



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA
FACOLTÀ DI AGRARIA**

Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali

**TESI DI LAUREA TRIENNALE
IN SCIENZE E TECNOLOGIE AGRARIE**

CARATTERIZZAZIONE QUALITATIVA DI LATTUGHE COLTIVATE IN PIENO CAMPO

Relatore: Prof. Paolo Sambo

Correlatori: Dott. Carlo Nicoletto
Dott.ssa Silvia Santagata

Laureando:
Alberto Panciera

ANNO ACCADEMICO 2009- 2010

INDICE

RIASSUNTO.....	5
SUMMARY	7
INTRODUZIONE	9
Caratteristiche botaniche e tecniche colturali.....	11
Origine e caratteristiche botaniche	11
Diffusione ed importanza economica.....	14
Ambiente e tecniche di coltivazione.....	15
Ambiente di coltivazione.....	16
Tecniche di coltivazione.....	18
Semina	19
Trapianto.....	20
Concimazione	21
Irrigazione.....	23
Lotta alle malerbe	24
Raccolta	25
Insalata di Lusìa.....	27
Compost.....	28
Residui organici compostabili	29
Il processo di compostaggio	30
Compostaggio industriale	32
Parametri da considerare nel processo.....	33
Temperatura.....	34
Presenza di ossigeno	34
Porosità'	35
Umidità'	35

Rapporto C/N.....	35
Ph.....	36
Protagonisti del compostaggio.....	36
L'utilizzo in orticoltura da pieno campo	37
Lattuga e qualita'	38
MATERIALI E METODI	41
Capacità Antiossidasica e Fenoli Totali	42
Acido Ascorbico	43
Acidi fenolici	44
Strumentazione	44
Identificazione e quantificazione degli acidi fenolici.....	44
Azoto totale e nitrati	45
Analisi statistica.....	47
RISULTATI	49
DISCUSSIONE E CONCLUSIONI.....	53
BIBLIOGRAFIA	57
TABELLE E FIGURE	59

RIASSUNTO

In questa ricerca si è valutato l'impiego di due diverse tipologie di concimazione in riferimento alla componente qualitativa e nutrizionale della lattuga.

La prima tipologia di concimazione (M), ha previsto l'apporto di elementi nutritivi tramite il solo utilizzo di concimi minerali, mentre la seconda (M+C) è stata caratterizzata dall'impiego sia di concimazione minerale che di compost. Quest'ultima matrice organica, ha assunto negli ultimi anni una notevole importanza per il fatto che è costituita da diversi substrati organici di diversa provenienza che possono essere valorizzati e "smaltiti" come fonte di sostanza organica ed elementi nutritivi.

Le prove sono state condotte nel 2009 presso l'Azienda Agricola L'Insalatiera di Lusia (Ro), prendendo in considerazione due varietà di lattuga: gentilina e cappuccia.

Complessivamente sono stati realizzati due cicli colturali, il primo dei quali ha previsto la coltivazione sia di lattuga gentilina (prova A) che cappuccia (prova B); nel secondo, invece, realizzato sul medesimo appezzamento del ciclo precedente, è stata considerata solo la lattuga gentilina (prova C). In tutte le prove si sono considerate le seguenti concimazioni: minerale (M) realizzata con concimi minerali apportando 80, 100 e 100 kg ha⁻¹ rispettivamente di N, P₂O₅ e K₂O; minerale + compost (M+C) realizzata apportando, oltre alle stesse dosi di fertilizzante minerale, 10 t ha⁻¹ di compost.

I parametri qualitativi considerati sono stati: peso del cespo, percentuale di sostanza secca, capacità antiossidativa totale (CAT), fenoli totali (FT), acido ascorbico (AA), acidi fenolici, azoto organico e nitrati, anioni e cationi.

I risultati ottenuti in questa esperienza hanno tendenzialmente evidenziato un maggiore peso del cespo nelle tesi addizionate con compost, mentre per quanto riguarda gli aspetti qualitativi la CAT si è differenziata nella prova B e C manifestando livelli elevati

rispettivamente per la tesi M nella lattuga cappuccia e in M+C nella gentilina. Risposte analoghe alla CAT sono state osservate a carico dei FT, mentre nei confronti di AA non si sono rilevate variazioni di rilievo. Nei confronti degli acidi fenolici non è stato rilevato l'acido gallico e ferulico, mentre per quanto riguarda l'acido p-cumarico e clorogenico i valori più elevati si sono manifestati in M nella prova C; nessuna differenza è, invece, emersa a carico dell'acido caffeico.

Considerando i composti azotati, valori statisticamente diversi relativi alla percentuale di azoto organico sono stati riscontrati solo nella prova C. Inoltre il contenuto di nitrati è sempre risultato inferiore ai più restrittivi limiti imposti dall'UE.

Infine il contenuto di anioni e cationi non ha riportato evidenti differenze tra la tesi minerale e addizionata con compost.

SUMMARY

In this search were studied the effect of two different kind of fertilization concerning the qualitative properties of lettuce. The first type of fertilization (M), as expectation the contribution of nourishing elements through the only use of mineral fertilizers, while the second (M+C) has been characterized from the employment both of mineral fertilizer that from compost. This last organic matrix, has assumed in the last years a notable importance for the fact that is constituted by different organic substrata of different origin that you can be valorised and digested as source of organic substance and nourishing element. The tests have been conducted in 2009 near Lusina (Ro), considering two varieties of lettuce: gentilina and cappuccia. Altogether two growing cycles has been realized, the first one of which it has expectation the cultivation both of gentilina (experiment A) lettuce and cappuccia (experiment B); in the second instead realized on the same field of the preceding cycle, (experiment C) only the gentilina lettuce as been considered. In all the tests the following fertilization were considered: mineral (M) realized with mineral fertilizers used 80, 100, 100 kg ha⁻¹ of N, P₂O₅ and K₂O; mineral + compost (M+C) bringing, besides the same doses of mineral fertilizer, 10 t ha⁻¹ of compost. The qualitative parameters were: weight of the tuft, percentage of dry matter, antioxidant activity (AOA), total phenols (TP), ascorbic acid (AA); phenolic acids, organic nitrogen and nitrates, anions and cations. The results in this experience underlined a higher weight of the tuft in the theses added with compost, while as it regards the qualitative aspects the AOA differed in the experiment B and C respectively manifesting elevated levels for the thesis M in the cappuccia lettuce and M+C in the gentilina one. TP showed the same trends of AOA, while no differences were observed for AA content. Concerning phenolics acid, gallic acid and ferulic acid were not

detected, while p-cumaric and chlorogenic acid had the higher values in M in the experiment C; no difference about caffeic acid were observed. About nitrogen compounds, values statistically different of organic nitrogen were determined only in the test C. Besides the content of nitrates was always inferior to the most restrictive limits imposed by the European Union. Finally the content of anions and cations did not show differences among the mineral thesis and added with compost.

INTRODUZIONE

La lattuga risulta essere tra gli ortaggi più coltivati in Veneto con oltre 18.400 ettari in pieno campo e di circa 1.200 ettari in serra (Istat, 2009). Tale orticola predilige terreni a medio impasto, ricchi di sostanza organica e con buona capacità di ritenzione idrica, è caratterizzata da un ciclo colturale breve, un apparato radicale modesto e poco profondo.

La vasta gamma di varietà fa sì che presenti scarse esigenze termiche e quindi si presti ad essere coltivata in molte regioni della nostra penisola.

L'elevato utilizzo in Veneto è determinato dalla presenza di vasto materiale genetico altamente selezionato sotto il profilo quanti-qualitativo, alla conservabilità, alla resistenza alle più diffuse fitopatie e alla capacità di fornire prestazioni costanti e continue nel tempo e nello spazio.

Inoltre è molto coltivata perché ha un basso valore calorico; costituita da acqua e fibre riveste un ruolo importante nell'alimentazione quotidiana contenendo le vitamine A, B, C e D e molti sali minerali quindi particolarmente indicata nelle diete per diabetici.

Negli ultimi anni si è verificato un aumento della coltivazione a causa della crescente domanda di prodotti ad opera delle industrie di IV gamma e di conseguenza un aumento delle superfici occupate con adozione di nuovi orientamenti nella scelta di indirizzi, mezzi e tecniche produttive. Si è assistito inoltre ad un significativo ampliamento degli sbocchi commerciali individuando numerose nuove possibilità di utilizzazione del prodotto e non più semplici nicchie di mercato come si assisteva in passato.

Recentemente il compost risulta essere un materiale sempre più impiegato a livello agronomico poiché l'integrazione nel terreno di matrici organiche tramite questo ammendante di qualità costituisce oggi una pratica utile per il raggiungimento di

molteplici obiettivi: il contrasto all'impoverimento del suolo a causa del depauperamento di colloidali organici nei terreni, la ricerca di forme alternative alla concimazione chimica, il recupero delle frazioni organiche nobili derivanti dalla raccolta differenziata.

Il Veneto ha sostenuto un programma di sviluppo e incentivazione dell'uso delle matrici organiche compostate che ha dato luogo addirittura ad un progetto portato avanti da Veneto Agricoltura che prende il nome di "Compost Veneto" nell'ambito degli interventi per il disinquinamento della Laguna di Venezia. Progetto che riguarda i cittadini, i produttori, gli utilizzatori e soprattutto gli agricoltori mettendo a disposizione un prodotto di qualità, il compost appunto, capace di migliorare la fertilità con l'apporto di sostanza organica e di diminuire l'uso di concimi chimici.

L'utilizzo del compost può fornire un contributo significativo nel fronteggiare le sfide poste oggi al settore agricolo di cui si pone sempre in maggior risalto la valenza ecologica e ambientale.

L'utilizzo di compost è già di per sé una pratica ecologica perché viene impiegato un materiale di recupero in condizioni controllate di matrici organiche selezionate, altrimenti destinate allo smaltimento in discarica.

Il compost è caratterizzato inoltre da un elevato contenuto di sostanza organica stabilizzata che, distribuita sul suolo, ha due importanti effetti: il primo è un miglioramento generale delle caratteristiche chimico fisiche del terreno, che risulta pertanto salvaguardato da fenomeni di erosione; il secondo è un progressivo accumulo di carbonio nel suolo, che assume così una funzione di carbon sink (accumulo di carbonio nel suolo) nell'ambito della lotta all'effetto serra. Il compost infine, migliorando la fertilità del terreno, può essere impiegato per integrare o sostituire la concimazione chimica, la cui riduzione può avere importanti riflessi sia ambientali che economici.

Caratteristiche botaniche e tecniche colturali

Origine e caratteristiche botaniche

La lattuga il cui nome botanico è *Lactuca sativa* L. appartiene alla famiglia delle Asteracee.

Il nome deriva dal latino lactua, da lac, lactis cioè latte, per la particolarità che queste piante hanno di secernere un succo bianco e lattiginoso.

