

IL LUPPOLO



Il luppolo, *Humulus lupulus* L. è una specie erbacea perenne, a portamento rampicante, della famiglia delle Cannabaceae, nell'ordine delle Urticales.

Tale specie è dioica, ovvero presenta fiori unisessuati maschili e femminili portati su piante diverse; solamente le infiorescenze degli individui di sesso femminile, non impollinate, sono utilizzate nell'attività brassicola. Alla base delle infiorescenze, botanicamente note come strobili o "coni", sono presenti ghiandole resinose secernenti una sostanza giallastra nota come luppolina, la porzione della pianta più importante per i birrai poiché in grado di conferire il caratteristico sapore amaro alla birra. La luppolina è costituita da α -acidi (principalmente composti da umulone, coumulone e adumulone), i composti che hanno maggior potere amaricante, β -acidi (principalmente composti da lupulone, colupulone e adlupulone), polifenoli (es. flobafeni, xantumolo) e numerosi oli essenziali, principalmente myrcene e humulene. L'humulene, in particolare, è la sostanza più attenzionata e ricercata grazie alla sua capacità di mantenere inalterate le caratteristiche aromatiche della birra nel corso della sua shelf-life.

Il luppolo è una pianta longidurante, che quindi differenzia il fiore in periodi dell'anno in cui la durata del dì (inteso come ore di luce solare) supera quella della notte. Vegeta perlopiù allo stato spontaneo in climi temperati a latitudini comprese fra i 35° ed i 55°, fiorendo durante i periodi dell'anno che presentano giornate con almeno 15 ore di luce e 120 giorni liberi dal gelo. Cresce spontaneamente sulle rive dei corsi d'acqua, lungo le siepi, ai margini dei boschi, dalla pianura fino ad una altitudine di 1200 metri slm. Dal punto di vista delle esigenze pedologiche, essa predilige terreni freschi e sciolti, a pH sub acido, anche scheletro prevalenti, caratterizzati da una elevata areazione e capacità di drenaggio; mal sopporta i ristagni idrici in quanto molto suscettibile alle patologie fungine agenti di marciume radicale.

IL SETTORE BRASSICOLO

Sebbene l'economia italiana negli ultimi anni non abbia goduto delle più rosee aspettative verso gli anni futuri, con tante incertezze e ulteriori nubi all'orizzonte, il comparto della birra è riuscito, attraverso innovazione ed investimenti costanti, a concludere un 2018 di successo. L'anno ha segnato un +4,7% della produzione nazionale di birra, superando la soglia dei 16 milioni di ettolitri, incremento ancor più rilevante se comparato alla produzione alimentare italiana cresciuta solamente di un +0,8%. All'interno del settore è importante registrare un incremento delle birre speciali del 115% negli ultimi 5 anni, unitamente alla valorizzazione dei territori e delle loro peculiarità, tra cui anche le materie prime locali. L'ottima capacità dei produttori di birra nostrani ha inciso positivamente anche sulle esportazioni: il settore della birra oggi riveste un ruolo di primo piano nell'economia e nell'export del Paese. Nel 2018, infatti, le esportazioni sono cresciute del + 6,6%, segnando un ulteriore record assoluto.

Quella brassicola è una filiera che mira ad utilizzare materie prima nazionali, innanzitutto a partire dall'orzo, la cui produzione ad oggi risulta insufficiente (l'Italia importa dall'estero il 60% del suo fabbisogno di malto da orzo); di particolare rilevanza è poi il luppolo, verso il quale si sta compiendo uno sforzo enorme per l'acquisizione del know-how di coltivazione, trasformazione e commercializzazione, anche grazie al costante contributo di ricerca e sviluppo di Istituti di ricerca pubblici, investitori privati, ed agronomi specializzati.



IL LUPPOLETO



La realizzazione di un luppolo è operativamente più simile all'impianto di un frutteto piuttosto che alla predisposizione di una coltura erbacea.

All'interno del luppolo stesso, l'esposizione al sole ed al vento è indispensabile in fase di progettazione. Questa coltura richiede infatti una lunga esposizione alla luce solare durante il giorno: per garantire l'uniformità dell'intercettazione luminosa, è consigliato un orientamento Nord-Sud dei filari, mentre devono essere evitati appezzamenti con

importanti ombreggiature. Allo stesso tempo l'esposizione ai venti rappresenta un fattore non trascurabile. La presenza di vento nella stagione primaverile ed estiva costituisce un vantaggio soprattutto per le zone molto umide, diminuendo l'incidenza di attacchi fungini; al contrario, forti venti nella stagione autunnale, possono interferire con la maturazione dei coni.

Prima di realizzare l'impianto si deve provvedere a sistemare correttamente il terreno che lo ospiterà. Tenendo conto della durata pluriennale dell'impianto e della suscettibilità della coltura ai ristagni, è raccomandabile sistemare livellare la superficie con pendenze adeguate a garantire un agevole deflusso delle acque di precipitazione. Si consiglia inoltre, soprattutto in territori pianeggianti, di realizzare adeguati volumi di affossatura o prevedere opere di posa di dreni per allontanare gli eccessi idrici.

LUPPOLO DIGITALE DIGIT-HOP

MATERIALI

Il sistema è composto da

- un PC Raspberry Pi opportunamente riprogrammato;
 - una fotocamera digitale Raspberry Pi Camera o Arducam Sony
 - un pannello solare 10W per l'alimentazione autonoma;
 - una batteria al piombo SKB 12V 9AH;
 - un regolatore di carica 12/24V 10A
 - un modulo di trasmissione del dato WiFi
 - un cloud di raccolta ed archiviazione dati
 - una piattaforma AI based per l'elaborazione delle immagini
- Per la caratterizzazione biochimica dei coni, è stato utilizzato un laboratorio interno di un partner del progetto.

