

Oli e Grassi

COLLANA EDAGRICOLE UNIVERSITÀ & FORMAZIONE

Agricoltura sostenibile [a cura di Michele Pisante]
Microbiologia enologica [a cura di Giovanna Suzzi e Rosanna Tofalo]
Igiene degli alimenti [a cura di Maria Schirone e Pierina Visciano]
L'acqua in agricoltura [a cura di Marcello Mastrorilli]
Difesa sostenibile in agricoltura [a cura di Paola Battilani]
Fertilizzazione sostenibile [a cura di Carlo Grignani]
Agricoltura di precisione [a cura di Raffaele Casa]
Malattie delle piante ornamentali
[Angelo Garibaldi, Domenico Bertetti, Stefano Rapetti, M. Lodovica Gullino]
Biotecnologie Sostenibili
[a cura di Massimo Galbiati, Alessandra Gentile, Stefano La Malfa, Chiara Tonelli]
Oli e grassi [a cura di Giuliano Mosca]
Politica agraria e di sviluppo rurale [a cura di Angelo Frascarelli]

DIRETTORE SCIENTIFICO

Michele Pisante

COMITATO SCIENTIFICO

Marco Acutis, Paolo Balsari, Paola Battilani, Marco Bindi, Raffaele Casa, Luisella Celi, Giancarlo Colelli, Guido D'Urso, Stefania De Pascale, Antonio Ferrante, Angelo Frascarelli, Dario Frisio, Massimo Galbiati, Alessandra Gentile, Carlo Grignani, Maria Lodovica Gullino, Paolo Inglese, Stefano La Malfa, Rosalba Lanciotti, Albino Maggio, Marcello Mastrorilli, Giuliano Mosca, Erasmo Neviani, Michele Perniola, Fabio Stagnari, Giovanna Suzzi, Rosanna Tofalo, Chiara Tonelli, Sandra Torriani, Giovanni Vannacci

Oli e grassi

Fonti oleaginose per gli utilizzi food e non food

a cura di
Giuliano Mosca

1ª edizione: febbraio 2019



© Copyright 2019 by «Edagricole – Edizioni Agricole di New Business Media srl»
via Eritrea 21 – 20157 Milano
Redazione: Piazza G. Galilei, 6 – 40123 Bologna

Vendite: tel. 051/6575833; fax 051/6575999
email: libri.edagricole@newbusinessmedia.it – www.edagricole.it

5564

Proprietà letteraria riservata – printed in Italy

La riproduzione con qualsiasi processo di duplicazione delle pubblicazioni tutelate dal diritto d'autore è vietata e penalmente perseguibile (art. II della legge 22 aprile 1941, n. 633). Quest'opera è protetta ai sensi della legge sul diritto d'autore e delle Convenzioni internazionali per la protezione del diritto d'autore (Convenzione di Berna, Convenzione di Ginevra). Nessuna parte di questa pubblicazione può quindi essere riprodotta, memorizzata o trasmessa con qualsiasi mezzo e in qualsiasi forma (fotomeccanica, fotocopia, elettronica, ecc.) senza l'autorizzazione scritta dell'editore. In ogni caso di riproduzione abusiva si procederà d'ufficio a norma di legge.

Realizzazione grafica: Emmegi Group, via F. Confalonieri, 36 – 20124 Milano
Impianti e stampa: Rotolito S.p.A. via Sondrio, 3 – 20096 Seggiano di Pioltello (MI)
Finito di stampare nel febbraio 2019

ISBN 978-88-506-5564-9

Prefazione

Le materie prime rappresentano il fattore della produzione biologica conosciuto e studiato ormai da molto tempo. Un approfondimento della loro conoscenza è possibile considerando la composizione immediata del vivente, visto come rapporto quantitativo fra costituenti caratterizzati da analogia di struttura e comportamento chimico-fisico. Tra i costituenti immediati, oltre all'acqua, ai carboidrati, alle proteine e ai sali minerali, vi sono anche i lipidi. È il gruppo di composti più eterogeneo sotto il profilo chimico-fisico, sono solubili in solventi organici e insolubili in acqua. I lipidi hanno la funzione biologica di riserva energetica e di veicolo di ormoni e vitamine, ma la loro funzione più importante resta tuttavia quella di natura strutturale. La cellula e le membrane, infatti, senza i lipidi non esisterebbero sotto forma differenziata, bensì indifferenziata. Tutto ciò è già stato molto chiaramente illustrato (v. G. Ferrari in *Fabbrica metabolica. I fondamenti chimici della produzione agraria*, Edagricole, 1981). Il gruppo dei lipidi include oli e grassi, fosfolipidi, glicolipidi ed esteri. Il binomio coltura-fabbrica è oggi più che mai imprescindibile per poter parlare di sostenibilità. Il processo produttivo in una fabbrica è sostenuto da materie prime, energia, tecnologia e organizzazione. Il ruolo di ciascuno di questi fattori è ben evidente e stabilire il peso relativo di ciascun fattore in relazione all'efficienza produttiva di questa particolare "bio-fabbrica" appare dunque molto interessante.

Non tutti conoscono l'origine dei lipidi che quotidianamente utilizziamo sotto varie forme e che provengono da varie fonti. Di fatto ogni giorno gli oli e i grassi compaiono sulla nostra tavola, nel nostro bagno e sul tavolino da toilette, ma anche nella cassetta degli attrezzi e, a nostra insaputa, nei campi industriali più vari come le bioenergie, la lubrificazione industriale, la detergenza, la stampa, i fitorimedi.

I testi che si occupano di questi temi sono in genere molto specialistici: questi si dedicano per esempio all'approfondimento di particolari argomenti come l'oleochimica, la detergenza e la lubrificazione, ma non esistono volumi di riferimento generale che prendano in considerazione il settore dalle origini alle destinazioni di prodotto, *food* e *non food*, secondo una logica di filiera. È doveroso ricordare che è stato un agronomo americano, un certo Hageman (1967), ad introdurre l'analogia pianta-fabbrica da cui mano a mano è derivato il concetto di filiera.

Oli e grassi vuole distinguersi appunto sotto quest'aspetto, prendendo in considerazione una serie di fonti vegetali erbacee e arboree, fino alle micro-alghe, accanto a quelle di origine animale, pesci ed insetti compresi, concentrandosi in particolare su settori e fonti poco noti.

A questo proposito è doveroso sottolineare come già a partire dalla seconda metà degli anni '70, tra i progetti di ricerca finanziati dal Ministero dell'Agricoltura, dalla CEE e dall'UE, alcuni abbiano riguardato lo studio dell'adattamento agronomico-ambientale di alcune specie erbacee oleaginose e oleoproteaginose già ritenute dalla ricerca potenzialmente idonee per una eventuale produzione sia *food* che *no food*. Gran parte dei progressi ottenuti in Italia nel campo delle specie da olio è dunque da attribuire in larga parte ai risultati dell'innovazione raggiunti dalla ricerca pubblica.

Le specie vegetali vengono trattate mantenendo un equilibrato connubio tra la più classica parte agronomica, l'evoluzione varietale, quale risultato dell'attività di breeding convenzionale e biotecnologico, la produzione e qualità dell'olio e gli usi finali, industriali o meno. Per la parte animale invece vengono discussi da un lato il contributo che possono fornire gli insetti alla produzione di lipidi e dall'altro i grassi inutilizzati di carcasse grasse (industria del rendering).