Il centro di origine primario sembra essere il Medioriente e le prime informazioni, che risalgono a oltre 3000 anni a.C., fanno riferimento ad una pittura ritrovata in tombe egiziane. Sembra cosa certa che sia gli antichi greci che i romani consumavano lattuga prima del 300 a.C..

La grande variabilità che attualmente si riscontra tra le forme è dovuta, secondo alcuni, a mutazioni naturali mentre, per altri, si attribuisce la causa ad ibridazioni spontanee o guidate con la *L. serriola* che, anche attualmente, si ritrova spontanea in tutto il bacino del Mediterraneo, sebbene si affermi che sempre quest'ultima specie cresce, invece spontanea in Siberia.

Della *Lactuca sativa* si conoscono diverse varietà botaniche che, pur appartenendo tutte alla categoria delle insalate, sono caratterizzate da requisiti particolari sia nei confronti della morfologia della pianta che dalla colorazione e tipologia delle foglie che dalle modalità di utilizzazione. La classificazione sistematica prevede le varietà botaniche di seguito riportate:

- *Lactuca sativa* varietà *capitata* (L.) Janchen = Lattuga a cappuccio a foglia liscia e a foglia riccia;
- *Lactuca sativa* varietà *crispa* L. = Lattuga da taglio, Lattughino da cogliere, Foglie di quercia, Lollo;

- *Lactuca sativa* varietà *longifolia* (Lam.) Janchen = Lattuga romana, Mini romana, Romanella, Little gem;
- *Lactuca sativa* varietà *angustana Irish x Bremen* = Lattuga da stelo o Lattuga asparago.

Per quanto riguarda le caratteristiche botaniche la lattuga è una pianta erbacea, annuale, con apparato radicale superficiale. Presenta una radice fittonante piuttosto corta, che si approfondisce generalmente per 0.30-0.40 m e può superare 0.80 m soltanto in terreni leggeri e profondi con numerose radici laterali. Nei grumoli commerciabili il caule, carnoso, è molto corto da 20 a 60 mm e su di esso sono inserite le foglie di numero, forma, dimensione e colore anche molto variabili a seconda delle varietà botaniche e delle cultivar.

Nelle fasi iniziali di crescita le foglie sono disposte generalmente a rosetta e successivamente possono diventare embricate tanto da avvolgere completamente la foglia precedente a formare un grumolo con foglie serrate detto anche “cappuccio”, oppure con foglie aperte ed espanse.

Nelle lattughe da taglio, che non formano grumolo, la pianta rimane nello stadio di rosetta con le prime foglie, mentre le nuove, di più recente formazione, cambiano la loro posizione che si porta, con sempre maggiore intensità, verso l’eretto. La nervatura centrale, nelle prime fasi di crescita, è generalmente appariscente e può costituire fino ad oltre il 50% della lamina, nella fase successiva mostra un accrescimento più equilibrato con la lamina e, quando il grumolo è maturo, quest’ultima è decisamente la parte predominante.

Il colore della foglia è molto variabile e si evidenzia con diversificazioni consistenti dell’intensità di verde, a tonalità di rosa e rosso più o meno accentuate, fino al violetto molto scuro.

Alla fine dell'inverno, quando la pianta passa da fase vegetativa a quella riproduttiva, il fusto inizia l'allungamento, si innalza sulle foglie e si dirama in ramificazioni di diversa numerosità (anche oltre 15) che, in relazione alle varietà botaniche e alle cultivar raggiungono altezze variabili da 0,70 a 1,50 m. Le ramificazioni, munite di foglioline più piccole di quelle della rosetta e amplessicauli, terminano con infiorescenze a pannocchia, con capolini di 10-25 fiori ermafroditi, piccoli, gialli o giallicci, con corolla tubolare formata da 5 petali e terminante con una liguletta breve. L'androceo presenta 5 stami con filamenti inseriti all'interno del tubo corollino e antere concresciute lateralmente a formare un tubo che avvolge lo stilo. Le antere deiscono verso l'interno a mano a mano che lo stilo si allunga e si apre. L'ovario è infero, al di sotto dello stigma, è munito di peli collettori; lo stigma è bifido riflesso con papille. Il polline è vischioso e appiccaticcio. I fiori si aprono il mattino presto e restano aperti, normalmente, per circa 30 minuti per poi appassire. Quando si verificano condizioni di cielo nuvoloso e basse temperature possono, però, rimanere aperti anche per diverse ore. Nell'ambito della pianta la fioritura può protrarsi fino a due mesi e ogni singola pannocchia matura i propri frutti (achenii) dopo 15-30 giorni dall'antesi. La fecondazione è autogamia, facilitata anche dalla particolare struttura del fiore; non mancano però incroci naturali dovuti a trasporto di polline soprattutto da parte di insetti che, a volte, possono superare il 6%. Ciò si osserva, in particolare, quando si verificano le condizioni climatiche poco sopra riportate, favorevoli a mantenere i fiori aperti per più ore. Gli achenii, nel linguaggio commerciale chiamati impropriamente semi, lunghi 3-5 mm, larghi 1-1.6 mm, sono di forma ovale, oblunga, quasi lineare o leggermente arcuata, appiattiti e presentano pappo distale munito di setole denticolate, con 7-9 costolature longitudinali su ambedue le facce, di colore variabile dal grigio chiaro, al bruno scuro, al nero. Il peso di 1000 semi può variare da 0.7 a 1.5 g e 1 litro pesa da 350 a 450 g. La temperatura ottimale di germinazione è di 25°C.

Diffusione ed importanza economica

La lattuga, una tra le principali e importanti ortaggi da foglia da taglio, ha visto un'estensione sempre maggiore del suo areale di coltivazione in diversi paesi del Mediterraneo a causa della crescente domanda di prodotti ad opera delle industrie di IV gamma. L'esame della situazione ha dimostrato che, in questi ultimi anni, il settore si è sempre più estesamente inserito nel comparto orticolo, tanto da assumere un'autonomia propria anche se ci sono alcune incertezze e dubbi che riguardano i produttori che non consentono di indicare con chiarezza i traguardi raggiungibili in un prossimo futuro. Il clima, ad esempio, non appare in linea di massima sempre favorevole e pertanto la grandissima maggioranza delle coltivazioni è praticata in apprestamenti protettivi. Sotto il profilo più strettamente agronomico, si può affermare che per il terreno, vista anche la buona adattabilità delle varietà sopra elencate, si incontrano condizioni generalmente favorevoli. Si lamenta invece la carenza di risultati ricavati dalle ricerche idonee a fugare i numerosi dubbi circa gli interventi di concimazione soprattutto per quanto riguarda l'azoto sull'accumulo di nitrati nella parte edibile. Anche l'irrigazione si è dimostrata pratica efficace nel migliorare la quantità e la qualità della produzione, accelerando i cicli produttivi. A questo proposito è doveroso puntualizzare che nelle aziende agricole più efficienti sono già installati impianti irrigui a bassa portata per i quali sarebbe necessario individuare momenti di impiego e i volumi di adacquamento, ovviamente in relazione alle esigenze della pianta. Notevole attenzione dovrà anche essere rivolta verso un appropriato impiego del limitato numero di fitofarmaci, per offrire un prodotto di buone caratteristiche sia merceologiche che igienico sanitarie. Molto interessanti e di indubbia attualità appaiono, infine, le tecniche di coltivazione fuori suolo, in quanto garantiscono un buon controllo delle fitopatie, permettono di ricavare un prodotto pulito, omogeneo, privo di infestanti, facilmente programmabile e,

con un'appropriata gestione della sostanza nutritiva, migliore anche sotto il profilo organolettico. Attenzione del tutto particolare dovrà essere infine rivolta alle modalità di raccolta, al confezionamento del prodotto in base alle diversificate richieste d'uso del mercato, oltre ovviamente alla conservazione. Sembra doverosa una maggiore attenzione da parte degli interessati, allo studio della meccanizzazione di tutte le fasi colturali, con particolare riferimento alla raccolta. Ciò consentirebbe di operare con maggiore tempestività e precisione, alleviare la fatica degli operatori e ridurre i costi di produzione, potenziando l'inserimento in aree sempre più estese. Questi aspetti rivestono determinante rilievo nel caso delle colture fuori suolo, in quanto si potrebbe giungere alla totale automazione del ciclo produttivo, con tutti i vantaggi che ovviamente lasciano facilmente intravedere.

Molto sentita è la produzione di lattughino: Veneto 170 ha, Lombardia 150 ha concentrati prevalentemente nelle province di Bergamo, Brescia, Mantova, Cremona, Lodi e Milano, Friuli Venezia Giulia 42 ha, Campania 400 ha, molto meno sentita in Puglia e Basilicata dove sono più presenti colture come rucola e altri ortaggi da foglia da taglio.

Ambiente e tecniche di coltivazione

La produzione di lattuga, che nel passato veniva praticata anche in piena aria, al momento attuale, per motivi diversificati, interessa quasi esclusivamente gli ambienti protetti. Questi, infatti, offrono la possibilità di produrre per l'intero arco dell'anno, permettono di accelerare i cicli colturali con conseguente aumento della numerosità del tempo, elevano le garanzie di sanità, pulizia, controllo delle fitopatie e consentono di evitare i danni provocati da eventi meteorici avversi come ad esempio pioggia battente e/o grandine. Nel caso di queste ultime avversità, soprattutto quando si verificano in

prossimità dei tagli, si osservano danni consistenti alla coltura (allettamento e imbrattamento delle foglie da terra) e, molte volte, possono anche rendere il terreno non agibile tanto da impedire lo svolgimento della raccolta. Il complesso dei vantaggi che si riscontrano quando si opera in un ambiente in qualche modo protetto, hanno portato ad una rapida e consistente espansione delle superfici in esso coltivate e all'abbandono quasi totale di quelle in piena aria. All'interno dell'apprestamento protettivo, le colture possono essere praticate su terreno oppure fuori suolo. Quando si coltiva su terreno, gli interventi non differiscono in modo consistente da quelli che si eseguono all'aperto e, pertanto, nella loro successiva trattazione, quando non segnalato, fanno sempre riferimento alla coltura protetta.