METODI

Il sistema scatta fotografie ad una distanza di circa 5 metri, con una frequenza di sei immagini all'ora. La direzione e la posizione della fotografia sono state variate più volte nel corso della stagione di coltivazione, per garantire uno spettro quanto più ampio di immagini diverse fra loro, di inquadramenti e soggetti diversi, in condizioni di luce/ombra diverse. Altre immagini sono state acquisite manualmente da operatori tramite l'impiego di fotocamere ad hoc. I dati vengono trasmessi via WiFi (collegato alla rete del corpo aziendale) ad un Cloud che li raccoglie e li immagazzina, quindi conferiti su una piattaforma di intelligenza artificiale sviluppata a cura del CREA in grado di riconoscere con estrema precisione i coni presenti in una fotografia. UNIPR, poi, nel corso della stagione ha prelevato una serie di campioni (con cadenza settimanale o bisettimanale) e ne ha analizzato i componenti biochimici, con particolare riferimento ad alfa e beta acidi. Ogni campione è stato fotografato, e le immagini sono state inviate al sistema di AI per riconoscimento ed elaborazione.

RAZIONALE

Il progetto Digit-hop mira a collegare le diverse fasi del processo di coltivazione e di lavorazione dei coni. Il luppolicoltore si trova ad affrontare diversi momenti decisionali rilevanti, per i quali ha necessità di disporre di un sistema di supporto alle decisioni (DSS) che sono l'obiettivo finale del progetto Digit-hop.

Il progetto assiste l'agricoltore nelle fasi di determinazione del più idoneo momento irriguo, nella fase di fertilizzazione, nei momenti di difesa, e per determinare con precisione il momento ideale per la raccolta dei coni.

Per quanto riguarda la fase di essiccazione, reidratazione e conservazione il progetto mira a fornire gli strumenti per massimizzare le rese, annullare le perdite per ammaloramento del prodotto ed infine per garantire una idonea tracciabilità dei lotti.

Digit-hop è un progetto di assistenza alla filiera del luppolo e si configura come un ombrello globale su tutte le fasi di lavorazione.

L'implementazione di sistemi altamente tecnologici, fortemente scalabili, low cost, facilmente utilizzabili dagli operatori e capaci di tracciare il percorso dei coni dal campo alla birra, rendono questo uno strumento potente ed efficace.

RISULTATI

Il progetto ha preso il via nella campagna 2019. Sono state raccolte circa 3000 immagini di coni di luppolo, delle varietà Cascade, Fuggle e Magnum. Con queste immagini è stato possibile allenare ad un primo livello il sistema intelligente di riconoscimento, che ora è in grado di individuare con grande precisione tutti i coni presenti in una fotografia e mapparne le caratteristiche morfologiche principali. Grazie poi ai campionamenti eseguiti con cadenza settimanale/bisettimanale e le analisi biochimiche eseguite in laboratorio, con particolare riferimento allo studio delle concentrazioni di alfa e beta acidi, è stato possibile individuare una correlazione, ancorché ancora debole, tra la componente morfologica e quella biochimica. Ogni campione analizzato è stato fotografato, e le immagini così acquisite sono state implementate nel sistema di intelligenza artificiale. Anche grazie a tecniche di machine learning, il sistema ha iniziato ad individuare in autonomia le correlazioni testé descritte, e quindi ipotizzare uno stato di maturazione del cono a partire dalla foto scattata, ottenendo una attendibilità attualmente assestata al 40%.

Sono poi state raccolte immagini tramite l'impiego di droni dotati di videocamera. Dai video girati, è stato possibile estrarre fotogrammi riconducibili a fotografie, anch'esse inviate alla piattaforma per l'allenamento degli algoritmi di riconoscimento. In questo caso, tuttavia, l'attendibilità è scesa di alcuni punti percentuali a causa della difficoltà nella corretta focalizzazione. Se infatti resta vero che, tramite l'impiego di una videocamera ad alta risoluzione, ancorché economica, è possibile produrre materiale grafico di ottima qualità, l'identificazione del cono offre ottimi risultati, mentre sostanzialmente più complicato diventa il riconoscimento e la classificazione delle specifiche morfologiche di ciascun cono, anche a causa di non conformità tecniche tra cui la prospettiva dell'immagine e la definizione di alcuni particolari non visibili dall'alto.

I prossimi passi si concentreranno sullo sviluppo del sistema di machine learning, sull'allenamento degli algoritmi, con l'obiettivo di attendibilità ragionevole del 97%.

Altro ambito su cui occorrerà lavorare nel prossimo futuro è il processo di essiccazione. Il luppolo viene raccolto ad uno stadio caratterizzato da una umidità relativa di circa 80%, e deve essere essiccato in breve tempo fino all'8%, per poi essere reidratato in area ambiente fino al 12% circa. Il primo passaggio è fondamentale per garantire l'arresto dei processi di fermentazione, e quindi per preservare le caratteristiche organiche ed organolettiche, mentre il secondo è strumentale ad ottenere un prodotto meccanicamente più resistente e più adatto alla successiva compressione e/o pelletizzazione. Non esistono ad oggi impianti di essiccazione specializzati per il luppolo, ed in generale questo processo è ancora molto artigianale, fondato sulle abilità empiriche e sull'esperienza dell'imprenditore agricolo. È fondamentale riuscire a sviluppare un sistema di sensori in grado di monitorare con grande precisione l'umidità relativa dei coni, e modelli predittivi di grande precisione per la gestione delle condizioni e delle tempistiche di essiccazione e successiva reidratazione.