Inoltre, sono stati aggiunti tre paragrafi specifici a cura di altrettanti distinti gruppi di ricerca. Il primo di questi, formato da un team internazionale di genetisti e biotecnologi, si è dedicato all'evoluzione delle princi-

Prefazione

pali linee guida per l'ottenimento di nuove e più performanti varietà e ibridi. Il secondo e il terzo, formati da esperti ricercatori che si sono concentrati sulla farmacopea e la medicina del metabolismo.

Si avvertono i lettori che il Curatore e gli Autori hanno convenuto con l'Editore di escludere l'olivo per la sua specificità e rilevanza particolare, rinviando alla specifica letteratura di settore, che appare molto ricca e variegata.

Il libro non è destinato soltanto alla classe studentesca di livello universitario, ma è anche riservato ad un curioso lettore più professionale, riportando molti dettagli chimici, fisici, industriali e agro-ambientali.

Giuliano Mosca

Hanno collaborato

Stefano Amaducci

Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

Luciana G. Angelini

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa

Maria Pia Argentieri

Dipartimento di Farmacia-Scienze del Farmaco, Università degli Studi di Bari Aldo Moro

Manuela Bagatta

CREA-CIN, Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Bologna

Marco Baldanzi

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa

Antonella Baldi

Dipartimento Scienze Veterinarie per la Salute, la Produzione Animale e la Sicurezza Alimentare, Università degli Studi di Milano

Mario Baldini

Dipartimento di Scienze Agrarie e Ambientali, Università degli Studi di Udine

Maria Gabriella Barbagallo

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo

Giuseppe Barion

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente, Università degli Studi di Padova

Federica Bellagamba

Dipartimento Scienze Veterinarie per la Salute, la Produzione Animale e la Sicurezza Alimentare, Università degli Studi di Milano

Alberto Bertuccio

Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università degli Studi di Padova

Paolo Bondioli

Innovhub - Stazioni Sperimentali per l'Industria, Area Stazione Sperimentale per le Industrie degli Oli e Grassi, Milano

Valentino Bontempo

Dipartimento Scienze Veterinarie per la Salute, la Produzione Animale e la Sicurezza Alimentare, Università degli Studi di Milano

Alessandro Calamai

Dipartimento di Scienze Agroalimentari e Ambientali, Università degli Studi di Firenze

Hanno collaborato

Davide Calzolari

Dipartimento di Scienze delle Produzioni Vegetali Sostenibili, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

Alessandra Carrubba

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo

Nerio Casadei

Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Bologna (CREA-CIN)

Donata Cattaneo

Dipartimento Scienze Veterinarie per la Salute, la Produzione Animale e la Sicurezza Alimentare, Università degli Studi di Milano

Benedetto Cestaro

Dipartimento di Scienze Biomediche e Cliniche “L. Sacco”, Università degli Studi di Milano

Susanna Cinti

CREA-CIN, Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Bologna

Ilaria Cocchi

Dipartimento di Scienze Biomediche e Cliniche “L. Sacco”, Università degli Studi di Milano

Lanfranco Conte

Dipartimento di Scienze Agro-Alimentari, Ambientali e Animali, Università degli Studi di Udine

Venera Copani

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente – Di3A, Università degli Studi di Catania

Onofrio Corona

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo

Salvatore Cosentino

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente – Di3A, Università degli Studi di Catania

Sandra Cvejić

Industrial Crops Department, Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia

Giuseppe De Mastro

Dipartimento di Scienze agro-ambientali e territoriali, Università degli Studi di Bari Aldo Moro

Ida Di Mola

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli “Federico II”

Valentina Fabiano

Dipartimento di Scienze Biomediche e Cliniche “L. Sacco”, Università degli Studi di Milano

Massimo Fagnano

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli “Federico II”

Claudio Ferfuia

Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali, Università degli Studi di Udine

Lara Foschi

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa

Gianpaolo Grassi

CREA-CIN, Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Rovigo

Siniša Jocić

Industrial Crops Department, Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia

Salvatore La Bella

Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi di Palermo

Luca Lazzeri

CREA-CIN, Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Bologna

Claudio Leto

Dipartimento di Scienze Agrarie e Forestali, Università degli Studi di Palermo

Lorena Malaguti

CREA-CIN, Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Bologna

Ana Marjanović-Jeromela

Industrial Crops Department, Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia

Roberto Matteo

CREA-CIN, Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Bologna

Fabiano Miceli

Dipartimento di Scienze Agro-Alimentari, Ambientali e Animali, Università degli Studi di Udine

Dragana Miladinović

Industrial Crops Department, Institute of Field and Vegetable Crops, Novi Sad, Serbia

Giancarlo Mimiola

CIHEAM- Istituto Agronomico Mediterraneo, Bari

Vittorio Maria Moretti

Dipartimento Scienze Veterinarie per la Salute, la Produzione Animale e la Sicurezza Alimentare, Università degli Studi di Milano

Mauro Mori

Dipartimento di Agraria, Università degli Studi di Napoli "Federico II"

Giuliano Mosca

Accademia dei Georgofili sezione Nord-Est, Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente, Università degli Studi di Padova

Eleonora Pagnotta

CREA-CIN, Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Bologna

Enrico Palchetti

Dipartimento di Scienze Agroalimentari e Ambientali, Università degli Studi di Firenze

Anna Panozzo

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente, Università degli Studi di Padova

Salvatore Antonino Raccuia

ISAFOM Istituto per i sistemi Agricoli e Forestali del Mediterraneo, Consiglio Nazionale delle Ricerche

Elisabetta Rossi

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università degli Studi di Pisa

Claudia Ruta

Dipartimento di Scienze agro-ambientali e territoriali, Università degli Studi di Bari Aldo Moro

Mauro Sarno

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Forestali, Università degli Studi di Palermo

Giovanni Savoini

Dipartimento Scienze Veterinarie per la Salute, la Produzione Animale e la Sicurezza Alimentare, Università degli Studi di Milano

Danilo Scordia

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente – Di3A, Università degli Studi di Catania

Eleonora Sforza

Centro Studi Levi Cases, Università degli Studi di Padova

Orazio Sortino

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente – Di3A, Università degli Studi di Catania

Hanno collaborato

Silvia Tavarini

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, Università di Pisa

Luigi Tedone

Dipartimento di Scienze agro-ambientali e territoriali, Università degli Studi di Bari Aldo Moro

Giorgio Testa

Dipartimento di Agricoltura, Alimentazione e Ambiente – Di3A, Università degli Studi di Catania

Luisa Ugolini

CREA-CIN, Centro di Ricerca Cerealicoltura e Colture Industriali, Bologna

Elena Valenzi

Dipartimento di Scienze Agroalimentari e Ambientali, Università degli Studi di Firenze

Teofilo Vamerli

Dipartimento di Agronomia, Animali, Alimenti, Risorse naturali e Ambiente, Università degli Studi di Padova

Luigi Vannini

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum, Università di Bologna

Mauro Vasconi

Dipartimento Scienze Veterinarie per la Salute, la Produzione Animale e la Sicurezza Alimentare, Università degli Studi di Milano

Vincenzo Vecchio

Dipartimento di Scienze Agroalimentari e Ambientali, Università degli Studi di Firenze

Leonardo Verdini

Dipartimento di Scienze agro-ambientali e territoriali, Università degli Studi di Bari Aldo Moro

Johann Vollmann

Department of Crop Sciences, University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU), Vienna, Austria

Federica Zanetti

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Alimentari, Alma Mater Studiorum Università di Bologna

Claudia Gabriela Zubieta

Dipartimento di Scienze Agroalimentari e Ambientali, Università degli Studi di Firenze