Ambiente di coltivazione

Accertata l'opportunità di operare in ambiente protetto, il passo successivo è stato quello di identificare la protezione più idonea allo scopo. In un primo momento si sono sporadicamente impiegati mezzi di difesa, ad esempio la pacciamatura soffice con tessuto non tessuto (TNT) o, raramente, tunnel piccoli, fino a giungere, con il tempo, agli apprestamenti di semi forzatura come tunnel grandi, serre tunnel e serre. Tali esperienze hanno messo in evidenza che i risultati migliori si sono ottenuti quando le colture sono state praticate in queste ultime strutture all'interno delle quali, oltre a ricavare le rese in foglie più elevate e migliori anche sotto il profilo qualitativo, è stato possibile usare macchine operatrici in grado di agevolare e velocizzare i diversi interventi colturali, compresa la raccolta. Attualmente gli apprestamenti protettivi più largamente diffusi sono rappresentati da serre tunnel di cubatura unitaria da 1.5 a 5 m³ per m² con copertura in materiale plastico e soltanto raramente si osservano coltivazioni in serre in ferro con copertura in vetro. A volte i tunnel di cubatura medio alta e sempre le serre in

ferro vetro, sono dotate di impianto di riscaldamento con generatori di aria calda, canalizzata con guaine di plastica, in grado di garantire un dislivello termico tra l'interno e l'esterno di 15-20°C. Tale intervento si rende sempre necessario quando si vogliono velocizzare i cicli produttivi durante i periodi più freddi (fine autunno e inizio primavera), considerato che i valori termici ottimali sono da individuare in 22-24°C di giorno e 16-18°C di notte, con UR inferiore al 60%. I materiali di copertura adottati per le serre tunnel sono rappresentati da PE, PVC, EVA, dello spessore di 0.20 mm disposti singolarmente oppure doppi fissati ermeticamente al perimetro. In quest'ultimo caso, tra i due film plastici viene immessa, a pressione, aria a temperatura ambiente o in qualche modo riscaldata, in modo tale da distanziare i due film di 50-150 mm e realizzare una intercapedine che consente di migliorare l'effetto serra, di ridurre la formazione di condensa nella parete interna e di rendere, di conseguenza, meno difficoltoso il controllo dell'UR.

Quando invece si lavora in serra e il materiale di copertura è il vetro questo può presentare caratteristiche fisiche, meccaniche e ottiche anche sensibilmente diverse. Non mancano casi piuttosto sporadici di coperture con lastre semi rigide di Polimetacrilato, Poliestere, PVC e Policarbonato. La scelta dei materiali di copertura deve essere praticata ponendo particolare attenzione alle caratteristiche ottiche, in quanto giocano un ruolo di prevalente importanza sulla qualità della produzione. Soprattutto in periodi dell'anno caratterizzati da scarsa intensità luminosa, sono frequenti fenomeni di filatura, inoltre si osserva presenza di foglie con superficie e spessore ridotti, color verde pallido, picciolo allungato, aroma poco intenso, contenuto di nitrati elevato e scarsa conservabilità. Quando invece si opera nei periodi con intensità luminosa elevata, può risultare utile l'ombreggiamento praticato con reti ombreggianti o con la tinteggiatura delle coperture. Il risultato della coltura, inoltre, è strettamente legato all'attenta gestione dei parametri climatici che si instaurano

all'interno delle protezioni. Entro certi limiti questi possono essere pilotati con il controllo delle aperture che, oltre alla temperatura, permette di evitare eccessi nei valori dell'UR. Quest'ultima situazione è particolarmente temuta dai produttori visto che le piante si possono trovare frequentemente in condizioni ottimali per essere soggette ad attacchi di Peronospora, Pythium, Fusarium e Sclerotinia.

Tecniche di coltivazione

In condizioni climatiche favorevoli, la lattuga può essere coltivata in qualsiasi tipo di terreno purché non presenti difficoltà per le operazioni di sistemazione necessarie alla preparazione del letto di semina come in quelli eccessivamente argillosi, limosi o ricchi di scheletro. Prima dell'impianto occorre un'accurata preparazione, soprattutto nel caso di semina diretta, in quanto tale intervento rappresenta un fattore fra i più importanti per il successo della coltura. Generalmente nei terreni franco argillosi si ricorre ad una vangatura profonda di 0.30-0.35 m, eseguita con un certo anticipo sulla data di semina o trapianto, soprattutto quando si devono interrare eventuali residui della coltura precedente e/o fertilizzanti organici. A questa dovranno fare seguito particolari lavori per sminuzzare le zolle come erpicatura o fresatura tenendo presente di non eccedere nell'affinamento per non provocare presenza di polvere nella zona più superficiale che può essere la causa di successiva formazione di crosta in seguito ad interventi irrigui per aspersione. Nei terreni sabbiosi, invece, viene effettuata una vangatura meccanica o fresatura a 0.20-0.30 m. A volte la preparazione del terreno termina con la formazione di prose di larghezza variabile da 1 a 2 m sulle quali può essere praticata la semina. La larghezza della prosa dovrà, comunque tener conto delle esigenze delle macchine operatrici (seminatrici e operatrici) e risulta sempre molto importante livellare la sua superficie per avere maggiori garanzie sull'uniformità della profondità di semina. Nella

pratica, la formazione della prosa viene molto spesso effettuata all'atto della semina con il passaggio della trattrice sul terreno finemente lavorato e livellato. Appare ovvio ricordare, a questo proposito, che tutti gli interventi di cui sopra, vista la precisione richiesta, dovranno essere eseguiti con terreno in tempera. A volte, soprattutto nel periodo estivo, quando il terreno si presenta particolarmente asciutto, tale stato può essere raggiunto con un intervento irriguo prima dei lavori di preparazione. Nei terreni che presentano tendenza al costipamento, dopo ripetuti cicli di coltivazione, è opportuno praticare un intervento di ripuntatura al fine di migliorarne le caratteristiche fisiche e garantire un regolare sgrondo delle acque in eccesso.

Semina

Per la produzione di lattuga la semina diretta rappresenta generalmente la tecnica con la quale ha inizio la coltura. La semina si effettua durante l'intero arco dell'anno pur con differenze tra le diverse varietà e areali di produzione. La densità colturale è pari a 2500-3000 piante per m², utilizzando 2-5 g di seme per m² ad una profondità di 5-7 mm con una germinabilità minima commerciale pari al 75% ed una temperatura ottimale di germinazione di 20°C. Per la lattuga, che va incontro a termo-dormienza, si dovrà aumentare il quantitativo di seme del circa 25-30% nei periodi più caldi. Consistenti appaiono pure le differenze tra le epoche di produzione alle diverse latitudini, infatti al Nord le produzioni si ottengono prevalentemente dalla primavera all'autunno, mentre al Sud sono concentrate nel periodo invernale. Tali condizioni consentono di ottenere una produzione per l'intero arco dell'anno. La semina può essere realizzata a mano a spaglio, ma per la grande generalità dei casi si opera con seminatrici meccaniche a distribuzione continua del seme lungo la fila, delle quali sono disponibili diversi modelli. Si passa da quelli di piccole dimensioni con larghezza di lavoro da 0.90 a 1.20

m generalmente accoppiate a motocoltivatori, a quelli portati da trattrici, oppure ai semoventi con larghezza di lavoro fino a 1.60 m. Il corpo di semina è costituito dalla tramoggia e da una serie di falcioni normalmente distanziati di circa 50 mm fra loro che provvedono alla distribuzione del seme. Questi sono in genere inseriti fra due rulli, uno anteriore di maggiore dimensioni, liscio o a gabbia, che provvede a livellare e portare al giusto grado di compattazione il terreno in superficie, e uno posteriore, di minori dimensioni, liscio, con funzione di far aderire il seme al suolo. A volte dopo la semina, in qualsiasi modo praticata, per favorire la omogenea bagnatura del terreno e garantire un'emergenza pronta e uniforme, si provvede a stendere sul suolo un telo di tessuto non tessuto che permane dagli 1-2 giorni nel periodo estivo ai 3-5 giorni nel periodo autunnale fino a completa emergenza della coltura. La rimozione del tessuto non tessuto deve essere effettuata nelle prime ore del mattino o nel tardo pomeriggio ed, eventualmente, per evitare brusche variazioni termiche e soprattutto di umidità, subito dopo si interviene con una leggera irrigazione.

Trapianto

Soprattutto per quanto riguarda la lattuga da cespo si può ricorrere al trapianto. In questo caso si procede effettuando la semina in cubetti di torba pressata (40x40x40 mm) o in contenitori di polistirolo espanso da 80 a 150 fori che vengono riempiti con substrato costituito in parti uguali di torba bionda e bruna. Si impiegano 8-20 semi per cubetto o alveolo ricoperti con uno strato modesto di vermiculite a granulometria fine che sono poi posti in cella di germinazione a 20-22°C. In tali condizioni la germinazione avviene in 2-3 giorni e il trapianto a dimora, a mano o più di frequente a macchina, si esegue su terreno nudo o pacciamato, quando le piantine hanno raggiunto la fase di 3 foglie vere (25-30 giorni dalla semina). Vengono adottati sestri d'impianto variabili da 0.20x0.10 m a 0.20x0.15 m per i quali sono necessari 50-35 cubetti per m².

Quando si effettua il trapianto su terreno pacciamato si impiega film di PE nero o bianco dello spessore di 0.05 mm. Nei terreni sabbiosi, per il rifornimento idrico, in interfile alterne, viene posta sotto il film di pacciamatura una manichetta forata in grado di erogare 5-6 litri/h di acqua o soluzione nutritiva. Il trapianto offre alcuni indubbi vantaggi individuabili nella contrazione del ciclo produttivo, nell'incremento della precocità di raccolta, nel miglioramento dello stato sanitario e della qualità della produzione, oltre che nella riduzione delle problematiche legate al controllo delle malerbe. Nel caso particolare del cubetto pressato di torba, un limite è rappresentato dal costo piuttosto elevato, per ridurre tale spesa i produttori si orientano su contenitori alveolari che non consentono però di realizzare la stessa precocità produttiva e la stessa efficienza di utilizzo dell'ambiente di coltura.

Concimazione

La predisposizione di un piano di concimazione non può prescindere dalla conoscenza dello stato fisico e nutrizionale del terreno. E' pertanto consigliabile effettuare, almeno ad anni alterni, analisi chimico fisiche dello stesso soprattutto, come nel caso della lattuga, il ciclo colturale è molto corto. Importante quindi risulta la necessità di sostanza organica nel terreno, possibilmente di ottima qualità e che dovrà essere distribuita e interrata durante l'inverno, prima dell'inizio dei cicli colturali. Per prevenire inoltre l'accumulo di nitrati è inoltre preferibile scegliere concimi organici con rapporto C/N superiore a 8. Il piano di concimazione deve considerare l'apporto di macro e micronutrienti apportati nella successione colturale nell'anno previsto tenendo in considerazione anche il numero di tagli per singolo ciclo di coltura. Per questo motivo potrebbe essere fuorviante considerare le esigenze nutritive dei singoli colturali. A questo proposito potrebbe essere ipotizzabile una concimazione di base che, oltre alla

sostanza organica, consideri fosforo e potassio con quantitativi che si possono attestare intorno ai 50-60 kg/ha di P_2O_5 e, in terreni sabbiosi, sui 100-120 kg/ha di K_2O . Nei terreni facilmente dilavabili la quota da apportare con la concimazione di base, potrebbe essere distribuita in parti uguali frazionata in due o tre interventi nell'arco della stagione. Per quanto riguarda l'azoto i quantitativi devono essere frazionati in due o tre interventi nell'ambito di ciascun ciclo colturale e, per ridurre la concentrazione di nitrati nelle parti edibili della pianta, è opportuno non effettuare distribuzioni in prossimità della raccolta. Per evitare problematiche in tal senso si consiglia di non superare i 100 kg/ha di azoto per ciclo. Risulta ovvio che il dimensionamento degli apporti dei singoli elementi nutritivi dovrà essere tale da non provocare l'aumento della salinità della soluzione circolante del terreno negli anni. Quanto fin ora affermato fa riferimento alla concimazione praticata con fertilizzanti solidi, poiché nel caso si intervenga con fertirrigazione, conosciute le asportazioni della coltura, tutti gli elementi nutritivi possono essere apportati in copertura, frazionati in funzione delle esigenze della pianta così facendo i livelli nutrizionali vengono mantenuti stabili e non si va incontro a aumenti della salinità della soluzione circolante. La soluzione nutritiva deve essere caratterizzata da livelli di EC oscillanti tra 1500 e 3500 $\mu S/cm$ a seconda del periodo dell'anno e pH intorno a 6-6.5, partendo da acqua che presenta EC compresa tra 350 e 1000 $\mu S cm^{-1}$. Infine, per quanto riguarda i nutrienti da impiegare, particolare attenzione dovrà essere rivolta all'azoto. Questo elemento, infatti, può essere reperibile principalmente nelle forme nitrica, ammoniacale e ureica, che agiscono in modo differenziato per quanto riguarda l'assorbimento da parte della pianta e ne condizionano l'accrescimento.

