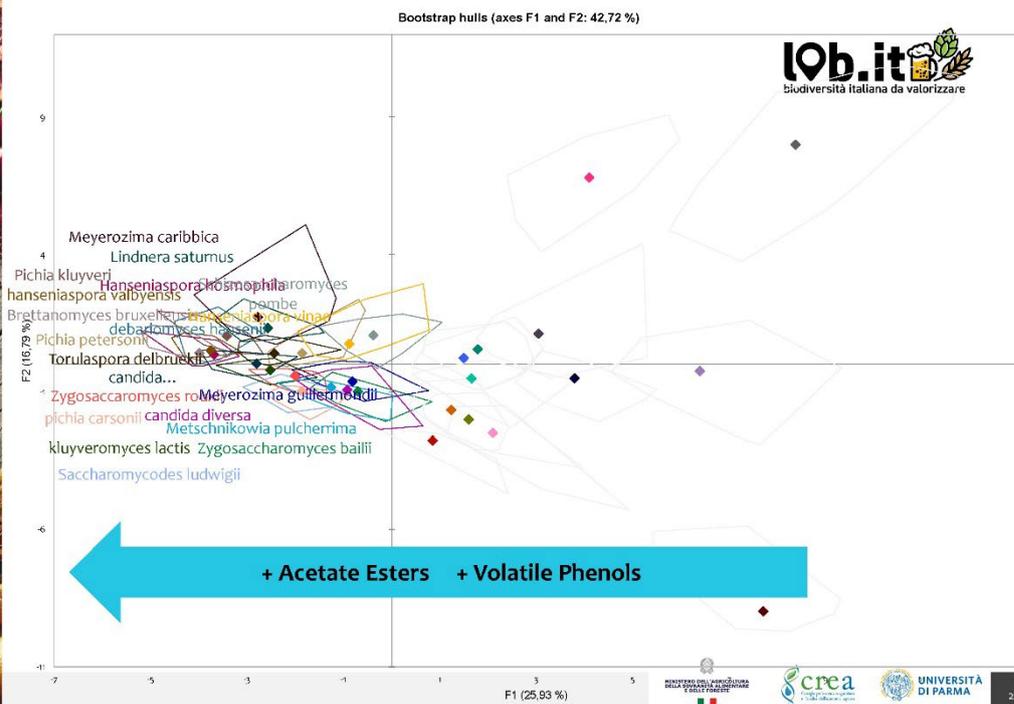
I composti di fermentazione



La centralità della ricerca per lo sviluppo di una filiera brassicola sostenibile e Made in Italy:
l'esperienza del progetto LOB.IT

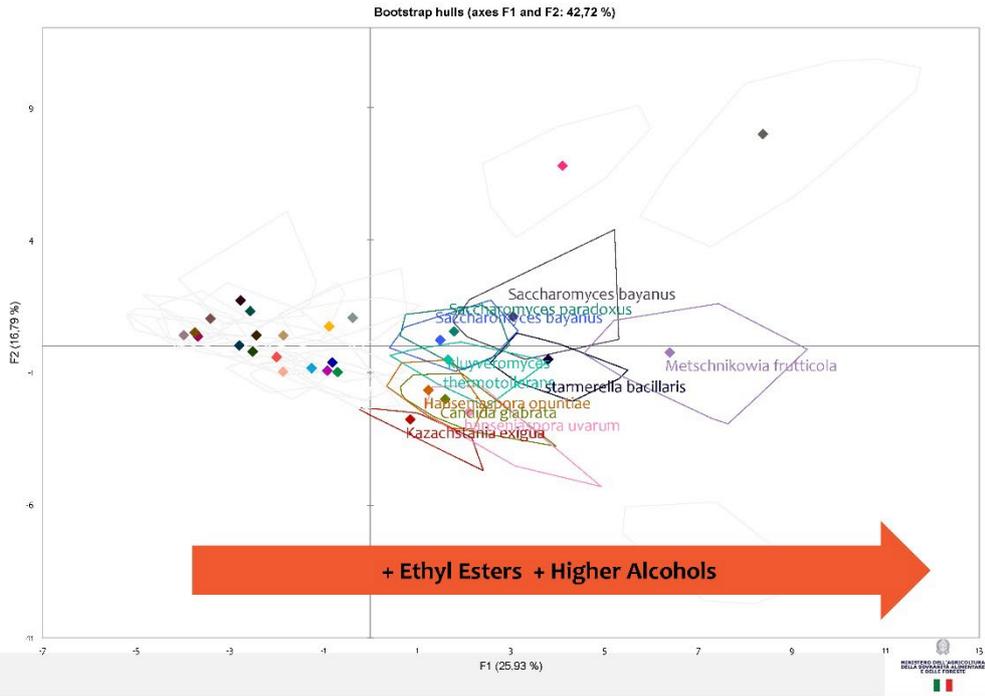


21



22

La centralità della ricerca per lo sviluppo di una filiera brassicola sostenibile e Made in Italy:
l'esperienza del progetto LOB.IT



23

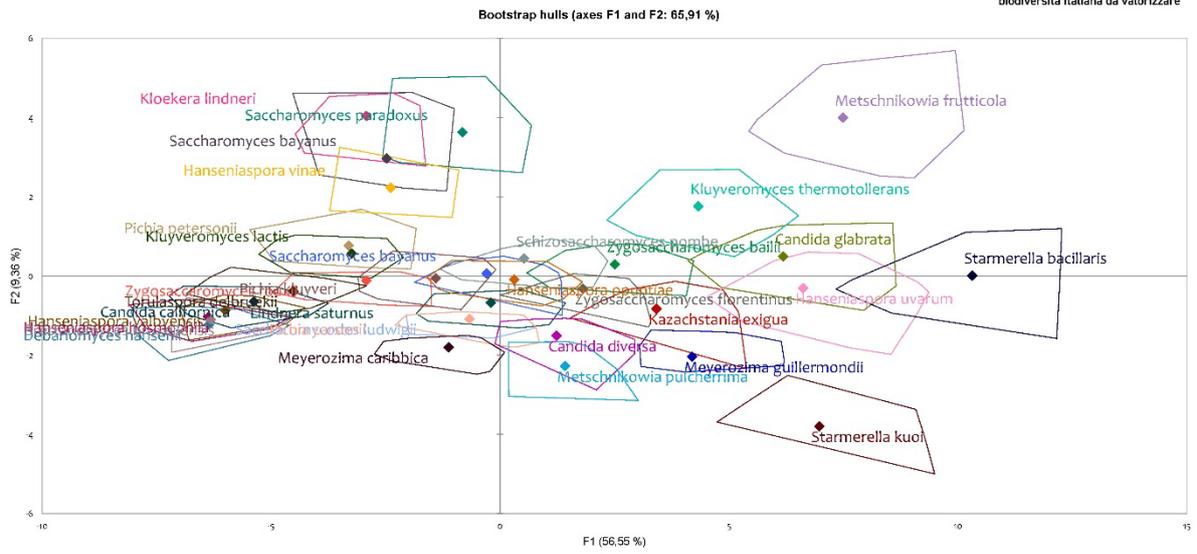


Gli aromi varietali del luppolo



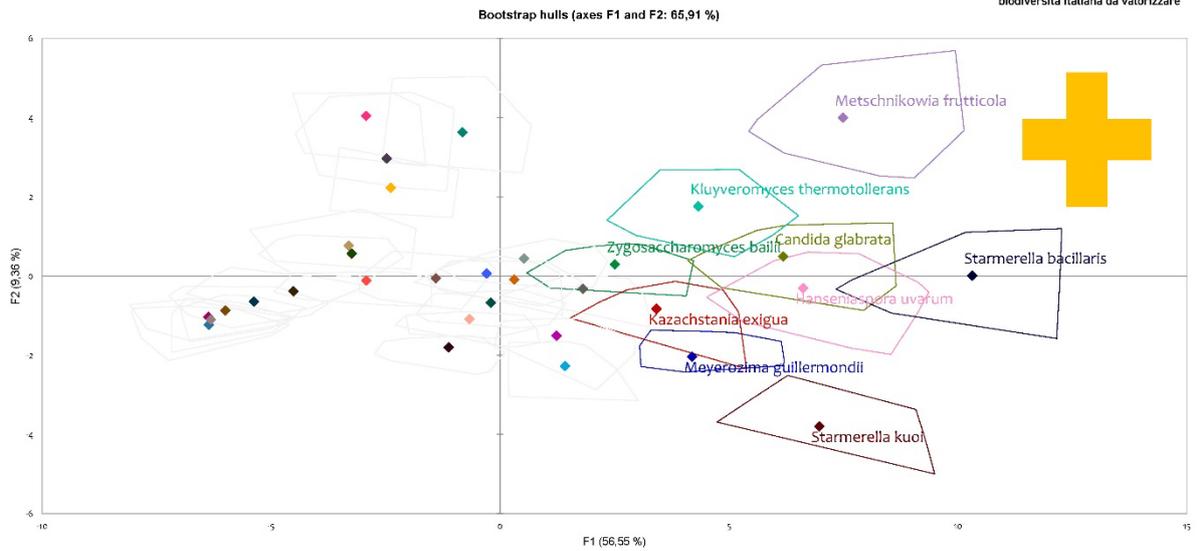
La centralità della ricerca per lo sviluppo di una filiera brassicola sostenibile e Made in Italy:
l'esperienza del progetto LOB.IT