Gian Vincenzo Zuccotti

Dipartimento di Scienze Biomediche e Cliniche “L. Sacco”, Università degli Studi di Milano

Indice generale

Prefazione	Pag.	V
Hanno collaborato	"	VII
1. Il mercato degli oli e dei grassi rinnovabili. Un esame di sintesi e di prospettiva (L. Vannini)	"	1
1.1 Una sintesi d'insieme.....	"	1
1.2 Oli e grassi di origine vegetale	"	1
1.3 Il quadro dell'Unione Europea	"	4
1.4 Il mercato italiano.....	"	5
1.5 Considerazioni di sintesi e di prospettiva.....	"	6
Bibliografia	"	7
2. Specie erbacee a prevalente semina autunnale	"	9
2.1 Colza (<i>Brassica napus</i> L. var. <i>oleifera</i>) (G. Mosca, G. De Mastro, C. Leto, F. Zanetti, T. Vamerali)	"	9
2.1.1 Origine e diffusione.....	"	9
2.1.2 Morfologia e fenologia.....	"	10
2.1.3 Varietà e miglioramento genetico	"	11
2.1.3.1 Qualità dell'olio	"	11
2.1.3.2 I risultati del <i>breeding</i> quantitativo	"	12
2.1.3.3 Gli ibridi	"	12
2.1.4 Tecnica agronomica.....	"	13
2.1.4.1 Avvicendamento culturale.....	"	13
2.1.4.2 Lavorazioni del terreno.....	"	13
2.1.4.3 Epoca e densità di semina	"	13
2.1.4.4 Concimazione.....	"	13
2.1.4.5 Possibile sostituzione di input agronomici con servizi ecosistemici	"	14
2.1.4.6 Controllo della flora infestante e delle avversità biotiche	"	15
2.1.5 Raccolta e resa di prodotto	"	16
2.2 Lupino (<i>Lupinus</i> spp.) (M. Fagnano, M. Mori, I. Di Mola).....	"	16
2.2.1 Origine e diffusione	"	16
2.2.2 Morfologia e fenologia	"	17
2.2.3 Varietà e miglioramento genetico	"	17
2.2.4 Tecnica agronomica.....	"	18
2.2.5 Raccolta, conservazione e resa di prodotto	"	18
2.2.6 Produzione e qualità dell'olio estraibile	"	19
2.2.7 Utilizzazione dell'olio e dei coprodotti/sottoprodotti di filiera	"	19
2.3 Rafano (<i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>oleiformis</i> Pers.) (G. De Mastro, L. Tedone)	"	19
2.3.1 Origine e diffusione.....	"	19
2.3.2 Morfologia e fenologia.....	"	20
2.3.3 Varietà e miglioramento genetico.....	"	20
2.3.4 Esigenze e adattamento ambientale.....	"	20
2.3.5 Tecnica agronomica.....	"	20

Indice generale

	Pag.
2.3.5.1 Avvicendamento	20
2.3.5.2 Lavorazioni del terreno, epoca di semina e dosi di seme	21
2.3.5.3 Concimazione.....	21
2.3.5.4 Controllo della flora infestante e delle avversità biotiche.....	21
2.3.5.5 Raccolta e resa di prodotto.....	22
2.3.6 Caratteristiche del prodotto e qualità dell'olio	22
2.4 Rucola (<i>Eruca sativa</i> , Mill) (E. Pagnotta, L. Malaguti, L. Ugolini, S. Cinti, N. Casadei, R. Matteo, L. Lazzeri)	23
2.4.1 Origine e diffusione.....	23
2.4.2 Morfologia e fenologia.....	23
2.4.3 Miglioramento genetico e varietà.....	24
2.4.4 Tecnica agronomica	24
2.4.4.1 Avvicendamento culturale.....	24
2.4.4.2 Lavorazioni del terreno.....	25
2.4.4.3 Epoca di semina e dosi di seme	25
2.4.4.4 Concimazione minerale.....	25
2.4.4.5 Controllo della flora infestante e delle avversità biotiche	25
2.4.4.6 Raccolta, conservazione e resa di prodotto	26
2.4.5 Produzione e qualità dell'olio estraibile	26
2.4.6 Utilizzazione dell'olio e dei coprodotti di filiera	26
2.5 Senape bianca (<i>Sinapis alba</i> L.) (F. Zanetti, G. Mosca)	28
2.5.1 Origine e diffusione.....	28
2.5.2 Morfologia e fenologia.....	28
2.5.3 Tecnica agronomica.....	28
2.5.4 Produzioni di seme e qualità dell'olio	29
2.5.5 Usi.....	29
2.6 Senape indiana - <i>Brassica juncea</i> (L. Czner) (M. Bagatta, L. Malaguti, E. Pagnotta, L. Ugolini, R. Matteo, S. Cinti, L. Lazzeri)	29
2.6.1 Origine e diffusione	29
2.6.2 Morfologia e fenologia.....	29
2.6.3 Miglioramento genetico e varietà.....	30
2.6.4 Tecnica agronomica.....	32
2.6.4.1 Avvicendamento culturale.....	32
2.6.4.2 Lavorazioni del terreno	32
2.6.4.3 Epoca di semina e dosi di seme	32
2.6.4.4 Concimazione minerale	33
2.6.4.5 Controllo della flora infestante e delle avversità biotiche.....	33
2.6.4.6 Raccolta, conservazione e resa di prodotto	33
2.6.5 Produzione e qualità dell'olio estraibile	34
2.6.6 Utilizzazione dell'olio e dei co-prodotti di filiera.....	35
2.7 Senape nera (<i>Brassica nigra</i> (L.) W.D.J. Koch) (L. Ugolini, R. Matteo, L. Malaguti, S. Cinti, E. Pagnotta, N. Casadei, L. Lazzeri)	36
2.7.1 Origine e diffusione	36
2.7.2 Morfologia e fenologia.....	36
2.7.2.1 Miglioramento genetico e varietà.....	36
2.7.3 Tecnica agronomica.....	36
2.7.3.1 Avvicendamento culturale.....	36
2.7.3.2 Lavorazioni del terreno.....	36
2.7.3.3 Epoca di semina e dosi di seme	36
2.7.3.4 Concimazione.....	37
2.7.3.5 Controllo della flora infestante e delle avversità biotiche.....	37
2.7.3.6 Raccolta, conservazione e resa di prodotto	37
2.7.4 Produzione e qualità dell'olio estraibile	38
2.7.5 Utilizzazione dell'olio e dei coprodotti/sottoprodotti di filiera.....	38
Bibliografia	40