E' noto che la forma nitrica è quella più rapidamente assorbita e a più pronto effetto, essa assicura un miglioramento delle caratteristiche quantitative e qualitative estrinseche delle parti edibili della lattuga con l'aumentare delle dosi impiegate. Qualora si ecceda

può provocare, però, eccessivo innalzamento della concentrazione di nitrati nelle parti edibili che dovrà essere attentamente valutato al fine di non superare i livelli critici imposti dalle legislazioni vigenti.

Nei confronti delle altre forme impiegabili la pianta risponde più lentamente e ciò ne condiziona l'accrescimento oltre che l'accumulo di nitrati nei tessuti.

Da quanto esposto si evince che in ogni tipo di concime azotato presenta sia caratteristiche positive che negative e di conseguenza la scelta può apparire, a volte, difficoltosa. E' evidente che le forme di azoto a più pronto effetto permettono una più agevole gestione della quantità di elemento disponibile per le piante e un più facile smaltimento nel caso di eccessi. Queste, pertanto, sono consigliabili, anche se sono noti gli aspetti negativi dovuti ad accidentali perdite per dilavamento.

Diventa perciò importante conoscere le condizioni dell'ambiente in cui si opera, le esigenze della coltura e la lunghezza del ciclo colturale al fine di effettuare le scelte più opportune.

Irrigazione

La lattuga, come molti ortaggi da foglia da taglio si adatta bene ad essere coltivata in terreni asciutti. Al fine, però, di migliorare la produzione anche sotto il profilo qualitativo, con foglie croccanti e poco fibrose, è necessario operare in terreni caratterizzati da buona dotazione di acqua disponibile. Appare ovvio che la scelta del sistema irriguo dovrà garantire una distribuzione uniforme dell'acqua e soprattutto non provocare calpestamento e imbrattamento delle foglie.

I sistemi largamente più diffusi sono quelli microirrigui a copertura integrale per aspersione con spruzzatori statici (sprayer) o dinamici (sprinkler), con portate medio basse (70-120 l/h), e gittate modeste (3-5 m), di solito montati su barre irroratrici mobili

a bassa portata (10-15 mm/h). Importante risulta perciò dimensionare ottimamente l'impianto irriguo per ottenere un'elevata regolarità di distribuzione dell'acqua. Non di secondaria importanza sono la tessitura che determina la mobilità e la velocità di infiltrazione e la qualità dell'acqua di irrigazione. Per quest'ultimo aspetto appare opportuno provvedere all'analisi chimica e microbiologica della fonte idrica con cadenza almeno annuale.

I maggiori volumi di adacquamento verranno apportati subito dopo la semina mentre nella fase successiva ad essa l'irrigazione per aspersione può provocare seri danni alla coltura poiché, con elevate densità adottate, le piante si accrescono con foglie molto tenere che, rimanendo bagnate per tempi lunghi, possono facilmente essere oggetto di attacco ad opera di funghi patogeni, principalmente peronospora. Nel periodo compreso tra la completa distensione dei cotiledoni e il taglio può essere sufficiente, in alcuni casi, un solo intervento irriguo, spesso finalizzato all'apporto di elementi nutritivi.

In ogni caso gli interventi irrigui dovranno essere sempre effettuati al mattino, che corrisponde anche al periodo di maggior consumo idrico della coltura, soprattutto per consentire una rapida asciugatura delle foglie prevenendo in tal modo l'insorgenza di patologie fungine.

Per la lattuga che va incontro a più tagli, è opportuno un intervento di fertirrigazione con volume di adacquamento pari almeno a 20-30 m³/ha.

Lotta alle malerbe

La lotta alle malerbe deve essere praticata in via preventiva con mezzi fisici o agronomici ed è molto sentita quando i tempi di germinazione, emergenza e accrescimento sono piuttosto lunghi, consentendo alle infestanti di prendere il sopravvento sulla coltura. Questo non interessa molto la lattuga poiché ricopre il terreno

in tempo molto breve e spesso le malerbe non riescono ad accrescersi. Fra le specie infestanti maggiormente riscontrate si possono ricordare *Amaranthus* spp., *Chenopodium album* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv., *Portulaca oleracea* L., *Solanum nigrum* L., *Stellaria media* L. e *Veronica* spp..

I mezzi che attualmente vengono utilizzati per il contenimento delle malerbe vanno dalla falsa semina alla pacciamatura. Di solito, nei terreni che ospitano lattuga da taglio e non da cespo, prima dell'impianto si pratica la disinfestazione con modalità diverse (vapore, fumigazione, solarizzazione) con cui si sono ottenuti risultati soddisfacenti. La sopra accennata falsa semina consiste nell'effettuare tutti i lavori preparatori del terreno fino alla perfetta predisposizione del letto di semina che non viene però praticata. Si attuano invece ripetute irrigazioni allo scopo di mettere in germinazione i semi delle infestanti presenti negli strati superficiali del suolo. Una volta emerse, le plantule delle infestanti vengono eliminate con un intervento disseccante o con il pirodiserbo. Si passa quindi alla semina della coltura senza ulteriormente lavorare il terreno.

Raccolta

La raccolta conclude il periodo di coltivazione ed avviene quando la pianta si trova in una fase fenologica del tutto particolare (in generale molto precoce) e si opera effettuando il taglio delle foglie o la raccolta del cespo. In entrambi i casi i prodotti vengono consumati in tempi relativamente brevi. La quota di prodotto destinato all'alimentazione umana è caratterizzata da tessuti giovani e di conseguenza facilmente deperibili, che devono però mantenere inalterati i requisiti estetici, soprattutto freschezza, fino al momento in cui non giungeranno alla tavola del consumatore. Il complesso di problematiche accennate porta a considerare, in primo luogo, lo stato ottimale di maturazione al momento del taglio e in secondo luogo deve garantire al

produttore le più elevate produzioni per unità di superficie coltivata. Per poter meglio valutare la difficoltà in cui si trova il produttore in questa fase operativa, può essere sufficiente considerare che il momento della raccolta, per la grande maggioranza dei casi, viene definito in relazione alle richieste dei mercati sui quali verrà presentato il prodotto. L'intervento verrà attuato quando le foglie raggiungeranno una determinata altezza che varia da mercato a mercato. Individuato il momento corrispondente alla maturazione commerciale ottimale, dovranno essere adottati tutti gli accorgimenti più efficaci al fine di provocare il minor danno possibile al prodotto raccolto. Quest'ultimo, infatti, viene sempre interessato da schiacciamenti e ferite più o meno numerosi ed estesi le cui conseguenze negative sono tanto più gravi quanto più teneri sono i tessuti. Altro aspetto importante è rappresentato dal momento della giornata in cui praticare la raccolta: soprattutto nei mesi più caldi si consiglia di operare nelle prime ore del mattino, quando la temperatura è più bassa e l'UR è più elevata.

La raccolta può essere praticata a mano nelle aziende di modeste dimensioni o più comunemente a macchina in quelle più grandi. Per la lattuga da taglio, per la raccolta manuale vengono normalmente impiegati coltelli o falci tradizionali alle quali gli stessi produttori apportano modifiche. Scarsamente usate sono invece le barre falcianti che, seppur in grado di velocizzare sensibilmente l'intervento, causano un eccessivo schiacciamento nella zona di taglio che favorisce, in breve tempo, la comparsa di fenomeni ossidativi che compromettono la qualità del prodotto, riducendone nel contempo la conservabilità.

Insalata di Lusìa

La zona di produzione comprende parte del territorio limitrofo al corso dell'Adige, circoscritto ai seguenti comuni per la provincia di Rovigo: Lusìa, Badia Polesine, Lendinara, Costa, Villanova del ghebbo, Rovigo ed ai seguenti per la provincia di Padova: Barbona e Vescovana.

La zona di produzione dell'insalata di Lusìa, come già detto, comprende parte del territorio limitrofo al corso dell'Adige tra le province di Rovigo e Padova, mentre il prodotto si caratterizza per cespi di varia forma e colore a seconda della varietà. Il prodotto è apprezzato e rinomato e la Camera di Commercio di Rovigo ha iniziato l'iter per il riconoscimento del marchio IGP. Nella zona sono numerose le varietà coltivate, che si differenziano per la forma e la colorazione dei cespi. Le più importanti sono: la "Lattuga cappuccio", con cespi di forma tondeggiate, con foglie grandi, carnose e lisce, che si sovrappongono le une sulle altre, chiudendosi attorno al nucleo centrale; la "Lattuga gentile", bianca o rossa, simile nella forma al cappuccio, ma con un cuore più aperto; la "Lattuga Brasiliana", di forma globosa con foglie grandi, dai margini increspatis di colore verde, avvolte le une sulle altre, come a formare una palla voluminosa, compatta e pesante, che si distingue particolarmente dalle altre per le foglie molto croccanti; la "Lattuga Romana", di aspetto ovale, con foglie allungate e con margine liscio, di colore verde intenso; la "Lattuga Batavia", a forma ovale, con grandi foglie di colore rosso brillante, con margine ondulato e unite in modo stretto attorno alla parte centrale, lasciandola però semiaperta. Necessita di terreni a medio impasto, ricchi di sostanza organica e con buona capacità di ritenzione idrica. L'impianto viene effettuato tramite semina diretta o a trapianto, con piantine provenienti da vivai specializzati o allevate in azienda. Importanti sono le cure colturali, che consistono in

concimazioni ed irrigazioni adeguate al fabbisogno dei terreni e in un attento controllo delle erbe infestanti che possono compromettere il raccolto. L'epoca di semina, così come quella di raccolta, differisce a seconda delle varietà, che tuttavia sono alternativamente presenti nel mercato durante tutto l'anno. La commercializzazione dell'insalata di "Lusia" ai fini dell'immissione al consumo, può essere effettuata solo con apposito confezionamento, in plastica, legno o cartone, che consenta di apporre un eventuale specifico contrassegno. Durante tutto l'anno il prodotto è reperibile, nelle sue diverse varietà, presso i mercati e i rivenditori di tutta la zona meridionale del Veneto.