La frazione varietale



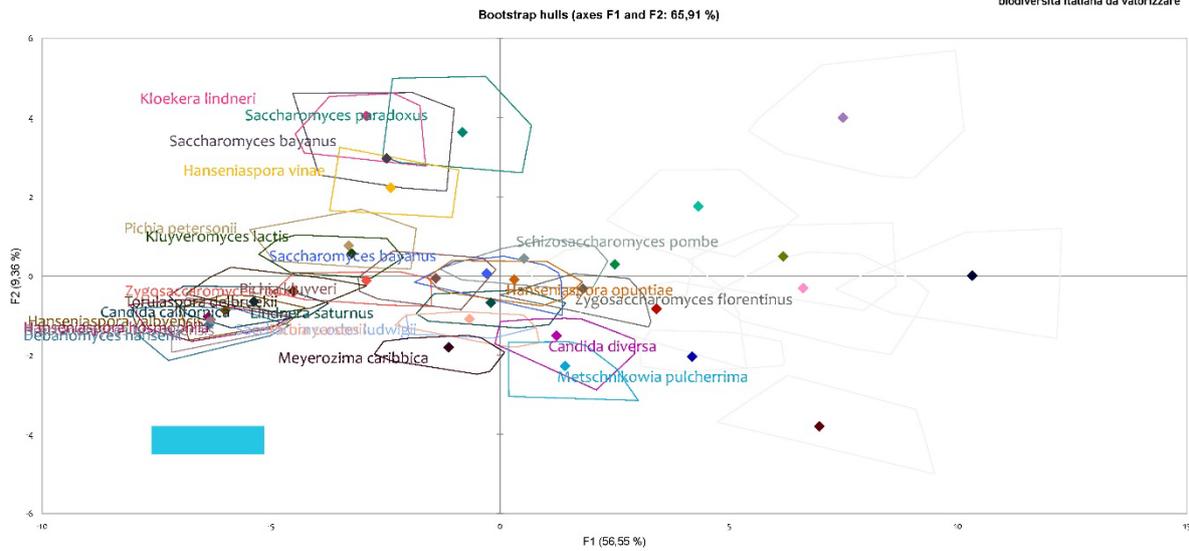
25

La frazione varietale – Group 1

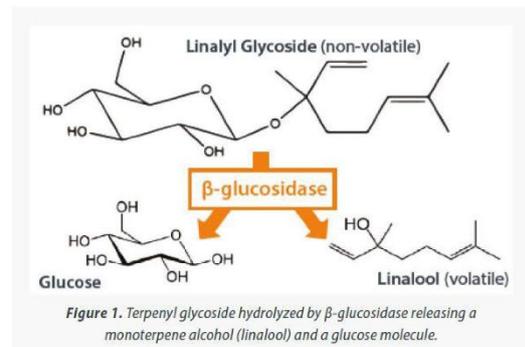
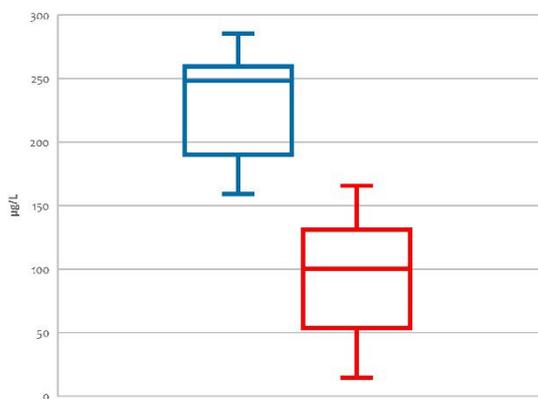


26

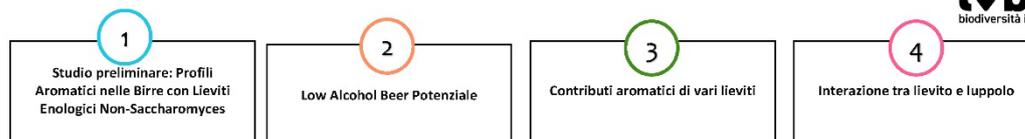
La frazione varietale – Group 2



■ Group A ■ Group B



La centralità della ricerca per lo sviluppo di una filiera brassicola sostenibile e Made in Italy:
l'esperienza del progetto LOB.IT



Abbiamo condotto uno studio preliminare per:

- ✓ Studiare la biodiversità microbica per la produzione di birra.
- ✓ Esaminare il lievito e le sue interazioni con il luppolo.

Alcuni lieviti sembrano promettenti per la produzione di birre a basso tenore alcolico, ma sono necessari ulteriori studi.

•Alcuni lieviti producono più esteri etilici e una maggiore produzione di alcol.
•Altri hanno di più: note fruttate e speziate da esteri acetati e fenoli.

Alcuni lieviti, come Starmarella e Kazachstania, interagiscono fortemente con i precursori aromatici del luppolo.



Tuttavia, sono necessari ulteriori studi e analisi, poiché questo è uno studio preliminare.



Linea di ricerca "Statistica e strumenti di Policy"

FILIERA BRASSICOLA 2023: DATI E TENDENZE

Francesco Licciardo

CREA - Centro di ricerca Politiche e Bioeconomia

Sommario

I dati dell'International Hop Growers' Convention per il 2023 (IHGC, 2023) confermano, a livello internazionale, la posizione di leadership degli Stati Uniti e il ruolo di follower della Germania in termini di superficie coltivata e produzione di luppolo.

Dopo un decennio di crescita, nel 2023 si è interrotto il trend positivo che ha caratterizzato l'espansione delle superfici, attestatesi sui 60 mila ettari (-3,9% rispetto all'anno precedente). Su tale calo ha inciso soprattutto la contrazione degli areali destinati alla produzione di varietà aromatiche che, negli Stati Uniti, è stato comunque bilanciato dall'aumento delle superficie di varietà da amaro. Lo scenario risulterebbe in peggioramento nel 2024. In base agli ultimi dati pubblicati dal Dipartimento dell'agricoltura degli Stati Uniti d'America, le superficie coltivate risulterebbero in contrazione del 18%, con una diminuzione della superficie interessate da varietà aromatiche del 29% e del 13% per quelle da amaro (Hop Growers of America, 2024; USDA, 2024). Al contempo, a livello globale, si rileva una presenza importante di eccedenze di luppolo che genera preoccupazione tra gli addetti ai lavori e non solo.

Per quanto riguarda i Paesi europei, la coltivazione di luppolo – attività che riguarda più di duemila aziende agricole (European Commission, 2023), e che risulta estesa per circa 31 mila ettari (BarthHaas, 2023) – starebbe accusando le repentine variazioni climatiche degli ultimi anni, con periodi siccitosi (2022-2023) alternati a periodi particolarmente piovosi (2024), fattori che hanno minato i raccolti nei principali paesi produttori dell'Unione europea (IHGC, 2023).

Nonostante l'Italia importi quasi tutte le materie prime per la produzione di birra, i contributi diretto, indiretto e indotto del settore della birra artigianale all'economia italiana sono di tutto rilievo. Considerando i dati diffusi da AssoBirra per l'Italia (2024), la produzione nazionale di birra nel 2023 ha raggiunto i 17,4 milioni di ettolitri.

L'aumento dei volumi produttivi in Italia è in parte legato all'incremento dei consumi registrato a partire dal 2015, anno in cui si è assistito ad un aumento del +7% (rispetto al 2014) e che ha portato l'Italia, con una quantità di 22,5 milioni di ettolitri nel 2022, ad occupare la quinta posizione nell'Unione Europea, preceduta dalla Francia e seguita da Stati membri come Romania, Repubblica Ceca e Paesi Bassi.

Secondo gli ultimi dati di AssoBirra (2024), nel 2023 il consumo di birra ha raggiunto i 21,2 milioni di ettolitri. Questo dato segna una diminuzione di quasi sei punti percentuali rispetto al record stabilito nel 2022.

Tra le birre commercializzate e consumate in Italia, la leadership di Heineken Italia Spa si conferma nel 2023 con una quota di mercato del 32%, seguita a distanza da Birra Peroni Spa (17,7%). Le microbirrerie si attestano su una quota del 6,8%, piuttosto stabile nel corso dell'ultimo triennio.

È importante rilevare come l'aumento del consumo interno sia soddisfatto principalmente dalla produzione nazionale, un indicatore del potenziale di sviluppo per i birrifici italiani.

La produzione di birra italiana è legata soprattutto ai grandi birrifici industriali: nel 2023, secondo AssoBirra (2024), sono 12, a cui vanno aggiunti i birrifici piccoli o piccolissimi.

Attraverso i dati del Registro delle imprese è possibile quantificare i birrifici attivi nel settore. I dati disponibili per il quinquennio 2018-2022 mostrano, in particolare, un trend positivo in termini di numerosità di impresa, la cui evoluzione non si è arrestata nemmeno durante l'emergenza sanitaria. In particolare, il numero delle imprese produttrici di birra (incluse sedi centrali e unità produttive) è passato dalle 1.073 unità nel 2018 a 1.200 nel 2022 (+127 unità), censendo un incremento complessivo dell'11,8%; solo nell'ultimo anno la variazione è risultata del +2,1%.

Nel 2022 si nota una significativa concentrazione nel Nord Italia, dove sono attive 565 imprese, corrispondenti al 47,1% del totale nazionale. Al contempo, è interessante osservare che nel medio periodo è il Sud del Paese a mostrare l'incremento maggiore: tra il 2018 e il 2022 la consistenza delle imprese produttrici di birra si è accresciuta infatti di 60 unità, segnando una variazione del +16,7% (Centro: +8,5%; Nord: +9,7%).

Bibliografia

AssoBirra. (2024). Annual Report 2023.

BarthHaas. (2023). Report 2022/2023.

European Commission - DG AGRI. (2023). Hop report for the harvest year 2022.

https://agriculture.ec.europa.eu/farming/crop-productions-and-plant-based-products/hops/hops-harvest-reports_en

Hop Growers of America. (2024).

IHGC. (2023, novembre). Economic Commission - Summary Reports 2023.

Licciardo, F., & Carbone, K. (2024). Il luppolo non manca ma calano i brindisi. Il luppolo non manca ma calano i brindisi, 30, 45-49.

USDA. (2024). National Hop Report 2024.

“BRASSICOLA” SUPPLY CHAIN 2023: DATA AND TRENDS

Francesco Licciardo

CREA - Research Centre for Agricultural Policies and Bio-Economy

Summary

The data from the International Hop Growers' Convention for 2023 (IHGC, 2023) confirm, at an international level, the United States' leading position and Germany's secondary role in terms of cultivated area and hop production.

After a decade of growth, the positive trend that characterised the expansion of hop cultivation to 60,000 hectares came to a halt in 2023, with a decline of 3.9% compared to the previous year. This reduction was primarily driven by a contraction in the area devoted to aromatic hop varieties. However, in the United States, this decrease was partially offset by an increase in land allocated to bitter varieties. The outlook for 2024 appears more challenging. According to the latest data published by the US Department of Agriculture (USDA, 2024), the cultivated area is expected to shrink by 18%, with aromatic varieties decreasing by 29% and bittering varieties by 13% (Hop Growers of America, 2024).

Globally, a significant surplus of hops is creating concern among growers and stakeholders across the international supply chain.