	Pag.	
3. Specie erbacee a prevalente semina primaverile	47	
3.1. Arachide (<i>Arachis hypogaea</i> L.) (A. Calamai, E. Palchetti, V. Vecchio)	47	"
3.1.1 Origine e diffusione.....	47	"
3.1.2 Morfologia e fenologia.....	47	"
3.1.3 Esigenze e adattamento ambientale.....	49	"
3.1.4 Varietà e miglioramento genetico.....	50	"
3.1.5 Tecnica agronomica.....	50	"
3.1.5.1 Avvicendamento	50	"
3.1.5.2 Lavorazioni del terreno, epoca e dose di semina	51	"
3.1.5.3 Concimazione e irrigazione	51	"
3.1.5.4 Controllo delle infestanti e avversità.....	52	"
3.1.6 Raccolta, resa del prodotto e stoccaggio	53	"
3.1.7 Caratteristiche del prodotto e qualità dell'olio	53	"
3.2. Canapa (<i>Cannabis sativa</i> L.) (S. Amaducci, D. Calzolari, G. Grassi, L.G. Angelini).....	55	"
3.2.1 Origine e diffusione	55	"
3.2.2 Morfologia e fenologia.....	56	"
3.2.3 Varietà e miglioramento genetico.....	57	"
3.2.4 Tecnica agronomica.....	58	"
3.2.4.1 Posto nell'avvicendamento	58	"
3.2.4.2 Preparazione del terreno.....	58	"
3.2.4.3 Semina.....	58	"
3.2.4.4 Concimazione.....	59	"
3.2.4.5 Controllo della flora infestante.....	60	"
3.2.4.6 Irrigazione.....	60	"
3.2.5 Avversità.....	60	"
3.2.6 Raccolta, conservazione e resa di prodotto	61	"
3.2.7 Produzione e qualità dell'olio estraibile	61	"
3.2.8 Utilizzazione dell'olio e dei coprodotti/sottoprodotti di filiera.....	61	"
3.2.9 Prospettive future	62	"
3.3. Cardo (<i>Cynara cardunculus</i> L.) (S.A. Raccuia, G. De Mastro).....	63	"
3.3.1 Origine, diffusione e importanza economica	63	"
3.3.2 Inquadramento botanico.....	63	"
3.3.3 Morfologia e biologia.....	63	"
3.3.4 Varietà e miglioramento genetico	64	"
3.3.5 Esigenze e adattamento ambientale.....	64	"
3.3.6 Tecnica agronomica	64	"
3.3.6.1 Avvicendamento	64	"
3.3.6.2 Lavorazioni del terreno, epoca e densità di semina	64	"
3.3.6.3 Concimazione	65	"
3.3.6.4 Controllo della flora infestante e delle avversità biotiche.....	65	"
3.3.7 Avversità e parassiti.....	65	"
3.3.8 Raccolta e resa in prodotto	66	"
3.3.9 Caratteristiche del prodotto, qualità dell'olio e utilizzazioni	66	"
3.4. Cardo mariano (S.A. Raccuia, G. De Mastro)	68	"
3.4.1 Tecnica colturale.....	69	"
3.4.2 Raccolta, resa e impieghi	69	"
3.5. Cartamo (<i>Carthamus tinctorius</i> L.) (L.G. Angelini, S. Tavarini, L. Malaguti, S. Cinti, S. La Bella).....	69	"
3.5.1 Origine e diffusione	69	"
3.5.2 Morfologia e fenologia.....	70	"
3.5.3 Varietà e miglioramento genetico	71	"
3.5.4 Tecnica agronomica	72	"
3.5.4.1 Avvicendamento colturale.....	72	"
3.5.4.2 Lavorazioni del terreno.....	72	"
3.5.4.3 Epoca di semina e dose di seme	72	"

Indice generale

	Pag.
3.5.4.4 Fabbisogni nutrizionali e gestione della concimazione minerale	73
3.5.4.5 Controllo della flora infestante e delle avversità biotiche	73
3.5.5 Principali limiti ecofisiologici che possono ostacolare la produzione di olio	74
3.5.6 Raccolta, conservazione e resa di prodotto	74
3.5.7 Produzione e qualità dell'olio estraibile	74
3.5.8 Utilizzazione dell'olio e dei coprodotti/sottoprodotti di filiera.....	75
3.6 Cotone (<i>Gossypium</i> spp.) (G. De Mastro, C. Leto).....	76
3.6.1 Origine e diffusione.....	76
3.6.2 Morfologia e fenologia.....	76
3.6.3 Varietà e miglioramento genetico.....	77
3.6.4 Esigenze e adattamento ambientale.....	78
3.6.5 Tecnica agronomica.....	78
3.6.5.1 Avvicendamento	78
3.6.5.2 Lavorazioni del terreno, epoca di semina e dose di seme	78
3.6.5.3 Concimazione.....	78
3.6.5.4 Controllo della flora infestante e delle avversità biotiche	79
3.6.5.5 Irrigazione.....	79
3.6.6 Uso di regolatori di crescita e defoglianti	79
3.6.7 Raccolta e resa di prodotto	79
3.6.8 Caratteristiche e qualità del prodotto	80
3.6.9 Usi e applicazioni.....	80
3.7 Crambe - <i>Crambe abyssinica</i> (Hochst. ex R.E.Fr.) (R. Matteo, E. Pagnotta, L. Ugolini, S. Cinti, L. Malaguti, L. Lazzeri)	81
3.7.1 Origine e diffusione.....	81
3.7.2 Caratteri botanici e fenologia.....	81
3.7.3 Miglioramento genetico e varietà	82
3.7.4 Tecnica agronomica	82
3.7.4.1 Avvicendamento culturale.....	82
3.7.4.2 Lavorazioni del terreno.....	82
3.7.4.3 Epoca di semina e dose di seme	83
3.7.4.4 Concimazione minerale.....	83
3.7.4.5 Controllo della flora infestante e delle avversità biotiche	83
3.7.5 Raccolta, conservazione e resa di prodotto	83
3.7.6 Produzione e qualità dell'olio estraibile	84
3.7.7 Utilizzazione dell'olio e dei co-prodotti di filiera	84
3.8 Girasole (<i>Helianthus annuus</i> L.) (G. De Mastro, M. Baldini, C. Ferfua, L. Verdini)	85
3.8.1 Origine e diffusione	85
3.8.2 Morfologia e fenologia	86
3.8.3 Varietà e miglioramento genetico	86
3.8.3.1 La maschiosterilità nella produzione degli ibridi.....	87
3.8.3.2 Contenuto in olio e composizione acidica	87
3.8.3.3 Resistenza ad erbicidi della famiglia delle Sulfoniluree e degli Imidazolinoni (Clearfield)	88
3.8.4 Esigenze e adattamento ambientale.....	88
3.8.5 Tecnica agronomica	89
3.8.5.1 Avvicendamento	89
3.8.5.2 Lavorazioni del terreno, epoca di semina e dose di seme.....	89
3.8.5.3 Concimazione.....	90
3.8.5.4 Controllo della flora infestante e delle avversità biotiche.....	90
3.8.5.5 Irrigazione.....	91
3.8.6 Raccolta, conservazione e resa di prodotto	91
3.8.7 Produzione e qualità dell'olio estraibile	91
3.8.8 Utilizzazione dell'olio e dei coprodotti/sottoprodotti di filiera.....	93
3.9 Lino (<i>Linum usitatissimum</i> L.) (L.G. Angelini, S. Tavarini, M. Bagatta, L. Foschi, N. Casadei, L. Lazzeri)	95