Compost

Per compost o terriccio o composta si intende il risultato della decomposizione e dell'umificazione della sostanza organica per effetto della flora microbica naturalmente presente nell'ambiente. Il termine compost deriva dal latino "compositum", ossia "formato da più materiali", proprio perché tra i prodotti della reazione microbica sono presenti substrati organici di diversa provenienza (come ad esempio residui di potatura, scarti di cucina, letame, liquame o i rifiuti del giardinaggio come foglie ed erba sfalciata).

Il compost viene definito e classificato in tre categorie:

1. Ammendante Compostato Verde (ACV);
2. Ammendante compostato misto (ACM);
3. Ammendante torboso compostato (ATC).

Nell'ecosistema naturale si osserva la trasformazione della sostanza organica contenuta nei residui animali e vegetali ad opera di microrganismi che abitano il terreno, quali batteri, funghi, alghe e protozoi. Questi rivestono diverse funzioni ecologiche, tra le

quali quella di decomporre la sostanza organica proveniente dagli organismi animali e vegetali morti, in parte utilizzandola per l'anabolismo cellulare a favore della crescita di nuovi organismi, in parte trasformandola in composti organici stabili, le sostanze umiche. In natura l'humus è una vera e propria riserva di nutrimento per le piante, grazie alla sua capacità di liberare lentamente, ma costantemente elementi nutritivi come l'azoto, il fosforo e il potassio. Le sostanze umiche, infatti, conferiscono al terreno importanti proprietà chimico-fisiche che contribuiscono all'instaurarsi di un ambiente fertile.

Residui organici compostabili

Il processo di compostaggio svolge, nella società, un'importante funzione strategica ed ecologico-ambientale, perché trasforma biomasse provenienti dal ciclo urbano di raccolta differenziata e dall'attività agricola e agro-industriale in un vero e proprio prodotto utile alla fertilizzazione dei terreni agricoli non più fitotossico, ma apporto di nutrienti e miglioratore delle caratteristiche strutturali del terreno.

Le matrici organiche compostabili devono avere caratteristiche biochimiche tali da garantire un regolare andamento del processo e soprattutto devono contenere composti di facile degradabilità per permettere il nutrimento dei microrganismi.

Le matrici organiche compostabili sono:

- rifiuti azotati: scarti vegetali, di giardino (tagli di siepi, erba del prato...), foglie verdi, rifiuti domestici (frazione umida), limitando i residui di origine animale e mischiandoli bene a quelli di origine vegetale. È così possibile diminuire del 30-40 % la quantità di spazzatura; inoltre molti comuni italiani prevedono una riduzione della tassa sui rifiuti per coloro che dimostrano di praticare il compostaggio;

- rifiuti carboniosi: rami derivanti dalla potatura (meglio se sminuzzati con un biotrituratore, altrimenti risulteranno poco aggredibili da parte dei microrganismi), foglie secche, paglia (si terranno da parte accuratamente queste materie e le si mischierà man mano ai rifiuti azotati che si produrranno di giorno in giorno);
- fondi di caffè, filtri di tè, gusci di uova, gusci di noci;
- lettiere biodegradabili di animali erbivori;
- carta, evitando quella stampata (anche se oggi giorno i giornali non contengono più sostanze tossiche) e, soprattutto, quella patinata.
- pezzi di cartone (fungono anche da rifugio ai lombrichi);
- pezzi di tessuti 100% naturali (lana, cotone), ecc.

Il processo di compostaggio

Il compostaggio è una tecnica attraverso la quale viene controllato, accelerato e migliorato il processo naturale a cui va incontro qualsiasi sostanza organica in natura, per effetto della degradazione microbica. Si tratta infatti di un importante processo aerobico di decomposizione biologica della sostanza organica che permette di ottenere un prodotto biologicamente stabile in cui la componente organica presenta un elevato grado di evoluzione. I microrganismi operano un ruolo fondamentale nel processo di compostaggio in quanto traggono energia per le loro fondamentali attività metaboliche della materia organica, liberando acqua, biossido di carbonio, sali minerali e sostanza organica stabilizzata ricca di sostanze umiche, il compost appunto.

In base alle modifiche biochimiche che subisce la sostanza organica durante il compostaggio, il processo si può suddividere schematicamente in due fasi:

- una fase di bioossidazione, nella quale si ha l'igienizzazione della massa a elevate temperature: è questa la fase attiva caratterizzata da intensi processi di degradazione delle componenti organiche più facilmente degradabili;
- una fase di maturazione, durante la quale il prodotto si stabilizza arricchendosi di molecole umiche, si tratta della fase nota come curing phase, caratterizzata da processi di trasformazione della sostanza organica la cui massima espressione è la formazione di sostanze umiche.

La prima fase è un processo aerobio ed esotermico; la presenza nella matrice di composti prontamente metabolizzati (molecole semplici quali zuccheri, acidi organici, aminoacidi) comporta elevati consumi di ossigeno e parte dell'energia della trasformazione è dissipata sotto forma di calore. L'effetto più evidente di questa fase è l'aumento della temperatura che, dai valori caratteristici dell'ambiente circostante, passa a 60°C e oltre, in misura tanto più repentina e persistente quanto maggiore è la fermentescibilità del substrato e la disponibilità di ossigeno atmosferico. L'aerazione del substrato è quindi una condizione fondamentale per la prosecuzione del processo microbico. La liberazione di energia sotto forma di calore caratterizza questa fase del processo di compostaggio che viene definita "termofila", comportando un'elevata richiesta di ossigeno da parte dei microrganismi che entrano in gioco per la degradazione della sostanza organica, con formazione di composti intermedi come acidi grassi volatili a catena corta (acido acetico, propionico e butirrico), tossici per le piante ma rapidamente metabolizzati dalle popolazioni microbiche.

Il prodotto che si ottiene al termine di questa fase è il compost fresco, un materiale igienizzato e sufficientemente stabilizzato grazie all'azione dei batteri aerobi. Proprio l'igienizzazione, e quindi l'inattivazione di semi di piante infestanti e organismi

patogeni, è uno dei più importanti effetti di questa prima fase, purchè la temperatura si mantenga su valori superiori a 60°C per almeno cinque giorni consecutivi.

Con la scomparsa dei composti più facilmente biodegradabili, le trasformazioni metaboliche di decomposizione interessano le molecole organiche più complesse e si attuano con processi più lenti, anche a seguito della morte di una buona parte della popolazione microbica dovuta a carenza di nutrimento. E' questa la seconda fase, chiamata anche fase di maturazione, nel corso della quale i processi metabolici diminuiscono di intensità e accanto ai batteri sono attivi gruppi microbici costituiti da funghi e attinomiceti che degradano attivamente amido, cellulosa e lignina, composti essenziali dell'humus. In questa fase le temperature si abbassano a valori di 40-45°C per poi scendere progressivamente, stabilizzandosi poco al di sopra della temperatura ambiente. Nel corso del processo, la massa viene colonizzata anche da organismi appartenenti alla microfauna, che agiscono nel compostaggio attraverso un processo di sminuzzamento e rimescolamento dei composti organici e minerali, diventando così parte integrante della buona riuscita di questo complesso processo naturale.

Il prodotto che si ottiene è il compost maturo, una matrice stabile di colorazione scura, con tessitura simile a quella di un terreno ben strutturato, ricca di composti umici e del caratteristico odore di terriccio di bosco.

Compostaggio industriale

Su base industriale il compostaggio viene utilizzato per la trasformazione in compost di scarti organici, come ad esempio la cosiddetta frazione umida dei rifiuti solidi urbani. Il compostaggio industriale permette un controllo ottimale delle condizioni di processo (umidità, ossigenazione, temperatura, ecc.) e la presenza di eventuali inquinanti nella materia prima (ad esempio residui di metalli pesanti e inerti vari) o microrganismi

patogeni per l'agricoltura viene eliminata rispettivamente tramite trattamenti di ulteriore separazione meccanica e trattamenti biologici. Altre biomasse compostabili comunemente sfruttate sono rappresentate dai fanghi di depurazione e dagli scarti della cura e manutenzione delle aree verdi (compost verde). Dati risalenti al 2004 attestano che il 39% del compost prodotto in Italia deriva dall'umido, il 34% dal verde, il 17% da fanghi e il restante 10% da altre biomasse.

Anche il florovivaismo, dilettantesco e professionale, si avvale convenientemente di questo compost. La commercializzazione dell'ammendante compostato è regolata dalla Legge n. 748/84. Il compost viene anche comunemente utilizzato per la copertura delle discariche di rifiuti e utilizzato nell'ambito delle bonifiche agrarie. La digestione anaerobica permette anche di ottenere del biogas utilizzabile quale combustibile.

Parametri da considerare nel processo

In un processo di compostaggio controllato è importante creare e mantenere le condizioni ambientali capaci di favorire e accelerare le attività microbiche. Questo stato di optimum per i microrganismi dipende dall'interazione combinata di diversi fattori, che devono essere considerati con attenzione se si vuole gestire il processo di compostaggio con la massima efficienza. I principali sono:

- temperatura;
- presenza di ossigeno;
- porosità del substrato;
- umidità del materiale;
- rapporto C/N e disponibilità dei nutrienti;
- pH.

Temperatura

La temperatura è il parametro che da informazioni sull'andamento del processo e sulle intensità delle reazioni. Attraverso la prima fase del processo di compostaggio (fase termofila), con l'innalzamento della temperatura si conseguono la riduzione dell'umidità dei materiali, l'igienizzazione del prodotto attraverso l'abbattimento della carica patogena presente nella matrice di origine e l'inattivazione dei semi delle erbe infestanti e dei parassiti delle piante. Eventuali eccessi di temperatura vengono tenuti sotto controllo attraverso l'utilizzo di varie tecniche di aerazione che accelerano le perdite di calore, inducendo un conseguente raffreddamento delle masse.

Presenza di ossigeno

Il compostaggio è un processo aerobico e l'ossigeno è pertanto necessario ai microrganismi attivi. La quantità di ossigeno richiesta è diversa a seconda delle fasi di processo. Le maggiori richieste di ossigeno si hanno nella prima fase quando la presenza di materiali prontamente degradabili favorisce la moltiplicazione e l'attività microbica con innalzamento della temperatura (tra i 40°C e i 70°C) e produzione di biossido di carbonio (CO₂). Il livello di ossigeno all'interno della massa in biodegradazione deve mantenersi al di sopra del 10-12%; se cala al di sotto del 5% i microrganismi anarebici prendono il sopravvento portando all'instaurarsi di processi di tipo putrefattivo. Questi ultimi sono caratterizzati dall'accumulo di composti ridotti (quali acidi grassi volatili, idrogeno solforato, mercaptani, ecc.), distinti da un odore decisamente aggressivo e da elevata fitotossicità. Per evitare questo, nei processi di compostaggio controllato si interviene con sistemi di movimentazione e/o aerazione forzata.