In European countries, hop cultivation involves over two thousand farms (European Commission, 2023) and spans approximately 31,000 hectares (BarthHaas, 2023). The industry has been significantly impacted by the erratic climatic variations of recent years, with droughts (2022–2023) followed by exceptionally rainy periods (2024), undermining harvests in key European Union producing nations (IHGC, 2023).

Despite Italy's reliance on imported raw materials for beer production, the craft beer sector makes a substantial direct, indirect, and induced contribution to the national economy. According to data published by AssoBirra (2024), Italy's beer production in 2023 reached 17.4 million hectolitres.

The rise in production volumes in Italy partly reflects increased consumption since 2015, when consumption grew by 7% as compared to 2014. By 2022, Italy consumed 22.5 million hectolitres of beer, securing its position as the fifth-largest consumer in the European Union, just behind France and ahead of Romania, the Czech Republic, and the Netherlands.

However, according to the latest figures from AssoBirra (2024), beer consumption in 2023 fell to 21.2 million hectolitres, marking a decrease of nearly six percentage points from the record high in 2022.

Among the beers marketed and consumed in Italy, Heineken Italia Spa maintained its market leadership in 2023, with a 32% share, followed by Birra Peroni Spa at 17.7%. Microbreweries

accounted for 6.8% of the market, a figure that has remained relatively stable over the past three years.

It is noteworthy that increased domestic consumption has been primarily met by domestic production, highlighting the growth potential for Italian breweries.

Italian beer production is dominated by large industrial breweries. According to AssoBirra (2024), there were 12 major breweries in 2023, complemented by a number of small and microbreweries.

Data from the Business Register provide further insights into the sector. Between 2018 and 2022, the number of breweries grew steadily, even during the COVID-19 pandemic. Specifically, the number of brewing enterprises (including head offices and local units) rose from 1,073 in 2018 to 1,200 in 2022, representing an overall increase of 11.8%. Last year alone saw a growth of 2.1%.

In 2022, Northern Italy accounted for 565 brewing companies, representing 47.1% of the national total. Interestingly, the South showed the most substantial medium-term growth: between 2018 and 2022, the number of breweries in the South increased by 60, a rise of 16.7% (compared to 8.5% in the Centre and 9.7% in the North).

References

AssoBirra. (2024). Annual Report 2023.

BarthHaas. (2023). Report 2022/2023.

European Commission - DG AGRI. (2023). Hop report for the harvest year 2022.
https://agriculture.ec.europa.eu/farming/crop-productions-and-plant-based-products/hops/hops-harvest-reports_en

Hop Growers of America. (2024).

IHGC. (2023, novembre). Economic Commission - Summary Reports 2023.

Licciardo, F., & Carbone, K. (2024). Il luppolo non manca ma calano i brindisi. Il luppolo non manca ma calano i brindisi, 30, 45-49.

USDA. (2024). National Hop Report 2024.



lob.it
biodiversità italiana da valorizzare

OUTLINE

F. Licciardo - Convegno nazionale
Roma, 28/11/2024

- 1 Fonti informative
- 2 Tendenze globali
- 3 Segnali di crisi
- 4 Birra artigianale «keyword online»
- 5 Produzione e consumo

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA
DIETA SOSTENIBILE

crea
CENTRO NAZIONALE
PER LE RICERCHE
E LE ANALISI

UNIVERSITÀ
DI PARMA

Fonti informative



Dati secondari



I dati raccolti da fonti secondarie sono una «risorsa preziosa» per l'analisi della filiera.

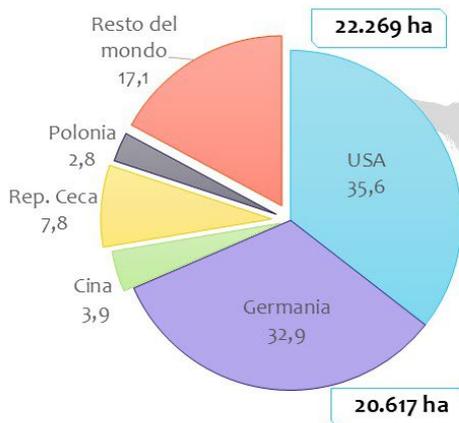
Offrono una copertura temporale e spaziale più ampia, consentendo analisi più complete e dettagliate (Wickham, 2019; Kumara, 2022).

Tendenze a livello globale (1 di 2)

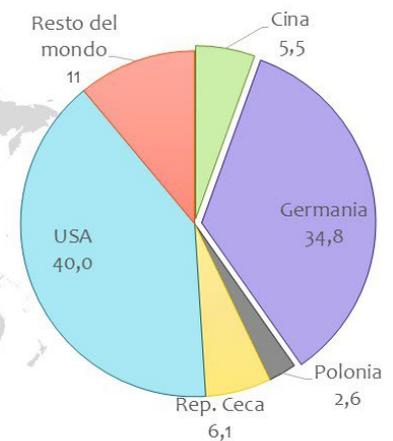
I primi cinque paesi produttori di luppolo al mondo (2023)



Peso in termini di superficie (%)



Peso in termini di produzione (%)



Fonte: nostre elaborazioni su dati International Hop Growers' Convention (IHGC)

Tendenze a livello globale (2 di 2)

Highlights 2023 e outlook 2024



Scenario 2023

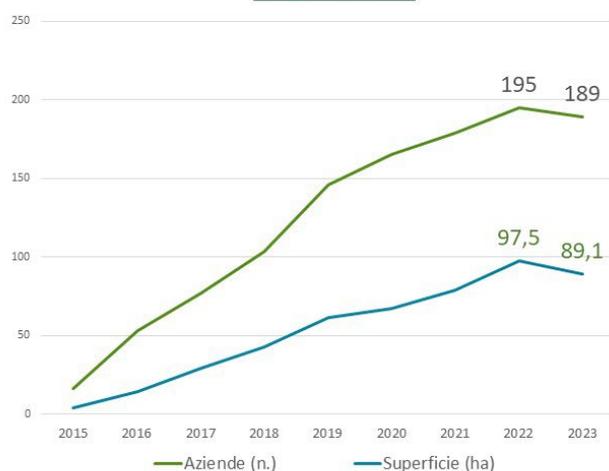
- Gli ultimi dati disponibili (IHGC), confermano la posizione di **leadership degli Stati Uniti** e il ruolo di **follower della Germania** (superficie coltivata e produzione)
- Dopo un decennio di crescita ininterrotta, nel 2023 si è interrotto il trend positivo che ha caratterizzato l'espansione delle superfici attestatesi sui **63 mila ettari (-3,9% rispetto al 2022)**
- Il calo è stato determinato dalla **contrazione degli areali destinati alla produzione di varietà aromatiche** che, negli Stati Uniti, è stato bilanciato dall'aumento delle superfici di varietà da amaro

Outlook 2024

- Il **quadro globale** risulterebbe **in peggioramento** nel 2024
- I dati più recenti (USDA) indicano una contrazione ulteriore delle superfici coltivate, con una **diminuzione della superficie interessate da varietà aromatiche del 29% e del 13% per quelle da amaro**
- A livello globale, si rileva una presenza importante di **eccedenze di luppolo stoccate**, che, a fronte di un calo della domanda da parte dei birrifici artigianali, induce a prevedere un'ulteriore riduzione delle superfici (Licciardo & Carbone, 2024)
- Risultato: **eccesso di offerta = riduzione del prezzo**

Segnali di crisi (per un settore in fermento) (1 di 2)

NUMERO DI AZIENDE E SUPERFICI (Ha) A LUPPOLO IN ITALIA, 2015-2023



Fonte: nostre elaborazioni su dati AGEA

SITUAZIONE DI INCERTEZZA

- Nel corso del tempo, **la coltivazione ha riscosso un interesse sempre maggiore**
- Il trend mostrato è confortante e **testimonia lo sviluppo della fase agricola**, in parte trainato dalla domanda di birra artigianale
- **Fino al 2022 si è assistito al costante incremento** delle superfici investite, del numero di aziende e, di conseguenza, della dimensione media aziendale
- 2023/22: **-3,1% in termini di aziende**
- 2023/22: **-8,6% in termini di superficie**
- Tuttavia, la **coltivazione è ancora limitata** per l'Italia e i quantitativi prodotti non possono soddisfare il fabbisogno delle imprese di trasformazione

Segnali di crisi (per un settore in fermento) (2 di 2)



DISTRIBUZIONE

Forte concentrazione degli areali coltivati nelle **regioni settentrionali**



REGIONI PIVOT

Emilia-Romagna, Veneto e Piemonte rappresentano l'84% della superficie italiana

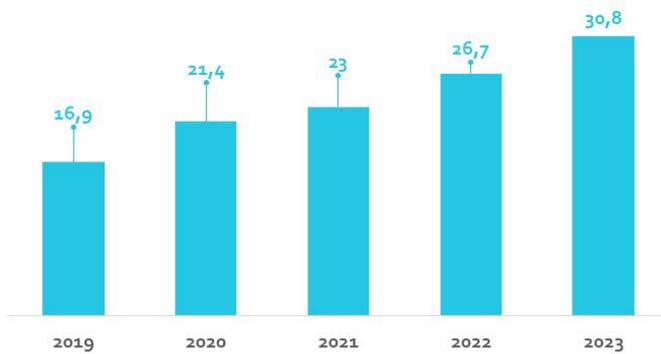


PROSPETTIVE

Buona propensione delle aziende del Centro Italia (Lazio, Umbria e Marche)

Coltivazione biologica (1 di 2)

Superfici a luppolo biologico (ettari)



Emilia-R. (22,1%); Veneto (14,3%); Friuli V.G. (11,4%) **+15,4% nel 2023**



Fonte: nostre elaborazioni su dati SINAB



Distribuzione territoriale (2023)



Nord (16,9 ha)



Centro (9 ha)



Sud (4,3 ha)



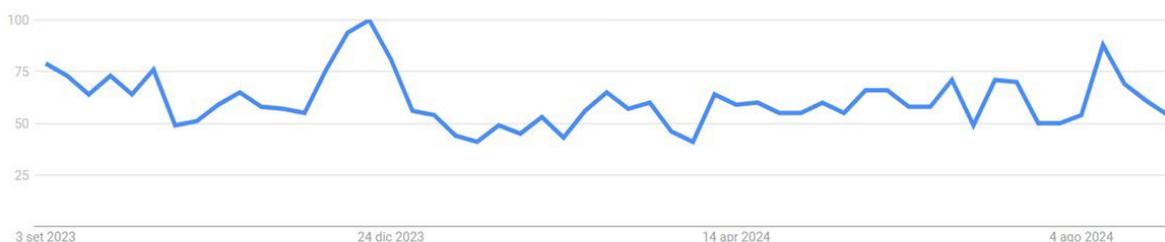
Isole (0,5 ha)

Movimento della birra artigianale (1 di 2)



- il movimento della **birra artigianale** ha favorito l'ascesa del fenomeno in Italia a partire dagli anni '90
- importanza della **valorizzazione delle materie prime** e del **legame col territorio**
- il segmento, tuttavia, nell'ultimo triennio circa, sembrerebbe essere entrato nella **fase di maturità** non riuscendo a superare la quota del 4% in termini di volumi di vendita

Andamento delle ricerche web per la keyword birra artigianale



Note: dati sono normalizzati e presentati su una scala da 0 a 100, per cui i numeri non rappresentano dei valori assoluti nel volume di ricerche. Ogni punto sul grafico è diviso per il punto massimo e i numeri vicino ai termini di ricerca sono i dati aggregati.