	Pag.	
3.9.1 Origine e diffusione	95	Pag.
3.9.2 Morfologia, biologia e fenologia.....	95	"
3.9.3 Varietà e miglioramento genetico - Evoluzione delle varietà.....	96	"
3.9.4 Tecnica agronomica.....	97	"
3.9.4.1 Avvicendamento culturale.....	97	"
3.9.4.2 Lavorazioni del terreno.....	97	"
3.9.4.3 Epoca di semina e dose di seme	97	"
3.9.4.4 Fabbisogni nutrizionali e concimazione minerale	98	"
3.9.4.5 Controllo della flora infestante e delle avversità biotiche.....	98	"
3.9.5 Principali limiti ecofisiologici che possono ostacolare la produzione di olio	99	"
3.9.6 Raccolta, conservazione e resa di prodotto	99	"
3.9.7 Produzione e qualità dell'olio estraibile	99	"
3.9.8 Utilizzazione dell'olio e dei coprodotti/sottoprodotti di filiera.....	99	"
3.10 Ricino (<i>Ricinus communis</i> L.) (M. Baldanzi)	100	"
3.10.1 Origine e diffusione.....	100	"
3.10.2 Morfologia e fenologia.....	101	"
3.10.3 Varietà e miglioramento genetico	101	"
3.10.4 Tecnica agronomica.....	101	"
3.10.5 Raccolta, conservazione e resa di prodotto	102	"
3.10.6 Produzione, qualità e utilizzazione dell'olio	102	"
3.10.7 Qualità dei coprodotti.....	103	"
3.11 Senape etiope - <i>Brassica carinata</i> (Brown.) (R. Matteo, G. De Mastro, L. Ugolini, E. Pagnotta, L. Malaguti, S. Cinti, N. Casadei, L. Lazzeri)	105	"
3.11.1 Origine e diffusione.....	105	"
3.11.2 Caratteri botanici e fenologia.....	105	"
3.11.3 Esigenze e adattamento ambientale	105	"
3.11.4 Varietà e miglioramento genetico	106	"
3.11.5 Tecnica agronomica.....	107	"
3.11.5.1 Avvicendamento culturale.....	107	"
3.11.5.2 Lavorazione del terreno.....	107	"
3.11.5.3 Epoca di semina	107	"
3.11.5.4 Concimazione	107	"
3.11.5.5 Controllo delle malerbe e difesa.....	107	"
3.11.6 Raccolta, conservazione e resa qualitativa/quantitativa di prodotto.....	108	"
3.11.7 Produzione e qualità dell'olio estraibile	108	"
3.11.8 Utilizzazione dell'olio e dei coprodotti/sottoprodotti di filiera.....	108	"
3.12 Sesamo (<i>Sesamum indicum</i> L.) (V. Copani, S. Cosentino, G. Testa, O. Sortino, D. Scordia)	109	"
3.12.1 Origine e diffusione.....	109	"
3.12.2 Morfologia e fenologia.....	112	"
3.12.2.1 Morfologia.....	112	"
3.12.2.2 Fenologia	113	"
3.12.3 Varietà e miglioramento genetico	113	"
3.12.4 Esigenze e tecnica agronomica	113	"
3.12.4.1 Tecnica agronomica	115	"
3.12.4.2 Avversità e controllo delle infestanti	116	"
3.12.5 Raccolta, conservazione e resa di prodotto	116	"
3.12.6 Produzione e qualità dell'olio estraibile	117	"
3.12.7 Utilizzazioni dell'olio e dei coprodotti/sottoprodotti di filiera.....	121	"
3.12.7.1 Utilizzazioni industriali, nutraceutiche e farmaceutiche	122	"
3.13 Soia (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.) (G. Mosca, T. Vamerli, G. Barion)	122	"
3.13.1 Origine e diffusione.....	122	"
3.13.2 Morfologia e fenologia.....	122	"
3.13.3 Miglioramento genetico e varietà	124	"
3.13.4 Tecnica agronomica	125	"
3.13.4.1 Avvicendamento culturale.....	125	"

Indice generale

3.13.4.2 Preparazione del terreno	Pag.	125
3.13.4.3 Semina.....	"	125
3.13.4.4 La nodulazione è necessaria per rese elevate	"	125
3.13.4.5 Concimazione.....	"	127
3.13.4.6 Irrigazione	"	127
3.13.4.7 Controllo delle infestanti.....	"	127
3.13.5 Raccolta e rese di prodotto.....	"	128
3.13.5.1 Produrre soia in modo redditizio.....	"	128
3.13.6 Usi tradizionali e nuove utilizzazioni	"	129
Bibliografia	"	130
4. Oleaginose erbacee "minori"	"	143
4.1 <i>Camelina - Camelina sativa</i> (L. Crantz.) (E. Pagnotta, S. Tavarini, L. Ugolini, L.G. Angelini, R. Matteo, L. Lazzeri)	"	143
4.1.1 Origine e diffusione.....	"	143
4.1.2 Caratteri botanici, biologia e fenologia	"	144
4.1.2.1 Varietà e miglioramento genetico	"	144
4.1.3 Tecnica agronomica.....	"	145
4.1.3.1 Avvicendamento colturale	"	145
4.1.3.2 Lavorazioni del terreno.....	"	145
4.1.3.3 Epoca di semina e dose di seme	"	145
4.1.3.4 Concimazione minerale.....	"	145
4.1.3.5 Controllo della flora infestante e delle avversità biotiche	"	145
4.1.4 Raccolta, conservazione e resa di prodotto	"	146
4.1.5 Produzione e qualità dell'olio estraibile.....	"	147
4.1.6 Utilizzazione dell'olio e dei coprodotti/sottoprodotti di filiera	"	147
4.2 <i>Coriandolo (Coriandrum sativum</i> L.) (A. Carrubba, G. De Mastro)	"	148
4.2.1 Origine e diffusione	"	148
4.2.2 Morfologia e fenologia.....	"	149
4.2.3 Varietà e miglioramento genetico.....	"	149
4.2.4 Esigenze e adattamento ambientale	"	150
4.2.5 Tecnica agronomica.....	"	150
4.2.5.1 Avvicendamento	"	150
4.2.5.2 Lavorazioni del terreno, epoca di semina e dose di seme.....	"	150
4.2.5.3 Concimazione	"	150
4.2.5.4 Controllo della flora infestante e delle avversità biotiche	"	150
4.2.6 Raccolta e resa di prodotto	"	151
4.2.7 Caratteristiche del prodotto e qualità dell'olio	"	151
4.3 <i>Cuphea (Cuphaea</i> spp.) (G. De Mastro, A. Carrubba, M. Sarno)	"	152
4.3.1 Origine e diffusione	"	152
4.3.2 Morfologia e fenologia.....	"	153
4.3.3 Varietà e miglioramento genetico	"	153
4.3.4 Esigenze ambientali e adattamento	"	154
4.3.5 Tecnica agronomica.....	"	154
4.3.5.1 Avvicendamento	"	154
4.3.5.2 Lavorazioni del terreno, epoca di semina e dose di seme.....	"	154
4.3.5.3 Concimazione ed irrigazione	"	154
4.3.5.4 Controllo della flora infestante e delle avversità biotiche.....	"	155
4.3.6 Raccolta, conservazione e resa di prodotto	"	155
4.3.7 Produzione e qualità dell'olio estraibile.....	"	155
4.3.8 Utilizzazione dell'olio e dei coprodotti/sottoprodotti di filiera.....	"	155
4.4 <i>Lesquerella (Lesquerella fendleri</i> (Gray) Wats) (G. De Mastro, A. Carrubba, C. Ruta).....	"	156
4.4.1 Origine e diffusione	"	156
4.4.2 Morfologia e fenologia.....	"	156
4.4.3 Varietà e miglioramento genetico.....	"	157