Porosità

La porosità totale del substrato è la misura degli spazi vuoti esistenti nella biomassa in fase di compostaggio e si determina calcolando il rapporto, espresso in percentuale, tra il volume occupato tra gli spazi vuoti all'interno della biomassa e quello occupato dalla biomassa stessa. L'aria si diffonde negli spazi vuoti in competizione con l'acqua e la disponibilità degli spazi vuoti è strettamente dipendente dalla dimensione delle particelle, dalla distribuzione granulometrica dei materiali e dalla continuità degli interstizi tra le particelle. La porosità è correlata con le proprietà fisiche dei materiali sottoposti a compostaggio e condiziona il processo attraverso l'influenza sulla corretta e omogenea distribuzione sull'aria insufflata.

Umidità

L'acqua svolge un ruolo fondamentale per la sopravvivenza dei microrganismi in quanto rappresenta un alimento, un mezzo per la dissoluzione dell'ossigeno atmosferico e la diffusione dei principi nutritivi e un fattore importante per la termoregolazione del sistema. Per questi motivi, i cumuli in compostaggio devono essere sufficientemente umidi da consentire un'adeguata attività microbica senza tuttavia impedire l'ossigenazione della massa. Pertanto i valori di umidità devono essere compatibili con una condizione di aerobiosi.

Rapporto C/N

I microrganismi attivi nel processo di compostaggio necessitano di carbonio come fonte energetica e di azoto per sintetizzare le proteine. Il rapporto C/N è un indice di controllo

dell'attività microbica nell'ambito del processo di compostaggio. Un eccesso di carbonio provoca un rallentamento dell'attività microbica e quindi della decomposizione, mentre un eccesso di azoto comporta perdite per volatilizzazione dell'ammoniaca, soprattutto con pH e temperatura elevati. La miscelazione di residui verdi e ligno cellulositici, ricchi di carbonio, con fanghi di depurazione, agroalimentari o rifiuti organici provenienti dalla raccolta urbana differenziata, a elevato contenuto di azoto, garantisce un buon equilibrio tra elementi e le condizioni per una corretta gestione del processo biologico.

Alla fine del processo un prodotto di buona qualità presenta valori del rapporto C/N compresi tra 10 e 20.

Ph

Il processo di compostaggio si instaura su matrici a pH estremamente variabile anche se i batteri preferiscono valori prossimi alla neutralità.

L'andamento del processo determina all'inizio valori di pH acidi con lo sviluppo di anidride carbonica e la formazione appunto di acidi organici, in seguito, con l'aerazione, il pH sale a valori tra 8 e 9. Alla fine del processo il pH tende comunque a valori prossimi alla neutralità.

Protagonisti del compostaggio

I microrganismi presenti naturalmente nella matrice organica sono i veri artefici del processo di compostaggio e pertanto è estremamente rilevante la conoscenza dei diversi gruppi microbici coinvolti e del loro ruolo. Come è stato descritto ampiamente nei

paragrafi precedenti, il compostaggio è un processo dinamico che evolve attraverso fasi sequenziali nelle quali cambiano i parametri di processo; questo genera una conseguente evoluzione nella attività microbica che, ad ogni fase, vede la prevalenza di uno o dell'altro gruppo microbico.

La popolazione di microrganismi che promuove il compostaggio è molto complessa, sia in termini di gruppi fisiologici, che di entità tassonomiche nell'ambito dei singoli gruppi. I microrganismi che operano nel processo di compostaggio possono essere classificati in relazione ai regimi di temperatura nei quali svolgono la loro attività metabolica. Si distinguono tre classi:

- microrganismi psicrofili che vivono in un intervallo di temperatura che va da 0 a 30° C.
- microrganismi mesofili che vivono in un intervallo di temperatura che va da 30 a 45°C.
- microrganismi termofili che vivono in un intervallo di temperatura che va da 45 a 75°C.
- microrganismi termofili estremi che vivono in un intervallo che va da 75 a 90°C.

I maggiori raggruppamenti di microrganismi che partecipano sono i batteri che rappresentano la parte dominante degli agenti del processo di compostaggio; funghi e actinomiceti invece proliferano negli stadi più avanzati.

L'utilizzo in orticoltura da pieno campo

L'utilizzo di compost nelle colture orticole costituisce uno dei segmenti commerciali di maggior interesse, data la concomitanza di due aspetti positivi, ovvero la necessità di sostanza organica da parte di queste colture e la discreta redditività da loro garantita.

Conseguentemente la scelta dell'ammendante non è derivata esclusivamente dall'impatto economico sul ciclo produttivo e sul bilancio colturale, ma anche dalla formulazione e dalla richiesta di elementi nutritivi delle singole coltivazioni. A questo riguardo vale quindi la pena di ricordare che il compost normalmente ha un contenuto di S.O. superiore al letame e, dato che il letame è visto come un elemento ammendante essenziale per lo sviluppo e la produzione di orticole a elevato standard qualitativo, ne deriva che anche il compost ha una sua collocazione estremamente interessante che consente di valutare un incremento economico legato a produzioni quantitativamente e qualitativamente superiori.

Le quantità di compost richieste dalle colture orticole si attestano tra 20 e 35 t/ha, in funzione delle diverse colture, delle caratteristiche tessiturali del terreno e dalla percentuale di sostanza organica di fondo. Per quanto riguarda la lattuga solitamente si distribuiscono 25 t/ha in pre-impianto e 15 t/ha in copertura distribuiti in 3-5 cm nell'interfila. Le epoche di distribuzione quindi sono possibili sia prima delle fasi di semina/trapianto, che successivamente, in copertura; quest'ultima modalità appare però di ridotto interesse perché comporterebbe un rilascio di azoto troppo lento con un possibile allungamento del ciclo.

Lattuga e qualità'

Negli ultimi anni il termine qualità ha assunto importanza crescente nell'ambito dei prodotti orticoli soprattutto per quanto riguarda l'interesse da parte del consumatore. Quest'ultima figura si presenta sempre più attenta e critica sia per i prodotti sfusi che per quelli confezionati tra i quali, di sicuro interesse, possono essere annoverati quelli di IV gamma.

La qualità di conseguenza non è più da considerarsi solamente un fattore estrinseco, che dipende da come si presenta un prodotto al momento dell'acquisto o del consumo, ma dipende da una serie molto più ampia di fattori intrinseci che vengono sempre più presi in esame.

Tali proprietà possono essere condizionate dai disciplinari di produzione e, conseguentemente, dagli interventi tecnico-colturali. A questo proposito si fa riferimento alle modalità di lavorazione del terreno, di irrigazione e soprattutto alle pratiche di concimazione.

Risulta quindi interessante analizzare i molteplici parametri qualitativi che possono essere influenzati dalle tecniche colturali come ad esempio la percentuale di sostanza secca, la capacità antiossidativa totale, il contenuto di fenoli totali, acido ascorbico, acidi fenolici, azoto e nitrati, oltre alla presenza di anioni e cationi.

Nei confronti dei composti ad azione antiossidativa, numerosi studi (Kang e Saltveit, 2002) hanno dimostrato che tali molecole presentano interessanti proprietà a livello salutistico e contribuiscono a ridurre alcuni problemi di salute e l'insorgenza di malattie come tumori e cardiopatie.

Nei confronti dei composti azotati, invece, è ormai noto che i nitrati, uno dei principali composti presenti negli ortaggi a foglia, possono causare problemi nell'ossigenazione del sangue poiché si vanno a legare con l'emoglobina. Risulta di conseguenza fondamentale che il quantitativo di nitrati rilevati negli ortaggi, e soprattutto in lattuga, venga controllato e sia compreso all'interno dei limiti imposti dall'UE con il nuovo regolamento, n. 1822/2005 dell'8 novembre 2005.

Non da sottovalutare è il problema derivante da un uso elevato di azoto nella concimazione: il dilavamento di questo, esso sotto forma nitrica non viene trattenuto del terreno e quindi dilava in falda dove può provocare gravi problematiche rientrando all'interno della catena alimentare.

MATERIALI E METODI

Le prove sono state condotte nel 2009 presso l'Azienda Agricola L'Insalatiera di Lusia (Ro), caratterizzata da terreno franco-sabbioso, prendendo in considerazione due varietà di lattuga: gentilina e cappuccia.

Complessivamente sono stati realizzati due cicli colturali:

- il primo ha previsto la coltivazione sia di lattuga gentilina (prova A) che cappuccia (prova B) su schema sperimentale a blocchi randomizzati con due ripetizioni (**Fig. 1**); il trapianto è avvenuto per entrambe le varietà il 27 aprile e la raccolta è stata effettuata il 9 giugno;
- nel secondo, invece, realizzato sul medesimo appezzamento del ciclo precedente, è stata considerata solo la lattuga gentilina (prova C) adottando lo stesso schema sperimentale a blocchi randomizzati (**Fig. 2**), in questo caso con 4 repliche; il trapianto è avvenuto il 13 giugno e la raccolta il 21 luglio.

In tutte le prove si sono considerate le seguenti concimazioni:

- minerale (M) realizzata con concimi minerali apportando 80, 100 e 100 kg ha⁻¹ rispettivamente di N, P₂O₅ e K₂O;
- minerale + compost (M+C) realizzata apportando, oltre alle stesse dosi di fertilizzante minerale, 10 t ha⁻¹ di compost.

In relazione al compost impiegato, sono state effettuate analisi chimiche che hanno consentito di escludere la presenza di metalli pesanti (Cr, Cd, Ni, Hg, Pb) in questa matrice.

Nell'ambito di ciascuna tesi 8 piante sono state prelevate per le analisi qualitative e, dopo essere state sfogliate, lavate ed asciugate con carta assorbente, le foglie sono state tagliate in piccoli pezzi e mescolati al fine di ottenere un campione omogeneo.

Tutti i campioni considerati nelle prove sono stati in parte destinati all'ottenimento della sostanza secca in stufa ventilata a 65°C e, la rimanente quota, è stata surgelata in freezer a -80°C per essere destinata in un secondo momento alle analisi qualitative relative al prodotto fresco.