Fonte: Google Trends (data consultazione 5 settembre 2024)

F. Licciardo - Convegno nazionale Roma, 28/11/2024

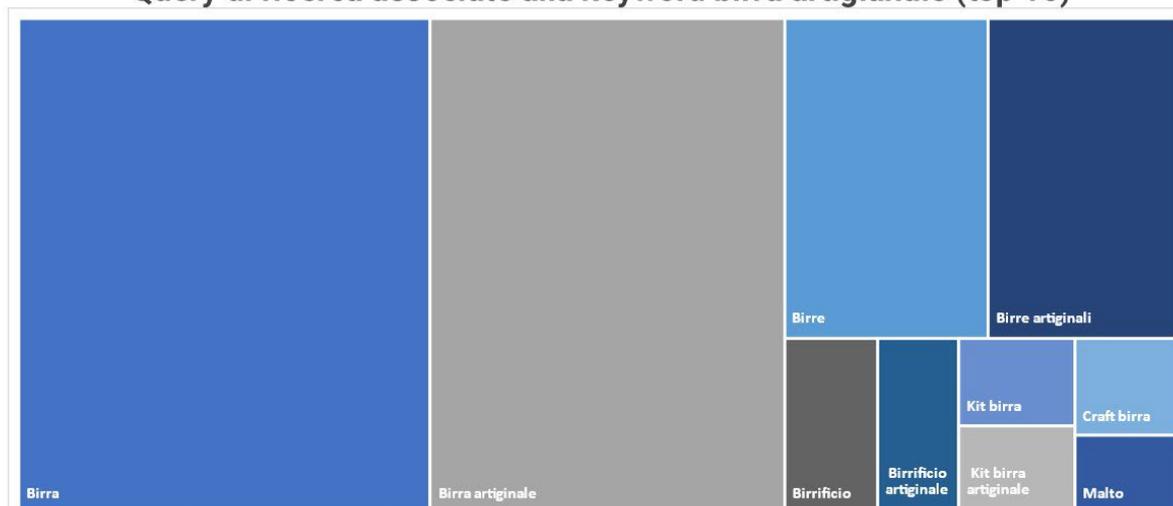


9

Movimento della birra artigianale (2 di 2)



Query di ricerca associate alla keyword birra artigianale (top 10)



Fonte: Google Trends (data consultazione 5 settembre 2024)

F. Licciardo - Convegno nazionale Roma, 28/11/2024



10

Produzione e consumi

(1 di 5)



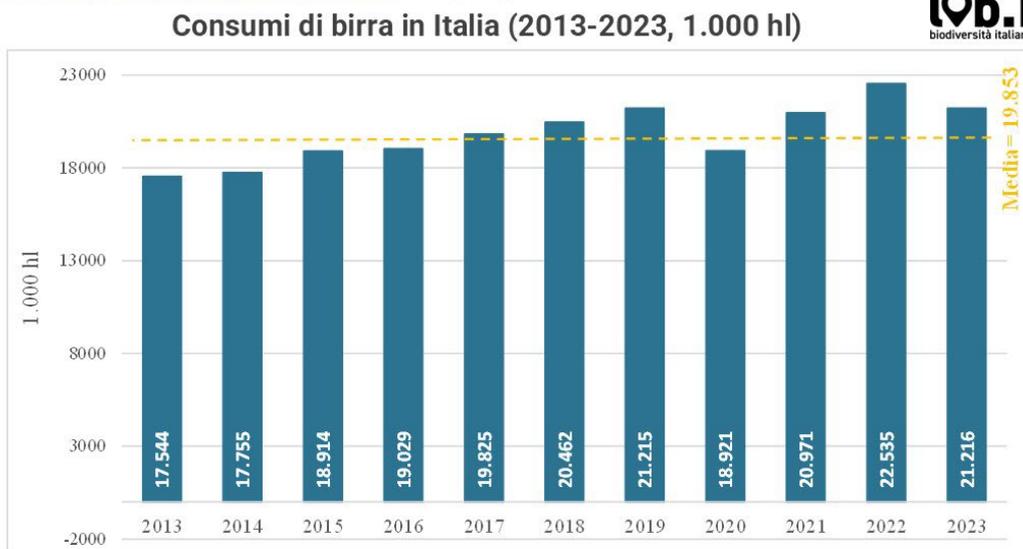
- La produzione nazionale di birra nel 2023 ha raggiunto i **17,4 milioni di ettolitri**, segnando un **calo del 5,5%** rispetto al valore record realizzato l'anno precedente
- Il **volume di produzione è stato comunque superiore a quello pre-pandemico** (17,3 milioni di ettolitri)

Legenda: Microbirrifici e birrifici non aderenti inclusi

Fonte: nostre elaborazioni su dati The Brewers of Europe e AssoBirra

Produzione e consumi

(2 di 5)

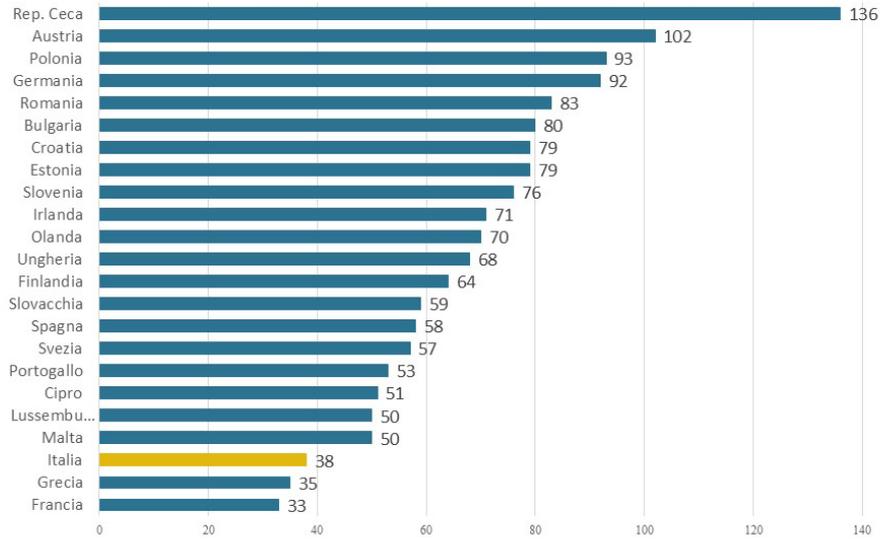


Fonte: nostre elaborazioni su dati The Brewers of Europe e AssoBirra

Produzione e consumi

(3 di 5)

Consumo pro capite di birra nell'UE-27 (2023, litri)



Legenda: i dati per Lettonia, Lituania, Danimarca e Belgio non sono disponibili per il 2022.

Fonte: nostre elaborazioni su dati The Brewers of Europe



13

Produzione e consumi

(4 di 5)

Import-export di birra italiana in volumi (2013-2023, 1.000 hl)



Legenda: (*) Birra non alcolica inclusa (*) Dati provvisori, in attesa di eventuali adeguamenti da parte dell'ISTAT.

Fonte: nostre elaborazioni su dati AssoBirra

- 2023: **3,6 milioni di ettolitri**
- La crescita del settore nazionale è testimoniata anche **dall'andamento delle esportazioni: tra il 2012 e il 2023 sono aumentate dell'87%**
- **Qualità italiana apprezzata in Paesi a forte tradizione birraria (Regno Unito, Germania e Paesi Bassi)**



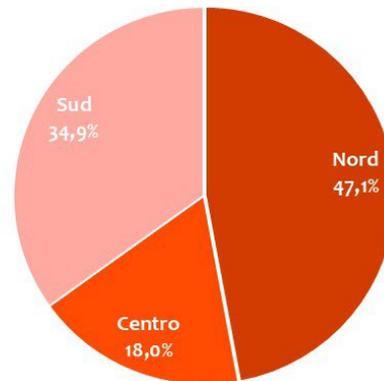
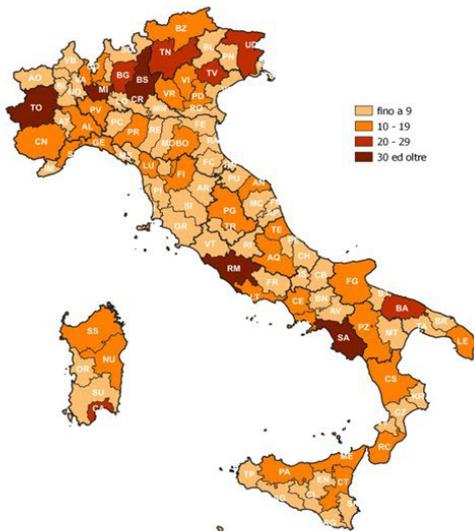
14

Produzione e consumi

(5 di 5)



Imprese produttrici di birra (2022, peso %)



Fonte: nostre elaborazioni su dati InfoCamere-Movimprese

Distribuzione provinciale delle imprese produttrici di birra (2022, valori assoluti)



15

Reg. (UE) 2024/602

(1 di 2)



- **Regolamento delegato (UE) 2024/602** della Commissione, del 14 dicembre 2023, che integra il regolamento (UE) n. 1308/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda le **norme di commercializzazione nel settore del luppolo** e abroga il regolamento (CE) n. 1850/2006 della Commissione

- **Regolamento di esecuzione (UE) 2024/601** della Commissione, del 14 dicembre 2023, recante modalità di applicazione del regolamento (UE) n. 1308/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio per quanto riguarda la **certificazione del luppolo e dei prodotti derivati dal luppolo e i relativi controlli**



16

Reg. (UE) 2024/602 (2 di 2)



Informatizzazione dei dati per il settore

L'art. 6 co. 1 del Reg. (UE) 2024/602 disciplina i contenuti della dichiarazione per il luppolo coltivato da una fabbrica di birra su terreni propri o coltivato sotto contratto per una fabbrica.