4.4.4	Esigenze e adattamento ambientale	Pag.	157
4.4.5	Tecnica agronomica.....	"	157
4.4.5.1	Avvicendamento	"	157
4.4.5.2	Lavorazioni del terreno, epoca di semina e dose di seme	"	157
4.4.5.3	Concimazione e irrigazione.....	"	158
4.4.5.4	Controllo della flora infestante e delle avversità biotiche	"	158
4.4.6	Raccolta, conservazione e resa di prodotto	"	158
4.4.7	Produzione e qualità dell'olio estraibile.....	"	158
4.4.8	Utilizzazione dell'olio e dei coprodotti/sottoprodotti di filiera	"	159
4.5	<i>Limnanthes (Limnanthes spp.)</i> (G. De Mastro, A. Carrubba, M. Sarno).....	"	160
4.5.1	Origine e diffusione	"	160
4.5.2	Morfologia e fenologia.....	"	160
4.5.3	Varietà e miglioramento genetico	"	160
4.5.4	Esigenze e adattamento ambientale.....	"	161
4.5.5	Tecnica agronomica.....	"	161
4.5.5.1	Avvicendamento	"	161
4.5.5.2	Lavorazioni del terreno, epoca di semina e dose di seme	"	161
4.5.5.3	Concimazione	"	161
4.5.5.4	Controllo della flora infestante e delle avversità biotiche.....	"	162
4.5.6	Raccolta, conservazione e resa di prodotto	"	162
4.5.7	Caratteristiche del prodotto e qualità dell'olio	"	162
4.6	<i>Madia (Madia sativa</i> Molina) (G. De Mastro, C. Ruta, A. Carrubba).....	"	163
4.6.1	Origine e diffusione	"	163
4.6.2	Morfologia e fenologia.....	"	163
4.6.3	Varietà e miglioramento genetico	"	164
4.6.4	Esigenze e adattamento ambientale.....	"	164
4.6.5	Tecnica agronomica.....	"	164
4.6.5.1	Avvicendamento	"	164
4.6.5.2	Lavorazioni del terreno, epoca di semina e dose di seme	"	164
4.6.5.3	Concimazione	"	165
4.6.5.4	Controllo della flora infestante e delle avversità biotiche.....	"	165
4.6.6	Raccolta, conservazione e resa di prodotto	"	165
4.6.7	Caratteristiche del prodotto e qualità dell'olio	"	165
4.6.8	Utilizzazione dell'olio e dei coprodotti/sottoprodotti di filiera	"	165
4.7	Oli di cereali (T. Vamerali).....	"	166
4.7.1	Olio di mais	"	166
4.7.2	Olio di frumento.....	"	169
4.7.3	Olio di riso.....	"	170
4.8	<i>Papavero (Papaver somniferum</i> L.).....	"	172
4.8.1	Origine e diffusione.....	"	172
4.8.2	Morfologia e fenologia.....	"	172
4.8.3	Varietà e miglioramento genetico	"	172
4.8.4	Tecnica agronomica.....	"	173
4.8.5	Resa di prodotto e qualità dell'olio.....	"	173
4.8.6	Caratteristiche dell'olio	"	173
4.8.7	Principali usi dell'olio.....	"	173
4.9	<i>Pelargonio (Pelargonium graveolens</i>) (E. Palchetti, A. Calamai, E. Valenzi, V. Vecchio).....	"	174
4.9.1	Origine, diffusione e importanza economica	"	174
4.9.2	Morfologia e fenologia.....	"	174
4.9.3	Esigenze e adattamento ambientale.....	"	175
4.9.4	Miglioramento genetico e specie coltivate.....	"	175
4.9.5	Tecnica agronomica	"	176
4.9.5.1	Avvicendamento	"	176
4.9.5.2	Propagazione del materiale vegetale.....	"	176
4.9.5.3	Lavorazione del terreno, epoca di impianto e densità di impianto	"	176

Indice generale

4.9.5.4 Concimazioni.....	Pag.	177
4.9.5.5 Irrigazione.....	"	177
4.9.5.6 Controllo delle infestanti e delle avversità biotiche.....	"	178
4.9.6 Raccolta, distillazione e resa del prodotto.....	"	178
4.9.7 Caratteristiche del prodotto, usi e qualità dell'olio.....	"	179
4.9.8 Utilizzazione dell'olio e dei sottoprodotti della filiera.....	"	180
4.10 Pennycress (<i>Thlaspi arvense</i> L.) (F. Zanetti).....	"	180
4.10.1 Origine e diffusione.....	"	180
4.10.2 Morfologia e fenologia.....	"	180
4.10.3 Miglioramento genetico e varietà.....	"	180
4.10.4 Tecnica agronomica.....	"	182
4.10.5 Resa di prodotto e qualità dell'olio.....	"	182
4.11 Tabacco (<i>Nicotiana tabacum</i> L.) (F. Miceli, L. Conte).....	"	182
4.11.1 Origine e diffusione.....	"	182
4.11.2 Morfologia e fenologia.....	"	183
4.11.3 Tecnica agronomica.....	"	183
4.11.4 Raccolta, cura e qualità delle foglie.....	"	183
4.11.5 Composizione del seme.....	"	184
4.11.6 Il sistema tabacco in Italia.....	"	186
4.11.7 Il tabacco come coltura oleaginosa.....	"	187
4.12 Vernonia (<i>Vernonia galamensis</i> (Cass.) Less.) (A. Carrubba, G. De Mastro).....	"	187
4.12.1 Origine e diffusione.....	"	187
4.12.2 Morfologia e fenologia.....	"	187
4.12.3 Varietà e miglioramento genetico.....	"	188
4.12.4 Esigenze e adattamento ambientale.....	"	188
4.12.5 Tecnica agronomica.....	"	188
4.12.6 Raccolta, conservazione e resa di prodotto.....	"	189
4.12.7 Produzione e qualità dell'olio estraibile.....	"	189
4.12.8 Utilizzazione dell'olio e dei coprodotti/sottoprodotti di filiera.....	"	189
Bibliografia.....	"	190
5. Risultati e prospettive nel miglioramento genetico delle colture da olio		
(A. Marjanović-Jeromela, S. Cvejić, S. Jocić, D. Miladinović, J. Vollmann).....	"	197
5.1 Introduzione.....	"	197
5.2 Colza.....	"	197
5.2.1 Obiettivi raggiunti.....	"	197
5.2.2 Situazione attuale.....	"	198
5.2.3 Prospettive del miglioramento genetico.....	"	199
5.3 Girasole.....	"	199
5.3.1 Principali risultati raggiunti nello sviluppo della coltura.....	"	199
5.3.2 Caratteristiche agronomiche e di resistenza.....	"	199
5.3.3 Tolleranza agli erbicidi.....	"	200
5.3.4 Evoluzioni nella qualità del seme di girasole.....	"	200
5.4 Soia.....	"	201
5.4.1 Contenuto in olio e qualità.....	"	201
5.4.2 Stress biotici e abiotici.....	"	201
5.4.3 Caratteristiche agronomiche e futuro aumento delle rese.....	"	202
5.5. Altre colture da olio.....	"	202
5.6 Strumenti molecolari nel miglioramento genetico delle oleaginose.....	"	203
5.6.1 Girasole.....	"	203
5.6.2 Colza.....	"	204
5.6.3 Soia.....	"	204
5.7 Prospettive future.....	"	204
Bibliografia.....	"	205