Complessivamente per ciascun campione è stato determinato:

- sostanza secca
- capacità antiossidativa totale (CAT)
- fenoli totali (FT)
- acido ascorbico (AA)
- acidi fenolici
- azoto organico
- nitrati
- cationi
- anioni

Capacità Antiossidativa e Fenoli Totali

Per quanto riguarda la determinazione della **capacità antiossidativa** e dei **fenoli totali** sono state utilizzate le metodiche indicate da Kang *et al.* (2002) che riprendono quelle di Ke e Saltveit (1989), Singleton e Rossi (1965) e Benzie e Strain (1996) con opportuni aggiustamenti per adattare le metodiche al materiale da analizzare. La determinazione dell'attività antiossidativa e dei fenoli totali ha previsto per entrambi la pesata di 5 g di s.s. del campione ai quali sono stati aggiunti 20 mL di metanolo (per HPLC); il campione è stato omogeneizzato per 30'' con l'ausilio dell'Ultra Turrax a velocità di 17000 rpm e quindi filtrato con carta da filtro (589 Schleicher con diametro di 125 mm).

L'attività antiossidasica è stata determinata con il metodo FRAP (Ferric Reducing Ability of Plasma). Il reagente FRAP (soluzione 1 mM di 2,4,6-tripiridil-2 triazina [TPTZ], 2 mM di cloruro ferrico e 250 mM di acetato di sodio a pH 3.6) è stato preparato giornalmente a partire da soluzioni madri di 300 mM di buffer acetato, 12 mM di TPTZ (in acido cloridrico 48 mM) e 24 mM di cloruro ferrico in rapporto 10:1:1. A 100 µL di estratto sono stati aggiunti 1900 µL di reagente FRAP e si è omogeneizzato con l'ausilio di un vortex; dopo 4' a 20°C è stata letta l'assorbanza a 593 nm. La lettura è stata confrontata con una curva di calibrazione costituita da soluzioni di solfato di ammonio ferroso con concentrazione da 0 a 1200 µg mL⁻¹ di ione ferroso. L'attività antiossidasica è stata espressa come mg di Fe²⁺ equivalenti (FeE) per kg di campione secco o fresco.

Per la determinazione dei **fenoli**, invece, si sono prelevati 200 µL dell'estratto, si sono aggiunti 1000 µL di reattivo di Folin-Ciocalteu, 800 µL di carbonato di sodio anidro al 7.5% e, al fine di diluire la soluzione, si sono aggiunti 2000 µL di acqua demineralizzata. Si è proceduto con 15'' di agitazione e successivo riposo per 30' a temperatura ambiente prima di leggere allo spettrofotometro ad una lunghezza d'onda di 765 nm. L'assorbanza è stata confrontata con quella letta da soluzioni a concentrazione nota di acido gallico (da 0 a 600 µg mL⁻¹) le quali hanno subito lo stesso procedimento dei campioni. Il contenuto totale di fenoli è stato espresso come mg di acido gallico equivalenti (GAE) per kg di campione fresco o secco.

Acido Ascorbico

La determinazione dell'**acido ascorbico** (vitamina C) è stata eseguita secondo il metodo B dell'ISO 6557, cioè un metodo di routine per l'analisi di frutta e ortaggi. In breve, 10

g di campione sono stati omogeneizzati con ultra turrax in 20 mL di la soluzione estraente (costituita da ac. meta fosforico in soluzione acetica). Come colorante è stata impiegata una soluzione di 2,6-diclorofenolindofenolo. I campioni preparati sono stati letti allo spettrofotometro ad una lunghezza d'onda di 500 nm.

Acidi fenolici

Strumentazione

Le cromatografie liquide sono state effettuate usando un sistema cromatografico in gradiente (Jasco X.LC), costituito da una pompa binaria (Jasco PU-2080) basata sul principio di mescolamento ad alta pressione, da un rivelatore a serie di diodi (Jasco MD-2015).

La separazione degli acidi fenolici è avvenuta utilizzando la colonna Tracer Extrasil OSD2 (250 x 45mm, 5µm) termostata a 35°C (Jasco CO-2060); le iniezioni (20µL) sono state fatte impiegando l'autocampionatore Jasco AS-2055.

I dati forniti da questo sistema sono stati raccolti ed elaborati usando il software ChromNAV Chromatography Data System.

Identificazione e quantificazione degli acidi fenolici

La metodica di estrazione impiegata per l'analisi ha previsto le stesse modalità riportate per la determinazione della CAT e dei FT. L'estratto ottenuto è stato filtrato con filtri per siringa in acetato di cellulosa con porosità 0.45 µm e successivamente iniettato nel cromatografo.

L'analisi è stata eseguita mediante cromatografia liquida ad alta prestazione (HPLC) utilizzando fase mobile costituita da acido formico 0.1% in acqua (A) e metanolo (B) con il seguente gradiente di eluizione: B 0-100% in 50 min.

La corsa cromatografica è stata eseguita ad una velocità di flusso pari a 1 mL/min e la fase stazionaria, rappresentata dalla colonna, è stata termostata a 35°C e il cromatogramma è stato monitorato nell'intervallo di lunghezze d'onda compreso tra 200 e 600 nm.

L'identificazione degli acidi è avvenuta mediante il confronto dei tempi di ritenzione e delle lunghezze d'onda di massimo assorbimento degli standards (**Tab. 5**) preparati sciogliendo l'acido fenolico in metanolo (3 g L⁻¹). L'analisi quantitativa, invece, è stata effettuata tramite curva di calibrazione costruita tramite diluizioni seriali da 0.3 a 30 mg L⁻¹.

Azoto totale e nitrati

La quantificazione dell'**azoto totale** è stata realizzata con il metodo Kjeldahl (ISO 1656).

La determinazione dei **nitrati** ha previsto l'impiego, per ogni campione, di 200 milligrammi di sostanza secca, macinata a 0.5 mm, posti in una beuta da 250 mL, ai quali sono stati aggiunti 50 mL di acqua demineralizzata. Il campione è stato fatto bollire per 30 minuti, facendo attenzione di aggiungere durante l'ebollizione acqua demineralizzata per evitare l'essiccamento del campione. Alla fine dell'ebollizione, il liquido è stato filtrato con carta da filtro 589 Schleicher di diametro 125 mm in cilindri graduati da 50 mL. Dopo averlo portato a volume (50 mL) con acqua demineralizzata, si è proseguito con l'analisi, prelevando 200 µL dell'estratto, ai quali sono stati aggiunti

800 μL di acido solforico al 5% di acido salicilico (Cataldo *et al.*, 1975). Questa parte dell'analisi è proseguita in doppio per ciascun campione. Dopo accurata agitazione con il vortex si sono attesi 20' per far avvenire la reazione tra acido salicilico e la sostanza secca del campione. A questo punto si osserva che la soluzione assume colorazione gialla più o meno intensa. Alla soluzione sono stati poi aggiunti 19 mL di idrossido di sodio (NaOH 2N). Dopo aver agitato nuovamente con il vortex si è atteso che i campioni raffreddassero (almeno 4 ore) e si è passati alla lettura con lo spettrofotometro, utilizzando una lunghezza d'onda di 410 nm. Al valore medio delle assorbanze così ottenute è stata detratta l'assorbanza del rispettivo bianco ottenuto aggiungendo ai 200 μL di campione 800 μL di acido solforico e 19 mL di soda. L'assorbanza rilevata è stata confrontata con quella letta da soluzioni a concentrazione nota di nitrato (tra 0 e 100 mg L^{-1}) che sono state processate allo stesso modo dei campioni ad eccezione della fase di bollitura e filtrazione. I risultati sono stati riportati come mg di nitrato per kg di prodotto fresco o secco.

Per quanto riguarda la determinazione del contenuto di **anioni** e **cationi** si è fatto, invece, riferimento alla cromatografia ionica (IC) usando un sistema cromatografico a gradiente (Dionex ICS-900), costituito da una pompa binaria e da un rivelatore di conducibilità (Dionex DS5) con soppressore anionico (AMMS 300, 4mm) per l'analisi degli anioni e soppressore cationico (CMMS 300, 4mm) per l'analisi dei cationi. La colonna Ion Pac AS23 con dimensioni 4x250 mm è stata utilizzata per l'analisi degli anioni mentre la colonna Ion Pac CS12A con dimensioni 4x250 mm è stata utilizzata per l'analisi dei cationi. Entrambe sono precedute da una pre-colonna. I dati forniti da questo sistema sono stati raccolti ed elaborati usando il software Chromeleon per sistemi LC. Le iniezioni sono state fatte usando un iniettore a valvole (Rheodyne) con un loop di 50 μL . Sono stati impiegati multi standard di anioni (Dionex), multi standard di cationi (Dionex), eluente concentrato AS23 (Dionex), eluente concentrato CS12A

(Dionex). L'eluente utilizzato è costituito dal 100% di sodio carbonato 4.5 mM, sodio bicarbonato 0.8 mM per l'analisi degli anioni e dal 100% di acido metansolfonico 20 mM per l'analisi dei cationi. Il flusso utilizzato è 1 mL/min e la colonna è a temperatura ambiente.

Analisi statistica

L'elaborazione statistica dei dati ottenuti in ciascuna prova è stata effettuata con ANOVA e la separazione delle medie è stata realizzata mediante il Test HSD di Tukey.

RISULTATI

In relazione agli aspetti produttivi (**Fig. 3**), non si sono osservate differenze significative tra la concimazione minerale e addizionata con compost nelle prove A e B. Tale risposta è invece risultata significativa nella prova realizzata con sola cappuccia (prova C) dove la tesi addizionata con compost ha fornito piante superiori dal punto di vista ponderale.

La percentuale di sostanza secca (**Fig. 4**) non si è differenziata nell'ambito di nessuna prova. Tuttavia, considerando la prova C, i valori si sono dimostrati apparentemente inferiori nelle piante provenienti dalla tesi M+C attestandosi poco al di sopra del 4%.

Il contenuto di inibitori dell'ossidazione (**Fig. 5**) non si è differenziato nella prova A relativa alla varietà gentilina con valori intorno a 3500 mg Fe²⁺E kg⁻¹ p.f.. La prova B, invece, è stata caratterizzata da una netta differenza tra la CAT di M e quella delle piante provenienti da M+C che si è dimostrata pari al 44.6%. La seconda prova relativa alla lattuga cappuccia (C) ha fornito i maggiori valori di CAT nelle piante derivate dalla tesi M+C (3740 mg Fe²⁺E kg⁻¹ p.f.) contro i 2384 mg Fe²⁺E kg⁻¹ p.f. di M. Risposte analoghe sono state registrate esprimendo i valori della CAT sul peso secco come riportato in **figura 6**.

Nella prova A (**Fig. 7**) il contenuto di fenoli totali (FT) non si è differenziato tra le tesi che hanno presentato valori prissimi a 400 mg GAE kg⁻¹ p.f.. Considerando la lattuga cappuccia (prova B), si è osservata una marcata differenza tra la tesi M e M+C pari al 41.8% a favore della concimazione minerale. Per quanto riguarda la prova C, invece, il maggiore contenuto di FT in M+C è stato solo apparente. Nell'ambito dei valori espressi su peso secco (**Fig. 8**) non si sono rilevate variazioni di rilievo rispetto a quanto riportato per il fresco.