La dichiarazione deve essere trasmessa all'autorità di certificazione entro il 15 novembre.

La dichiarazione deve contenere almeno le seguenti informazioni:

- elenco delle varietà coltivate
- luogo di produzione e superfici coltivate in ettari (elenco delle particelle)
- quantitativi raccolti in kg alla data del 30 settembre



Linea di ricerca 4 - Il gruppo di lavoro



katya.carbone@crea.gov.it ✉

<https://lobit.crea.gov.it> 🔗

PRESENTAZIONE REALIZZATA ALL'INTERNO DEL PROGETTO "LOB.IT" FINANZIATO DAL MINISTERO DELL'AGRICOLTURA, DELLA SOVRANITÀ ALIMENTARE E DELLE FORESTE D.G. N. 667550 DEL 30.12.2022



Francesco Licciardo



Serena Tarangioli



Dario Macaluso



Barbara Zanetti



Federica Cisilino



Antonio Giampaolo



Roberta Gloria



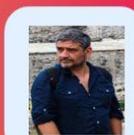
Roberta Ruberto



Massimo Perinotto



Isabella Brandi



Alberto Marchi

Grazie

CARATTERISTICHE ECONOMICHE E STRUTTURALI DELLE AZIENDE DELLA FILIERA BRASSICOLA

Dario Macaluso, Pietro Chinnici

CREA - Centro di Ricerca Politiche e Bioeconomia

Introduzione

Il progetto Lob.IT si propone di analizzare e valorizzare la filiera brassicola italiana, con particolare riferimento alle coltivazioni di orzo distico e luppolo, due elementi fondamentali per promuovere una produzione birraria nazionale basata interamente su materie prime italiane. L'attività si inserisce in un contesto di crescente attenzione verso la sostenibilità e la competitività del settore agricolo, in cui la filiera brassicola emerge come una componente promettente e in progressiva crescita dell'agroalimentare italiano. In tale contesto, il Work Package 9 (WP9) "Dati e strumenti statistici per l'analisi economica e territoriale della filiera brassicola", e in particolare il Task 9.2, si concentra sulla costruzione di un quadro statistico-economico dettagliato per supportare interventi mirati al consolidamento della filiera made in Italy. L'obiettivo principale è fornire strumenti utili agli stakeholder, in particolare a quelli istituzionali, per individuare e implementare strategie di sviluppo per questa importante filiera agroalimentare. Questo obiettivo comprende anche l'approfondimento delle pratiche agricole, delle potenzialità produttive e delle sfide gestionali legate alla coltivazione di orzo distico e luppolo.

Stato dell'arte

La revisione delle conoscenze disponibili sul tema della fase primaria della filiera brassicola italiana, nello specifico le coltivazioni di orzo distico e luppolo, evidenzia una marcata frammentarietà delle statistiche ufficiali e una carenza di dati specifici. La discrepanza tra le diverse fonti, sia per l'orzo distico che per il luppolo, sottolinea la necessità di un approccio metodologico che integri dati provenienti da statistiche ufficiali e fonti amministrative, quale il fascicolo aziendale tenuto da AGEA, al fine di ottenere una visione più accurata delle dinamiche produttive e gestionali delle coltivazioni in esame. Inoltre, non esistono informazioni sulla redditività e sulla struttura dei costi delle coltivazioni di orzo distico e luppolo nonché sulle caratteristiche strutturali ed economiche delle aziende agricole che partecipano alla filiera. A questo scopo, è stata impiegata la Rete di Informazione Contabile Agricola (RICA). Tale approccio ha reso possibile colmare un vuoto conoscitivo significativo e costruire un quadro analitico dettagliato utile per gli scopi del progetto.

Per quanto riguarda l'orzo distico, le statistiche ufficiali, e nello specifico il 7° Censimento dell'agricoltura e l'indagine sulla stima delle superfici e produzioni delle coltivazioni agrarie in carico a Istat, non distinguono chiaramente le varietà destinate alla filiera brassicola, rendendo

complessa la definizione di un quadro completo della produzione nazionale. Le informazioni disponibili, integrate con i dati di Assobirra, consentono di stimare una superficie complessiva dedicata a questa coltura pari a circa 26.000 ettari, concentrata prevalentemente nelle regioni del Centro-Sud. Tuttavia, meno del 15% di questa superficie è direttamente tracciabile attraverso i dati AGEA relativi ai contributi del Fondo istituito con Decreto Masaf del 24/12/2021 "Istituzione del Fondo per la tutela e il rilancio delle filiere apistica, brassicola, della canapa e della frutta a guscio". Ai fini della selezione delle unità da rilevare, considerata l'impossibilità di selezionare un campione rappresentativo di aziende dalla popolazione di riferimento, che come già evidenziato non è nota, si è optato per il ricorso alla Rete di Informazione Contabile Agricola (RICA). Attraverso l'incrocio della banca dati RICA con il dataset di fonte AGEA, è stato possibile individuare nel campione RICA, con riferimento agli esercizi contabili 2021 e 2022, 137 aziende che coltivano complessivamente 1.288,66 ettari di orzo distico, corrispondenti al 5% della superficie investita ad orzo da birra stimata a livello nazionale e sufficienti a descrivere il fenomeno oggetto di studio.

Per quanto concerne il luppolo, l'Istat fornisce stime delle superfici e delle produzioni con dettaglio regionale, evidenziando come tale coltivazione, che occupa una superficie di appena 59 ettari e produce poco più di 1.100 quintali, rivesta un ruolo piuttosto marginale in Italia. Si osservano impianti di piccolissime dimensioni di carattere sperimentale diffusi sul territorio nazionale, ma concentrati prevalentemente nelle regioni del Centro-Nord. Tuttavia, come evidenziato da Licciardo et al. (2021), la rilevazione Istat ha trovato una limitata conferma nelle successive verifiche regionali così come nelle interlocuzioni con gli esperti di settore. Per ovviare a tali incongruenze, è possibile fare riferimento ai dati del fascicolo aziendale tenuto da AGEA, che per l'ultima annualità disponibile restituisce una superficie complessiva di 89 ettari. Trattandosi di un fenomeno ancora di nicchia in termini di dimensioni, l'adozione della metodologia sopradescritta utilizzata per la selezione del campione di aziende che coltivano orzo, ossia il ricorso alla RICA, appare adeguata anche per la selezione del campione di aziende che coltivano luppolo. Pertanto, nella banca dati RICA, con riferimento agli esercizi contabili 2021 e 2022, sono state identificate 14 aziende che coltivano luppolo su una superficie complessiva di 12,14 ettari, pari al 13,6% della superficie nazionale stimata secondo i dati AGEA. Sebbene di dimensioni contenute, il campione è considerato adeguato per descrivere le principali caratteristiche strutturali ed economiche della coltivazione.

Risultati

L'analisi dei risultati ha messo in evidenza caratteristiche strutturali e gestionali chiaramente distinte tra le due tipologie di aziende esaminate. In particolare, le aziende impegnate nella coltivazione dell'orzo distico si contraddistinguono per una dimensione economica superiore rispetto alle altre aziende cerealicole, con il 46,2% classificate come aziende grandi (con una produzione standard superiore a 100 mila euro) e il 40% come medie (con una produzione standard compresa tra 25 e 100 mila euro). Per quanto riguarda la superficie agricola utile (SAU) dedicata all'orzo distico, si registra una media di 8,9 ettari, con circa il 70% delle aziende che

coltiva al massimo 10 ettari di questa coltura. La superficie aziendale media complessiva è di 49,4 ettari della quale l'orzo occupa il 18%. Inoltre, in circa il 63% delle aziende, la coltivazione dell'orzo distico non supera il 20% della superficie agricola utile totale.

Dal punto di vista della composizione dei conduttori, le aziende che coltivano orzo distico mostrano un certo grado di inclusività, con il 21% delle aziende guidate da donne e l'11,9% da giovani operatori (8,2% nelle altre aziende cerealicole). Questa caratteristica favorisce una maggiore propensione all'innovazione e all'adozione di tecnologie avanzate, in linea con gli obiettivi di sostenibilità e modernizzazione del progetto Lob.IT. Rispetto alle altre aziende cerealicole, quelle dedite all'orzo distico presentano una maggiore inclinazione verso la multifunzionalità, con il 30% delle aziende che svolge attività connesse, contro il 17,5% delle altre aziende cerealicole. Inoltre, si osserva una leggera maggiore incidenza di aziende biologiche (15% contro il 12%).

Tuttavia, la redditività della coltivazione dell'orzo risulta limitata, con un margine lordo medio di 650 euro per ettaro e un margine operativo negativo pari a -38 euro per ettaro. Le principali criticità riguardano i costi elevati legati alla manodopera (248 euro/ha) e all'utilizzo delle macchine (440 euro/ha). Questo scenario evidenzia la necessità di interventi mirati all'ottimizzazione dei costi di produzione e alla valorizzazione qualitativa del prodotto, nonché all'implementazione di strategie di aggregazione e commercializzazione efficaci.

Per le aziende che coltivano luppolo, l'analisi evidenzia una chiara predominanza di imprese orientate ai seminativi, pari al 68%. Si tratta prevalentemente di aziende di dimensioni medie (il 56% del totale possiede una produzione standard compresa tra 25 mila e 100 mila euro), e dispongono di una superficie dedicata al luppolo di 0,84 ettari, che costituisce il 6,8% della superficie aziendale complessiva, pari mediamente a 12,4 ettari.

Dal punto di vista della composizione dei conduttori, il 48% delle aziende è guidato da giovani e il 32% da donne, evidenziando un elevato grado di inclusività e un significativo potenziale innovativo.

In termini di multifunzionalità, il 16% delle aziende che coltivano luppolo svolge attività connesse, in linea con il 15,1% osservato nel Campione RICA. Per quanto concerne le pratiche agricole, il 36% delle aziende con luppolo adotta metodi biologici, rispetto al 21,9% del Campione RICA, indicando una maggiore propensione verso la sostenibilità.