	Pag.
6. Specie arboree	209
6.1 Argan (<i>Argania spinosa</i>) (A. Calamai, E. Palchetti, E. Valenzi, V. Vecchio).....	209
6.1.1 Origine e diffusione.....	209
6.1.2 Morfologia e fenologia.....	210
6.1.3 Miglioramento genetico.....	211
6.1.4 Esigenze e adattamento ambientale.....	211
6.1.5 Tecnica agronomica - Gestione della foresta	211
6.1.5.1 Tecniche di moltiplicazione	211
6.1.5.2 Avversità.....	212
6.1.6 Raccolta e resa di prodotto.....	213
6.1.7 Produzione, qualità dell'olio estraibile ed utilizzazione.....	213
6.1.7.1 Olio edibile.....	214
6.1.7.2 Olio <i>beauty</i>	215
6.1.7.3 Olio per cosmesi	215
6.2 <i>Jatropha</i> (<i>Jatropha curcas</i> L.) (E. Palchetti, V. Vecchio, C.G. Zubieta, A. Calamai, E. Valenzi)	216
6.2.1 Origine e diffusione	216
6.2.2 Morfologia e fenologia.....	216
6.2.3 Miglioramento genetico.....	217
6.2.4 Esigenze e adattamento ambientale.....	218
6.2.5 Tecnica agronomica.....	218
6.2.5.1 Lavorazione del terreno, epoca di semina e dose di seme.....	218
6.2.5.2 Tecniche di propagazione	219
6.2.5.3 Concimazioni.....	219
6.2.5.4 Gestione della coltura	219
6.2.5.5 Avversità.....	220
6.2.5.6 Raccolta e resa del prodotto.....	220
6.2.6 Processi post-raccolta.....	220
6.2.7 Caratteristiche del prodotto e qualità dell'olio	221
6.3 <i>Jobba</i> (<i>Simmondsia chinensis</i> , Link) (G. De Mastro, G. Mimiola, L. Tedone)	222
6.3.1 Origine e diffusione.....	222
6.3.2 Morfologia e fenologia.....	222
6.3.3 Varietà e miglioramento genetico	223
6.3.4 Esigenze e adattamento ambientale.....	223
6.3.5 Tecnica agronomica.....	223
6.3.5.1 Lavorazione del terreno.....	223
6.3.5.2 Propagazione	223
6.3.5.3 Densità d'impianto	224
6.3.5.4 Irrigazione.....	224
6.3.5.5 Concimazione	224
6.3.5.6 Controllo della flora infestante e delle avversità biotiche.....	224
6.3.6 Raccolta e resa di prodotto.....	224
6.4 <i>Karité</i> (<i>Vitellaria paradoxa</i> , sin. <i>Butyrospermum parkii</i>) (V. Vecchio).....	226
6.4.1 Origine e diffusione	226
6.4.2 Morfologia e fenologia.....	227
6.4.3 I principali prodotti: olio e lattice	227
6.5 <i>Palma da Olio</i> (<i>Elaeis guineensis</i>) (V. Vecchio, A. Calamai, E. Valenzi, E. Palchetti)	228
6.5.1 Origine e diffusione	228
6.5.2 Morfologia e fenologia.....	228
6.5.2.1 Radici	228
6.5.2.2 Fusto	229
6.5.2.3 Foglie	229
6.5.2.4 Infiorescenze	229
6.5.2.5 Frutto.....	230
6.5.3 Varietà e miglioramento genetico.....	230

Indice generale

6.5.4	Tecnica agronomica.....	Pag.	230
6.5.4.1	Esigenze e adattamento.....	"	230
6.5.4.2	Ottenimento delle piantine in vivaio	"	232
6.5.4.3	Trasferimento e gestione in pieno campo.....	"	232
6.5.4.4	Concimazione.....	"	232
6.5.4.5	Irrigazione	"	233
6.5.4.6	Potatura	"	233
6.5.4.7	Consociazioni	"	233
6.5.4.8	Controllo delle infestanti e delle avversità biotiche	"	234
6.5.5	Raccolta e resa di prodotto	"	235
6.5.6	Produzione e qualità dell'olio estraibile	"	235
6.5.7	Utilizzazione dell'olio e dei coprodotti di filiera	"	235
6.6	Vinacciolo (O. Corona, M.G. Barbagallo)	"	236
6.6.1	I vinaccioli dell'uva	"	236
6.6.2	Numero di vinaccioli per acino, struttura e accrescimento del vinacciolo	"	236
6.6.3	Olio di vinacciolo.....	"	238
6.6.3.1	Metodi di estrazione e caratteristiche	"	238
	Bibliografia	"	239
7.	I grassi animali: fonti ed utilizzi (G. Savoini, A. Baldi, F. Bellagamba, V. Bontempo, D. Cattaneo, M. Vasconi, V.M. Moretti).....	"	245
7.1	I sottoprodotti di origine animale	"	245
7.2	L'industria del <i>rendering</i>	"	246
7.3	La filiera della trasformazione dei SOA.....	"	247
7.4	Utilizzo dei grassi e degli oli in nutrizione animale per il miglioramento degli alimenti di origine animale per l'uomo	"	247
7.5	Utilizzo dei grassi e degli oli nella nutrizione dei ruminanti per il miglioramento degli alimenti di origine animale per l'uomo	"	248
7.5.1	Latte e acidi grassi polinsaturi	"	248
7.5.2	Arricchimento naturale attraverso i foraggi	"	250
7.5.3	La qualità della carne	"	250
7.6	Micronutrienti liposolubili degli alimenti	"	250
7.7	Impiego dei grassi nell'alimentazione del suino all'ingrasso e degli avicoli	"	252
7.7.1	Suino	"	252
7.7.2	Avicoli	"	254
7.8	Impiego di oli e grassi in acquacoltura	"	255
7.8.1	Oli di pesce	"	255
7.8.2	Altri oli di origine marina.....	"	256
7.9	Organismi unicellulari - microalghe.....	"	256
7.10	Semi oleaginosi	"	256
7.11	Grassi animali	"	257
	Bibliografia	"	257
8.	Il contributo degli insetti alla futura produzione di lipidi (P. Bondioli, E. Rossi).....	"	259
8.1	Introduzione	"	259
8.2	Il passato e lo sviluppo di un nuovo interesse	"	259
8.3	Il contenuto in lipidi	"	260
8.4	Caratteristiche chimiche e composizione dei lipidi.....	"	260
8.5	Influenza del substrato e il problema della qualità	"	262
8.6	Tecnologie di produzione.....	"	262
8.7	Quali prospettive.....	"	262
	Bibliografia	"	263
9.	Nutrizione umana (G.V. Zuccotti, V. Fabiano, I. Cocchi, B. Cestaro).....	"	265
9.1	I lipidi.....	"	265