Il quantitativo di AA rilevato (**Figg. 9 e 10**) non si è differenziato in nessuna prova e complessivamente è variato tra 500 e 600 mg kg⁻¹ p.f. e tra 10000 e 12000 mg kg⁻¹ p.s.

Nella prova A e B non si sono riscontrate differenze significative tra le tesi (**Fig. 11**), mentre nei confronti della sola cappuccia (prova C) le piante estirpate dalle parcelle fertilizzate anche con compost si sono statisticamente differenziate dal testimone (M), manifestando concentrazione maggiore di azoto organico.

Il contenuto di nitrati espresso su peso fresco (**Fig. 12**) e secco (**Fig. 13**) ha evidenziato interessanti risposte nell'ambito delle diverse prove. In A e B, infatti, le piante ricavate dalla tesi minerale hanno presentato valori più elevati di NO₃ nei confronti di M+C rispettivamente del 46.8% e 16.7%. Nella prova C, invece, le risposte si sono invertite, con M+C che ha fatto registrare le concentrazioni statisticamente più elevate e superiori a 1000 mg kg⁻¹ p.f.. Risposte analoghe sono state osservate esprimendo i valori su peso secco (Fig. x).

Nei confronti dei principali acidi fenolici, non sono stati rilevati l'acido gallico e l'acido ferulico, mentre, per quanto riguarda l'acido p-cumarico (**Fig. 14**), i valori sono variati tra 1.2 e 1.6 mg kg⁻¹ p.f. nella prova A e tra 1.0 e 1.1 mg kg⁻¹ p.f. nella prova C. Inoltre solo in C si sono riscontrate differenze significative tra le tesi con M superiore a M+C.

In relazione all'acido clorogenico, risulta evidente (**Fig. 15**) un maggiore accumulo nella tesi minerale in tutte le prove e pari a 13.4%, 25.9% e 36.1% rispettivamente per A, B e C. Tuttavia solo in C tale risposta è statisticamente significativa.

Il contenuto di acido caffeico (**Fig. 16**), invece, non si è differenziato in nessuna delle tre prove nonostante in alcuni casi (A e B) le risposte si siano invertite. Complessivamente i valori non hanno mai superato 1.6 mg kg⁻¹ p.f..

In relazione al quantitativo di anioni (**Tab. 1**) non si sono osservate complessivamente marcate variazioni tra le tesi, tuttavia nella prova A, è stato riscontrato un maggiore livello di bromuri in M. Sempre nella tesi minerale, nella prova C si sono riscontrati valori statisticamente inferiori di solfati rispetto a M+C, mentre tale risposta è risultata

opposta in relazione al malato e confermata anche nei valori espressi su peso fresco (Tab. 2).

Nei confronti dei cationi (Tabb. 3 e 4), invece, non si sono registrate in nessuna prova differenze significative. In ogni caso si è registrato un buon contenuto di potassio seguito da sodio, magnesio e calcio.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Alla luce dei risultati ottenuti è possibile trarre delle considerazioni in relazione agli aspetti qualitativi di lattuga coltivata in pieno campo basata su due diversi tipi di concimazione. Dalle prove condotte si è notato un elevato peso del cespo relativamente alla lattuga gentilina raccolta il 21/7 (Prova C) e trattata con compost, mentre, per le altre due prove, i risultati non si diversificano. Verosimilmente tale fenomeno è dovuto all'effetto prolungato dell'apporto di compost che, come tutti gli ammendanti, risulta visibile in parte solo nel lungo periodo e, conseguentemente, nel secondo ciclo di coltivazione.

Nel considerare la percentuale di sostanza secca, le piante appartenenti alle diverse tesi di concimazione, non si sono differenziate tra loro in modo significativo e in particolare si è riscontrata una diminuzione della percentuale di sostanza secca nella prova C e ciò è spiegabile considerando che nei mesi estivi il rapido accrescimento dei tessuti dovuto al favorevole regime termico, consente la formazione di tessuti meno coriacei.

L'attività antiossidativa in tesi B e C è legata in modo significativo alle tesi di concimazione sia su peso fresco che su secco. Conseguentemente la concimazione ha influito sulla CAT probabilmente per effetto più o meno intenso delle condizioni di stress nutrizionale a cui è andata incontro la pianta (Shao *et al.*, 2008) nel corso del ciclo colturale. Inoltre anche la varietà di lattuga ha determinato variazioni della CAT.

Anche nel caso di fenoli totali, la concimazione ha influito in modo significativo nella prova B. e, anche per questo aspetto qualitativo è possibile affermare che è influenzato dalle varietà. E' necessario inoltre considerare che i risultati relativi ai FT e CAT sono strettamente interconnessi tra loro poiché il metodo Frap è in grado di individuare tutti i composti con attività antiossidativa tra cui anche i FT.

Il contenuto di acido ascorbico (vitamina C) è stato medio-alto in tutte le tesi se si considerano altri ortaggi da foglia (INRAN, 2010).

La percentuale di azoto è variata in relazione al tipo di concimazione e i valori più elevati sono stati manifestati dalle piante coltivate con compost, ovvero dalle tesi che prevedono la possibilità di cedere azoto lentamente con l'avanzare del ciclo colturale.; la tesi M+C della prova C ha espresso la percentuale di azoto più marcata proprio per questo motivo.

Anche il livello di nitrati nelle piante afferenti alle diverse tesi è stato condizionato significativamente dalla modalità di concimazione applicata. Si è notato in primo luogo che i valori di nitrati maggiori sono stati quelli della prova B visti sia su peso fresco che secco. Il quantitativo di nitrati è stato superiore in M sia nella prova A che B mentre il comportamento è risultato opposto in C. Ciò è fondamentalmente da imputare all'effetto del compost in grado di rilasciare gli elementi nutritivi lentamente col passare del tempo. In ogni caso, nessuna tesi ha superato i più restrittivi limiti imposti dell'UE (2500 mg kg⁻¹ p.f.). Il comportamento dei nitrati è influenzato dalle variabili meteorologiche il cui effetto è così spiccato che anche nel corso della giornata possono verificarsi considerevoli fluttuazioni del contenuto di nitrati, tali da consigliare di effettuare la raccolta nelle ore pomeridiane (Minotti e Stankey, 1973). Anche l'applicazione di dosi elevate di concimi azotati, innalzando la disponibilità di nitrati nel terreno, influenza in modo rilevante l'accumulo di questi nella lattuga (Dellacecca e Patruno, 1990) e può determinare un peggioramento di altre caratteristiche qualitative ivi incluso il contenuto di alcune vitamine (C, E) che contribuiscono a ridurre gli effetti negativi dei nitrati sull'organismo (Graifenberg, 1993). Il contenuto di tali composti è influenzato anche da situazioni di alta luminosità e di bassa umidità relativa dell'aria che ne riducono l'accumulo in lattuga. Infine l'epoca di impianto e soprattutto l'epoca del momento di raccolta, in funzione dell'andamento meteorologico, può essere quindi

decisiva per l'ottenimento di prodotti a bassissimo tenore di nitrati da destinare a scopi particolari (Lacertosa *et al.*, 1997).

Per quanto riguarda gli anioni: prendendo in considerazione gli elementi inorganici analizzati, si nota che nessuno differenza in modo significativo rispetto alla tesi di concimazione impiegata e in base alla varietà.

Tra i principali elementi nutritivi il potassio non è risultato indipendente dalle tesi di concimazione in più risulta essere legato all'effetto della varietà. Questo probabilmente è imputabile alla maggiore attitudine della varietà Cappuccia ad assorbire ed assimilare questo elemento. Per quanto riguarda il calcio si nota una notevole differenza tra le tre diverse prove al variare della varietà e in base al periodo di raccolta. Dal punto di vista statistico non si evidenziano dati significativi. Mg con valori prossimi compresi tra 2700 e 2900 mg/kg di peso secco per tesi A e C e valori attorno al 4000 mg/kg di peso secco per tesi B dimostra che le differenze tra le piante alle diverse tesi di concimazione riguardano la varietà e non l'epoca di raccolta. Ciò si verifica anche su peso fresco. Na sia per secco che per fresco e per entrambe le tesi di concimazione (T e C) assume valori le cui differenze riguardano, non tanto la varietà, ma l'epoca di raccolta. Dai dati elaborati per l' NH_4 si può affermare che la Cappuccia sia per quanto riguarda il peso secco che il fresco, ha una maggior capacità di assorbire elementi minerali in un breve periodo di tempo rispetto alla Gentilina.

Complessivamente questa esperienza ha consentito di evidenziare le interessanti proprietà della lattuga concimata con modalità diverse e di valutare l'effetto dell'applicazione di compost. Quest'ultima matrice non ha influito negativamente sulla qualità finale del prodotto e conseguentemente può essere ritenuto una valida soluzione per incrementare la sostanza organica nel terreno a allo stesso tempo fornire elementi nutritivi nel tempo alla coltura.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV 2009. Compost una fonte di nuova fertilità, Veneto Agricoltura, Legnaro.

Benzie I.F.F., Strain J.J. 1996. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "Antioxidant Power": The FRAP assay. *Anal. Biochem.*, 239:70-76.

Cataldo D.A., Haroon M., Schrader L.E., Youngs V.L. 1975. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Commun. Soil Sci. Plant. Anal.*, 6:71-80.

Dellacecca V., Patruno A. 1990. Effetti di dosi crescenti di azoto sulla produzione e sul contenuto in nitrati della lattuga a cappuccio (*Lactuca sativa* var. *capitata* L.). *Riv. di Agron.*, 24(2/3): 167-173.

Graifenberg A., Barsanti L., Botrini L., Temperini O. 1993. La problematica dei nitrati. *L'Informatore Agrario*, 6:43-48.

Kang H.M., Saltveit M.E. 2002. Antioxidant capacity of lettuce leaf tissue increases after wounding. *J. Agric. Food. Chem.*, 50:7536-7541.

Ke D., Saltveit M.E. 1989. Wound-induced ethylene production, phenolic metabolism and susceptibility to russet spotting in Iceberg lettuce. *Physiol. Plant.*, 76:412-418.

Lacertosa G., Montemurro F., Capotorti G., Palazzo D. 1997. Influenza dei fattori ambientali e della disponibilità di azoto sulla concentrazione di nitrati nella lattuga (*Lactuca sativa* L.). *Riv. di Agron.*, 31(1):72-77.

Minotti P.L., Stankey D.L. 1973. Diurnal variation in the nitrate concentration of Beets. *HortScience*, 8(1): 33-34.

Pimpini F., Giannini M., Lazzarin R. 2005. Ortaggi da foglia da taglio, Veneto Agricoltura, Legnaro.

Shao H., Chu L., Shao M., Cheruth A.J., Mi H. 2008. Higher plant antioxidants and redox signaling under environmental stresses. *C. R. Biologies*, 331:433-441.

Singleton V.L., Rossi I.A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Viticult.*, 16:144-158.

www.inran.it/servizi_cittadino/per_saperne_di_piu/tabelle_composizione_alimenti

www.istat.it

TABELLE E FIGURE