La redditività della coltivazione di luppolo risulta nettamente più favorevole rispetto all'orzo distico, con un margine lordo medio di 14.251 euro per ettaro e un margine operativo di 7.894 euro per ettaro. Questi risultati sono supportati da un prezzo medio elevato di 623 euro per quintale e da una resa di 29,1 quintali per ettaro, indicando che il luppolo rappresenta una coltura ad alto valore aggiunto con potenzialità significative per il rafforzamento della filiera brassicola.

Tuttavia, la composizione del campione piuttosto eterogenea, con diverse aziende che praticano la coltivazione di luppolo ancora a livello sperimentale, richiede una certa prudenza nella

valutazione dei dati e la necessità di ulteriori approfondimenti presso aziende specializzate e professionali.

Conclusioni

La coltivazione di orzo distico, pur mostrando margini di miglioramento in termini di redditività, rappresenta un'opportunità significativa per rafforzare il sistema produttivo. Al contempo, il luppolo si distingue per il suo elevato potenziale di diversificazione nelle attività produttive delle aziende agricole italiane. La varietà nei profili dei conduttori, con una significativa presenza di giovani e donne, rappresenta un punto di forza per entrambi i settori, contribuendo a favorire innovazione e sostenibilità. Inoltre, la promozione della multifunzionalità e dell'agricoltura biologica emerge come un possibile elemento chiave per il consolidamento della filiera brassicola italiana. Questi risultati evidenziano l'importanza di interventi mirati per valorizzare le materie prime italiane, promuovendo una filiera brassicola robusta, competitiva e sostenibile, in linea con gli obiettivi del progetto Lob.IT.

Le attività future saranno orientate a comprendere meglio le differenze tra le aziende in termini di redditività e sostenibilità, con un focus particolare sul grado di specializzazione nella coltivazione delle due specie analizzate. Saranno approfondite le dinamiche relative alla destinazione dei prodotti e alle modalità di vendita, insieme all'analisi del valore economico associato ai diversi canali distributivi. Tra gli obiettivi rientrano anche la valutazione della presenza di forme di aggregazione dell'offerta, l'integrazione delle coltivazioni con processi di trasformazione aziendale, come gli agribirrifici, e l'individuazione di sinergie tra la produzione agricola e le attività connesse. L'obiettivo generale è costruire una base conoscitiva solida per promuovere lo sviluppo sostenibile e rafforzare la competitività della filiera brassicola italiana, valorizzando le specificità produttive e le opportunità di mercato offerte dalle coltivazioni di orzo distico e luppolo.

Bibliografia

Licciardo, F., & Carbone, K. (2024). Il luppolo non manca ma calano i brindisi, *Terra è vita*, 30/2024, 45-49.

Assobirra (2024), Annual report 2023

Carbone, K., & Licciardo, F. (2023). Luppolo made in Italy, una filiera in (lenta) crescita, *Terra è vita*, 31/2023, 48-50.

Licciardo, F., & Carbone, K. (2023). Come sta la brassicoltura italiana? Stato attuale e prospettive di sviluppo, *Birra Nostra Magazine*, 1/gennaio-febbraio, 24-29.

Assobirra (2023), Annual report 2022

Licciardo, F., Carbone, K., Ievoli, C., Manzo, A., & Tarangioli, S. (2021). Outlook economico-statistico del comparto luppolo. CREA, Roma. ISBN: 9788833851228. DOI: 10.13140/RG.2.2.10805.81120

Istat (2020), 7° Censimento generale dell'Agricoltura, Roma

ECONOMIC AND STRUCTURAL FEATURES OF FARMS IN THE BREWING SUPPLY CHAIN

Dario Macaluso, Pietro Chinnici

CREA - Research Centre for Agricultural Policies and Bioeconomy

Introduction

The Lob.IT project aims to analyze and enhance the Italian brewing supply chain, with particular focus on the cultivation of distich barley and hops—two fundamental elements for promoting a national brewing production entirely based on Italian raw materials. This activity is situated within a context of increasing attention towards sustainability and competitiveness in the agricultural sector, where the brewing supply chain appears as a promising and progressively growing component of the Italian agri-food industry. With this background, Work Package 9 (WP9) “Data and statistical tools for the economic and territorial analysis of the brewing supply chain” and, specifically, Task 9.2, focuses on creating a detailed statistical-economic framework to support targeted interventions aimed at consolidating the Made in Italy supply chain. The main objective is to provide useful tools for stakeholders, particularly institutional ones, to identify and implement development strategies for this important agri-food supply chain. This objective also includes a detailed analysis of agricultural practices, production potentials, and managerial challenges related to the cultivation of distich barley and hops.

State of the Art

A review of the available knowledge on the primary phase of the Italian brewing supply chain, specifically the cultivation of distich barley and hops, highlights a marked fragmentation of official statistics and a lack of specific data. The discrepancy between different sources, both for distich barley and hops, emphasizes the need for a methodological approach that integrates data from official statistics and administrative sources, such as the AGEA farm file, to obtain a more accurate view of the productive and managerial dynamics of the crops under examination. Furthermore, there is no information on the profitability and cost structure of distich barley and hop cultivations, nor on the structural and economic features of the farms within the supply chain. To address this, the Farm Accounting Data Network (FADN) was employed. This approach has made it possible to fill a significant knowledge gap and build a detailed analytical framework useful for the project's objectives.

Regarding distich barley, official statistics, specifically the 7th Agricultural Census and the survey on the estimation of agricultural land areas and crop productions conducted by Istat, do not clearly discriminate the varieties intended for brewing, making it complex to define a complete picture of national production. The available information, integrated with data from Assobirra,

allows for an estimation of total land area dedicated to this crop of approximately 26,000 hectares, predominantly concentrated in the Central-Southern regions. However, less than 15% of this area is directly traceable through AGEA data related to the contributions of the Fund established by the Masaf Decree of December 24, 2021, "Establishment of the fund for the protection and revitalization of the beekeeping, brewing, hemp, and nut fruit supply chains". The FADN was used for the selection of the units to be surveyed, given the impossibility of selecting a representative sample of farms from the reference population, which, as already highlighted, is unknown. By cross-referencing the FADN database with the AGEA source dataset, it was possible to identify in the FADN sample, referring to the accounting years 2021 and 2022, 137 farms cultivating a total of 1,288.66 hectares of distich barley, corresponding to 5% of the nationally estimated area invested in brewing barley and sufficient to describe the phenomenon under study.

Regarding hops, Istat provides estimates of areas and productions with regional detail, highlighting that this cultivation, which occupies an area of just 59 hectares and produces slightly over 1,100 quintals, plays a rather marginal role in Italy. Very small experimental-sized plants are observed throughout the country but predominantly concentrated in the Central-Northern regions. However, as highlighted by Licciardo et al. (2021), the Istat survey found limited confirmation in subsequent regional verifications as well as in discussions with sector experts. To address these inconsistencies, data from the farm file maintained by AGEA can be referenced, which for the latest available year report a total area of 89 hectares. Since this remains a niche phenomenon in terms of size, the previously mentioned methodology for selecting the sample of farms cultivating barley - namely, the use of FADN - appears appropriate for selecting the sample of farms cultivating hops as well. Therefore, in the FADN database referring to the accounting years 2021 and 2022, 14 farms cultivating hops on a total area of 12.14 hectares were identified, accounting for 13.6% of the national area estimated according to AGEA data. Although small in size, the sample is considered adequate to describe the main structural and economic characteristics of this cultivation.

Results

The analysis of the results highlighted clearly distinct structural and managerial characteristics between the two types of farms examined. In particular, farms engaged in the cultivation of distich barley are distinguished by a larger economic size compared to other cereal farms, with 46.2% classified as large farms (with a standard production exceeding €100,000) and 40% as medium farms (with a standard production between €25,000 and €100,000). Regarding the utilized agricultural area (UAA) dedicated to distich barley, an average of 8.9 hectares is recorded, with about 70% of farms cultivating a maximum of 10 hectares of this crop. The overall average farm area is 49.4 hectares, of which barley occupies 18%. Additionally, in about 63% of farms, the cultivation of distich barley does not exceed 20% of the total utilized agricultural area.

From the perspective of the composition of the managers, farms cultivating distich barley exhibit a certain degree of inclusivity, with 21% of farms led by women and 11.9% by young operators

(compared to 8.2% in other cereal farms). This characteristic encourages a greater propensity for innovation and the adoption of advanced technologies, in line with the sustainability and modernization objectives of the Lob.IT project. Farms dedicated to distich barley show a greater inclination towards multifunctionality, with 30% of farms engaging in related activities as compared to 17.5% of other cereal farms. Additionally, a slightly higher incidence of organic farms is observed (15% versus 12%).

However, the profitability of barley cultivation is limited, with an average gross margin of €650 per hectare and an operating margin of -€38 per hectare. The main challenges are the high costs related to labor (€248 per hectare) and the use of machinery (€440 per hectare). This scenario highlights the need for targeted interventions to optimize production costs and enhance the qualitative value of the product, as well as the implementation of effective aggregation and commercialization strategies.

For farms cultivating hops, the analysis highlights a clear predominance of companies oriented towards arable land, accounting for 68%. These are mainly medium-sized farms, representing 56% of the total, and have an average area of 0.84 hectares dedicated to hops, which constitutes 6.8% of the overall company area (12.4 hectares on average).

From the perspective of the composition of the operators, 48% of farms are led by young individuals and 32% by women, highlighting a high degree of inclusivity and significant innovative potential.

In terms of multifunctionality, 16% of companies cultivating hops engage in farm-related activities, in line with the 15.1% observed in the FADN sample. Regarding agricultural practices, 36% of hop farms adopt organic farming, compared to 21.9% in the FADN sample, indicating a greater propensity towards sustainability.

The profitability of hop cultivation is significantly more favorable compared to distich barley, with an average gross margin of €14,251 per hectare and an operating margin of €7,894 per hectare. These results are supported by a high average price of €623 per quintal and a yield of 29.1 quintals per hectare, indicating that hops represent a high value-added crop with significant potential for strengthening the brewing supply chain.

However, the heterogeneity of the sample composition, with several farms still practicing hop cultivation at an experimental level, requires caution in data evaluation and the need for further in-depth analysis with specialized and professional farms.

Conclusions

The cultivation of distich barley, while showing room for improvement in terms of profitability, represents a significant opportunity to strengthen the production system. At the same time, hops stand out for their high potential for diversification in the productive activities of Italian agricultural farms. The variety in the profiles of the operators, with a significant presence of young and women farmers, represents a strength for both sectors, contributing to fostering

innovation and sustainability. Additionally, the promotion of multifunctionality and organic agriculture emerges as a potential key element for consolidating the Italian brewing supply chain. These results highlight the importance of targeted interventions to enhance Italian raw materials, promoting a robust, competitive, and sustainable brewing supply chain, in line with the objectives of the Lob.IT project.

Future activities will be oriented towards a better understanding of the differences between farms in terms of profitability and sustainability, with a particular focus on the degree of specialization in the cultivation of the two analyzed species. The dynamics related to product destination and sales methods will be further explored, along with the analysis of the economic value associated with different distribution channels. Objectives also include evaluating the implementation of supply aggregation strategies, assessing the integration between crops and on-farm processing activities such as agribrewery operations, and identifying synergies between agricultural production and related activities. The overall goal is to build a solid knowledge base to promote sustainable development and strengthen the competitiveness of the Italian brewing supply chain, enhancing the productive specificities and market opportunities offered by the cultivation of distich barley and hops.

References

Licciardo, F., & Carbone, K. (2024). Il luppolo non manca ma calano i brindisi, *Terra è vita*, 30/2024, 45-49.

Assobirra (2024), Annual Report 2023.

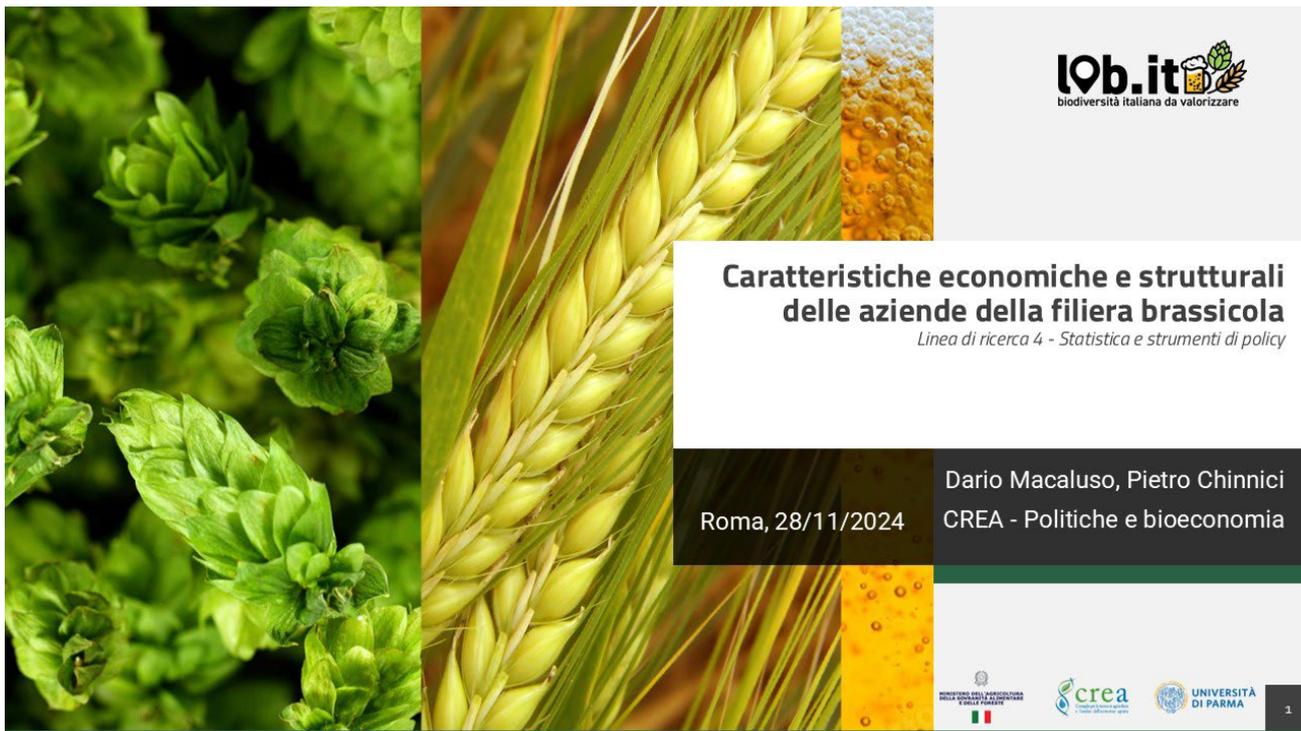
Carbone, K., & Licciardo, F. (2023). Luppolo made in Italy, una filiera in (lenta) crescita, *Terra è vita*, 31/2023, 48-50.

Licciardo, F., & Carbone, K. (2023). Come sta la brassicoltura italiana? Stato attuale e prospettive di sviluppo, *Birra Nostra Magazine*, January-February, 24-29.

Assobirra (2023), Annual Report 2022.

Licciardo, F., Carbone, K., Ievoli, C., Manzo, A., & Tarangioli, S. (2021). Outlook economico-statistico del comparto luppolo. CREA, Rome. ISBN: 9788833851228. DOI: 10.13140/RG.2.2.10805.81120

Istat (2020), 7th General Census of Agriculture, Rome.



lob.it
biodiversità italiana da valorizzare

**Caratteristiche economiche e strutturali
delle aziende della filiera brassicola**
Linea di ricerca 4 - Statistica e strumenti di policy

Roma, 28/11/2024

Dario Macaluso, Pietro Chinnici
CREA - Politiche e bioeconomia

MINISTERO DELL'AGRICOLTURA
DELLA PESCAICOLTURA
E DELLE FORESTE

crea
Consorzio Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile
della Filiera Cerealicola

UNIVERSITÀ
DI PARMA

1

Obiettivi dello studio

- Analisi delle caratteristiche strutturali della filiera brassicola (produzione primaria)
- Analisi della redditività e della struttura dei costi della coltivazione di orzo distico
- Analisi della redditività e della struttura dei costi della coltivazione di luppolo



Fonti informative



- caratteristiche strutturali delle aziende agricole
- redditività delle colture (margine lordo, margine operativo)

Periodo: 2021-2022



- stima delle superfici e produzioni di luppolo
- Censimento Agricoltura 2020



- Fascicolo aziendale
- domande relative al regime di aiuto a favore della filiera brassicola (orzo distico) - *Decreto Masaf del 24/12/2021 «Istituzione del Fondo per la tutela e il rilancio delle filiere apistica, brassicola, della canapa e della frutta a guscio»*



- stima delle superfici e produzioni di orzo distico



3

Il campione RICA

Orzo distico



	Aziende n.	SAU ha	Osservazioni n.	SAU media ha
Abruzzo	8	22,91	12	3,17
Basilicata	2	25,00	4	13,25
Friuli Venezia Giulia	24	203,03	35	9,11
Lazio	24	276,32	35	11,31
Marche	25	193,47	50	7,59
Molise	20	132,71	37	6,20
Puglia	1	8,33	2	8,14
Sicilia	3	15,17	3	5,06
Umbria	21	237,81	21	11,32
Valle D'Aosta	1	1,02	1	1,02
Veneto	8	172,89	10	18,09
Totale	137	1.288,66	210	8,89



Dati AGEA
405 aziende beneficiarie
3.871,51 ettari
SAU media 9,6 ettari

Superficie nazionale investita a orzo distico (stime su dati Assobirra)
26.000 ettari

5,0%



4

Il campione RICA

Luppolo



	Aziende n.	SAU ha	Osservazioni n.	SAU media ha
Abruzzo	2	1,78	3	0,99
Emilia Romagna	4	5,48	8	1,35
Friuli Venezia Giulia	1	0,55	2	0,55
Sicilia	1	0,08	2	0,08
Umbria	1	0,10	1	0,10
Veneto	5	4,15	9	0,66
Totale	14	12,14	25	0,84



89 ettari (Fascicolo aziendale AGEA)

13,6%



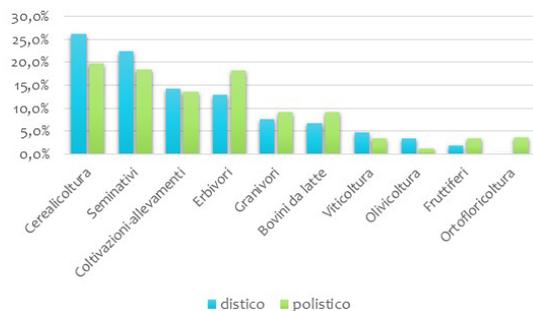
5

Caratteristiche strutturali delle aziende che coltivano orzo distico

1/2



Distribuzione delle aziende per orientamento tecnico economico



Distribuzione delle aziende per classe di dimensione economica (*)



(*) Aziende grandi: > 100 mila euro PS
Aziende medie: 25-100 mila euro PS
Aziende piccole: < 25 mila euro PS



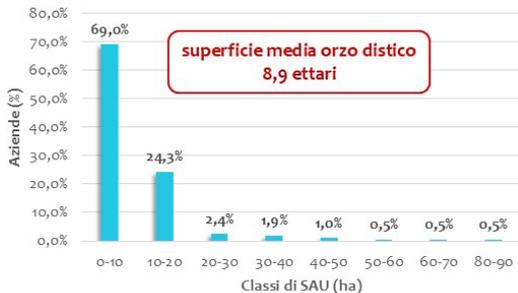
6

Caratteristiche strutturali delle aziende che coltivano orzo distico

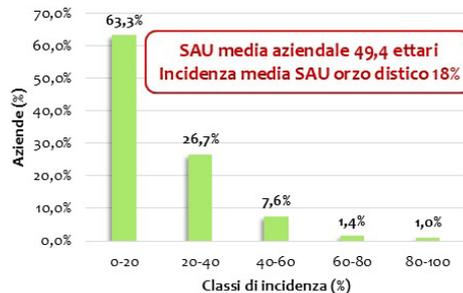


2/2

Distribuzione della superficie aziendale coltivata a orzo distico per classi di SAU



Distribuzione per classi di incidenza della superficie coltivata ad orzo distico rispetto alla SAU aziendale



7

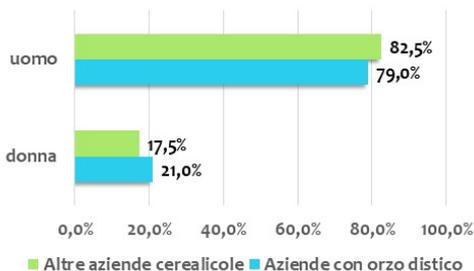
Caratteristiche dei conduttori di aziende che coltivano orzo distico



Distribuzione delle aziende con orzo distico condotte da giovani e non



Distribuzione delle aziende con orzo distico per genere del conduttore



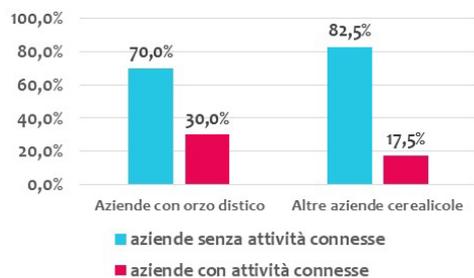
8

Modelli produttivi e scelte strategiche delle aziende che coltivano orzo distico

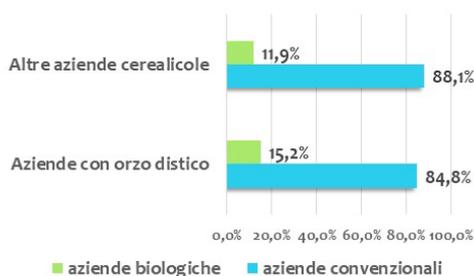
Multifunzionalità e agricoltura biologica



Aziende con orzo distico che praticano attività connesse e non



Aziende con orzo distico che praticano agricoltura biologica e non



9

Analisi della redditività dei processi produttivi secondo la RICA



Produzione lorda totale

$$\begin{aligned}
 &= \\
 &\text{Produzione lorda vendibile (PLV)} \\
 &+ \\
 &\text{Produzione reimpiegata in azienda (PRA)} \\
 &+ \\
 &\text{Produzione avviata alla trasformazione (PTA)}
 \end{aligned}$$



Costi variabili

$$\begin{aligned}
 &= \\
 &\text{Costi specifici (CS): concimi e ammendanti, difesa, sementi e piantine,} \\
 &\text{contoterzismo, acqua irrigua, assicurazioni, certificazioni} \\
 &+ \\
 &\text{Altre Spese (ASP): energia, commercializzazione, altri mezzi tecnici} \\
 &+ \\
 &\text{Reimpieghi di prodotti aziendali (RA)}
 \end{aligned}$$



Margine lordo

$$\begin{aligned}
 &= \\
 &\text{Produzione lorda totale (PLT)} \\
 &- \\
 &\text{Costi variabili (CV)}
 \end{aligned}$$



10

Redditività della coltivazione di orzo distico e struttura dei costi

Produzione Lorda Totale (PLV + PRA + PTA)		PLT	1.060	% PLT
Produzione Lorda Vendibile		PLV	834	78,7%
Produzione Reimpiegata in Azienda		PRA	212	20,0%
Produzione Trasformata in Azienda		PTA	15	1,4%
Costi Variabili (SS + RA + ASP)		CV	410	38,7%
Spese Specifiche	Concimi ed ammendanti		133	12,5%
	Prodotti e mezzi di difesa		37	3,5%
	Sementi e piantine		41	3,9%
	Contoterzismo per le colture		81	7,7%
	Acqua irrigua		-	0,0%
	Assicurazioni per le colture		2	0,2%
	Certificazioni per le colture		4	0,4%
	Totale spese specifiche	SS	299	28,2%
Reimpieghi aziendali		RA	101	9,5%
Altre Spese	Energia		5	0,5%
	Commercializzazione		2	0,2%
	Altri costi		4	0,3%
	Totale altre spese	ASP	11	1,0%
Margine Lordo (PLT - CV)		ML	650	61,3%

Resa media 41,6 q/ha
Prezzo medio 25,5 euro/q

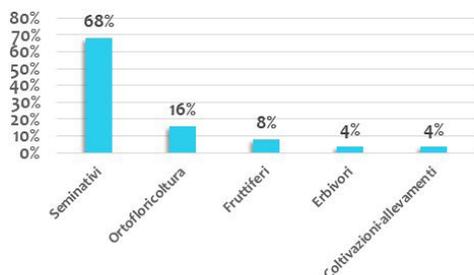
Fabbisogno di lavoro
25,5 ore uomo (248 euro/ha)
19,2 ore macchina (440 euro/ha)

Margine operativo (MO) -38 euro/ha

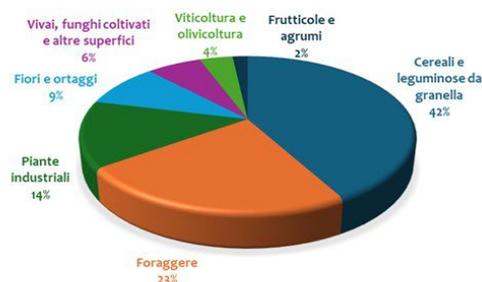
Caratteristiche strutturali delle aziende che coltivano luppolo

1/2

Distribuzione delle aziende per orientamento tecnico economico



Altre colture presenti nelle aziende che coltivano luppolo

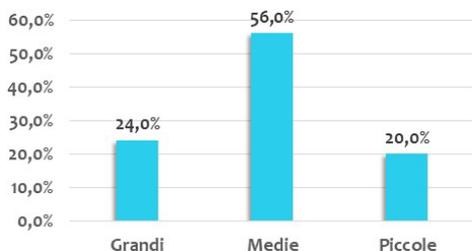


Caratteristiche strutturali delle aziende che coltivano orzo distico



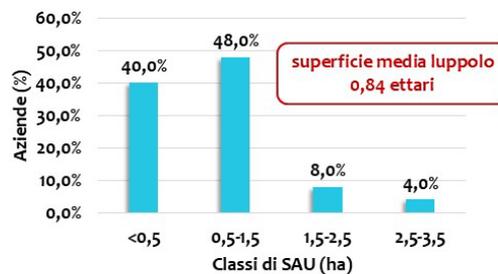
2/2

Distribuzione delle aziende per classe di dimensione economica (*)



(*) Aziende grandi: > 100 mila euro PS
Aziende medie: 25-100 mila euro PS
Aziende piccole: < 25 mila euro PS

Distribuzione della superficie aziendale coltivata a luppolo per classi di SAU



SAU media aziendale 12,4 ettari
Incidenza media SAU luppolo 6,8%

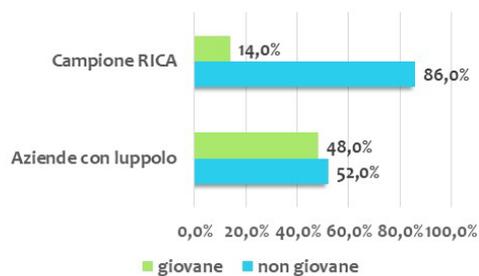


13

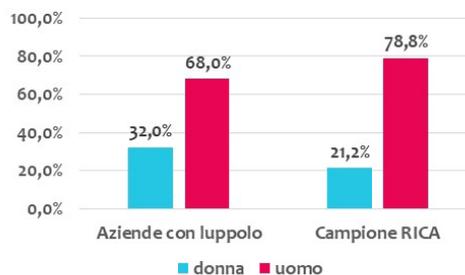
Caratteristiche dei conduttori di aziende che coltivano luppolo



Distribuzione delle aziende con luppolo condotte da giovani e non



Distribuzione delle aziende con luppolo per genere del conduttore



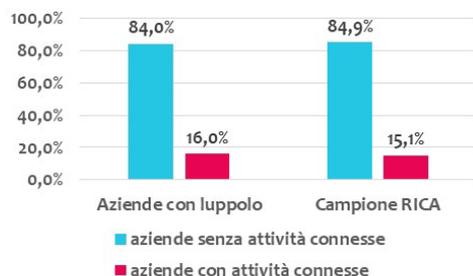
14

Modelli produttivi e scelte strategiche delle aziende che coltivano orzo distico

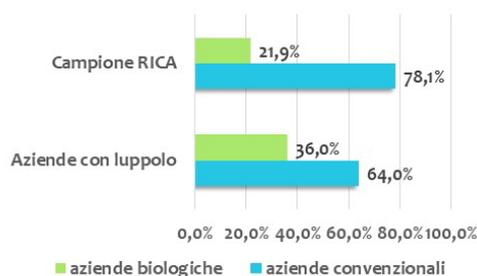
Multifunzionalità e agricoltura biologica



Aziende con luppolo che praticano attività connesse e non



Aziende con luppolo che praticano agricoltura biologica e non



15

Redditività della coltivazione di luppolo e struttura dei costi

Produzione Lorda Totale (PLV + PRA + PTA)		PLT	18.141	% PLT
Produzione Lorda Vendibile		PLV	14.068	77,5%
Produzione Reimpiegata in Azienda		PRA	0	0,0%
Produzione Trasformata in Azienda		PTA	4.074	22,5%
Costi Variabili (SS + RA + ASP)		CV	3.890	21,4%
Spese Specifiche	Concimi ed ammendanti		924	5,1%
	Prodotti e mezzi di difesa		683	3,8%
	Materiale di propagazione		549	3,0%
	Contoterzismo per le colture		329	1,8%
	Acqua irrigua		43	0,2%
	Assicurazioni per le colture		285	1,6%
	Certificazioni per le colture		61	0,3%
Totale spese specifiche		SS	2.875	15,8%
Reimpieghi aziendali		RA		0,0%
Altre Spese	Energia		229	1,3%
	Commercializzazione		10	0,1%
	Altri costi		776	4,3%
	Totale altre spese	ASP	1.016	5,6%
Margine Lordo (PLT - CV)		ML	14.251	78,6%



Resa media 29,1 q/ha
Prezzo medio 623 euro/q

Fabbisogno di lavoro
329 ore uomo (3.706 euro/ha)
101 ore macchina (2.651 euro/ha)

Margine operativo (MO) 7.894 euro/ha



16

Aspetti da approfondire



**Destinazione dei
prodotti e modalità
di vendita**



**Valore dei
prodotti per
canale distributivo**



**Aggregazione
dell'offerta**



Agribirrifici



Multifunzionalità



**“Luppolo, Orzo, Birra:
biodiversità Italiana da valorizzare”**

**Website: <https://lobit.crea.gov.it>
e-mail: katya.carbone@crea.gov.it**



Documento realizzato nell'ambito del Progetto “Luppolo, Orzo, Birra: biodiversità Italiana da valorizzare - LOB.IT

”

(Masaf, D.M. n. 667550 del 30.12.2022)

ISBN 9788833854281