9.2	La digestione di oli e grassi.....	Pag.	266
9.3	Assunzione minima, quota lipidica giornaliera, scelta nell'alimentazione.....	"	266
9.4	Olio di mais.....	"	267
9.5	Olio di semi di arachide.....	"	267
9.6	Olio di noce.....	"	268
9.7	Olio di palma.....	"	269
9.8	Olio di riso.....	"	270
9.9	Olio di avocado.....	"	270
9.10	Olio di colza.....	"	270
9.11	Olio di girasole.....	"	271
9.12	Olio di canapa.....	"	272
9.13	Olio di lino.....	"	272
9.14	Olio di soia.....	"	273
9.15	Quali benefici per la salute?.....	"	273
	Bibliografia.....	"	273
10.	La produzione su larga scala di olio da microalghe: caratteristiche e potenzialità (E. Sforza, A. Bertucco).....	"	275
10.1	Introduzione.....	"	275
10.2	Le microalghe.....	"	275
10.3	Mezzi di coltura e fonti di nutrienti.....	"	277
10.3.1	Luce.....	"	277
10.3.2	Fabbisogni di azoto e fosforo.....	"	278
10.3.3	Fabbisogno di carbonio.....	"	279
10.3.4	Sistemi di coltivazione.....	"	280
10.4	Modalità operative.....	"	281
10.4.1	Sistemi discontinui, reattori <i>batch</i>	"	281
10.4.2	Sistemi in continuo.....	"	282
10.5	Caratteristiche dell'olio da microalghe.....	"	284
10.6	Estrazione dei lipidi.....	"	285
10.7	Conclusioni.....	"	286
	Bibliografia.....	"	286
11.	Usi non food delle sostanze grasse (P. Bondioli).....	"	287
11.1	Introduzione.....	"	287
11.2	Impieghi energetici delle sostanze grasse.....	"	288
11.2.1	Uso di sostanze grasse per la produzione di energia elettrica.....	"	289
11.3	Biodiesel, esteri metilici di acidi grassi.....	"	290
11.3.1	Materie prime per la produzione di biodiesel.....	"	292
11.3.2	Problemi di campo generati dall'impiego delle materie prime non convenzionali.....	"	292
11.3.3	Materie prime oleaginose di seconda generazione.....	"	293
11.3.4	Un futuro per il biodiesel.....	"	293
11.4	Oli vegetali per la detergenza e l'igiene personale.....	"	293
11.5	Oli per cosmetica.....	"	295
11.6	Oli e derivati per la lubrificazione.....	"	295
11.7	Oli per prodotti vernicianti.....	"	297
	Bibliografia.....	"	298
12.	Oleaginose in campo farmaceutico e cosmetico (G. De Mastro, M.P. Argentieri).....	"	301
12.1	Oleaginose di interesse farmaceutico.....	"	301
12.1.1	Olio di Borragine.....	"	302
12.1.2	Olio di Enotera.....	"	303
12.1.3	Olio di Germe di Grano.....	"	303
12.1.4	Olio di Ricino.....	"	304
12.2	Oleaginose in cosmesi.....	"	304

Indice generale

12.2.1	Olio di Argan.....	Pag.	306
12.2.2	Olio di Avocado	"	306
12.2.3	Olio di Canapa	"	306
12.2.4	Olio di Girasole	"	306
12.2.5	Olio di Lino.....	"	307
12.2.6	Olio di Jojoba.....	"	307
12.2.7	Olio di Macadamia.....	"	307
12.2.8	Olio di Mandorle Dolci.....	"	307
12.2.9	Olio di Nocciole	"	308
12.2.10	Olio di Albicocca	"	308
12.2.11	Olio di Riso	"	308
12.2.12	Olio di Rosa Mosqueta	"	308
12.2.13	Olio di Sesamo.....	"	309
12.2.14	Olio di Vinacciolo	"	309
	Bibliografia	"	309

2 Specie erbacee a prevalente semina autunnale

2.1 Colza (*Brassica napus* L. var. *oleifera*)

(G. Mosca, G. De Mastro, C. Leto, F. Zanetti, T. Vamerali)

2.1.1 Origine e diffusione

In origine presente in popolazioni naturali del nord Africa e dell'Europa, il colza venne domesticato, assieme al ravizzone (*B. campestris* L.), una volta apprezzati la produttività e il contenuto in olio del seme. Il genere *Brassica* è uno dei 51 afferenti alla famiglia *Brassicaceae*.

La coltivazione, praticata in Europa fin dal XIII secolo, era finalizzata alla produzione di olii per l'illuminazione pubblica e privata oltre che per usi alimentari, soprattutto dove non erano conosciuti olivo e papavero. Il colza ha avuto un'origine incerta, tuttavia, si è diffuso nell'Europa continentale nei migliori terreni di pianura. Fino a metà '800 le superfici sono aumentate, ad esempio in Francia fino a raggiungere i 250.000 ha. Tuttavia, nella seconda parte del XIX secolo le superfici regredirono per la crescente competizione di altri oli (palma e arachide) provenienti dalle colonie a bassi costi di produzione e trasporto. Dall'inizio del '900 e fino alla seconda guerra mondiale le superfici a colza diminuirono ad un ritmo lento, ma continuo. Le rese medie si aggiravano sui 12 q/ha, con valori massimi di 15 q/ha, con cospicue variazioni fra gli anni. Dopo il secondo conflitto mondiale e fino alla metà degli anni '60 le importazioni si fecero difficoltose, quindi gli oli vegetali progressivamente scarseggiarono.

La generale carenza di oli vegetali mutò profondamente gli avvicendamenti colturali in diverse parti del mondo. La ricerca di fonti lipidiche alternative spinse numerosi Paesi ad inserire stabilmente il colza nei propri sistemi colturali. Tuttavia, parallelamente alla crescente diffusione della specie,

BOX. 2.1 - LE VARIETÀ COLTIVATE

Delle 37 specie appartenenti al genere *Brassica*, le più diffusamente coltivate risultano *B. oleracea*, *B. rapa*, *B. juncea*, *B. carinata* e *B. napus*.

Queste specie, come proposto da U (1935), si sono costituite attraverso processi di ibridazione interspecifica tra tre specie-base: *B. nigra* (genoma BB, $2n = 16$), *B. rapa* (AA, $2n = 20$, sin. *B. campestris*) e *B. oleracea* (CC, $2n = 18$).

Il colza coltivato (AACC, $2n = 4 \times = 38$) è una specie anfidiplode derivante dall'ibridazione tra *B. rapa* e *B. oleracea* con successivo raddoppiamento del corredo cromosomico.



alcuni studi evidenziarono i possibili effetti tossici dell'acido erucico, tipico del colza, nei confronti dell'uomo. Questo acido grasso a lunga catena (C22:1), presente in cospicue concentrazioni nell'olio (>45% p/p), costituì una notevole limitazione all'impiego alimentare di questa oleaginosa, contribuendo a contenerne la superficie coltivata. L'intensa attività di breeding che ha successivamente interessato la specie ha permesso di supe-

2. Specie erbacea a prevalente semina autunnale

rare tali limiti qualitativi, costituendo varietà con profili acidi *ad hoc* sia per applicazioni *food* che *no-food*. L'andamento climatico favorevole e l'ottimizzazione degli input agronomici permettono oggi di massimizzare il potenziale produttivo della coltura e raggiungere rese di prodotto elevate (> 45 q/ha) pur, compromettendo, talvolta, la sostenibilità ambientale. L'attuale interesse per il colza trova la sua ragione d'essere nei vantaggi agrono-

mici derivanti dal suo inserimento come coltura principale nelle tradizionali rotazioni cerealicole e nell'ampio portfolio di applicazioni di mercato a cui quest'olio si presta.

2.1.2 Morfologia e fenologia

Il colza è una pianta erbacea che dispone di varietà primaverili (alternative) e invernali (non alternati-

BOX. 2.2 - LA BOTANICA

L'infiorescenza è rappresentata da un racemo con fiori ermafroditi, attinomorfi, con calice e corolla a 4 elementi liberi, disposti ortogonalmente. L'androceo è composto da 6 stami, i 2 esterni più corti dei 4 interni (tetradinami). L'ovario è supero, bicarpellare e apparentemente biloculare per la presenza di un falso setto chiamato *replum*. Il colza è autofertile ed entomofilo, con fecondazione sia autogama (70%) che allogama (30%). Il frutto è una siliqua che a maturità può aprirsi lungo due direttrici longitudinali separanti le foglie carpellari (deiscenza). Le due valve, attraverso placente di tipo parietale, contengono dei semi bruno-nerastri, lisci e rotondeggianti, per un numero potenzialmente variabile da 30 a 40, mentre in condizioni di campo la fertilità scende a 15-20. Il peso unitario del seme è compreso tra 3,5 e 5 mg. Il tegumento seminale rappresenta il 12-20% del peso del seme, la restante quota si riferisce all'embrione e ai cotiledoni. Questi ultimi contengono circa il 50% dei lipidi estraibili.

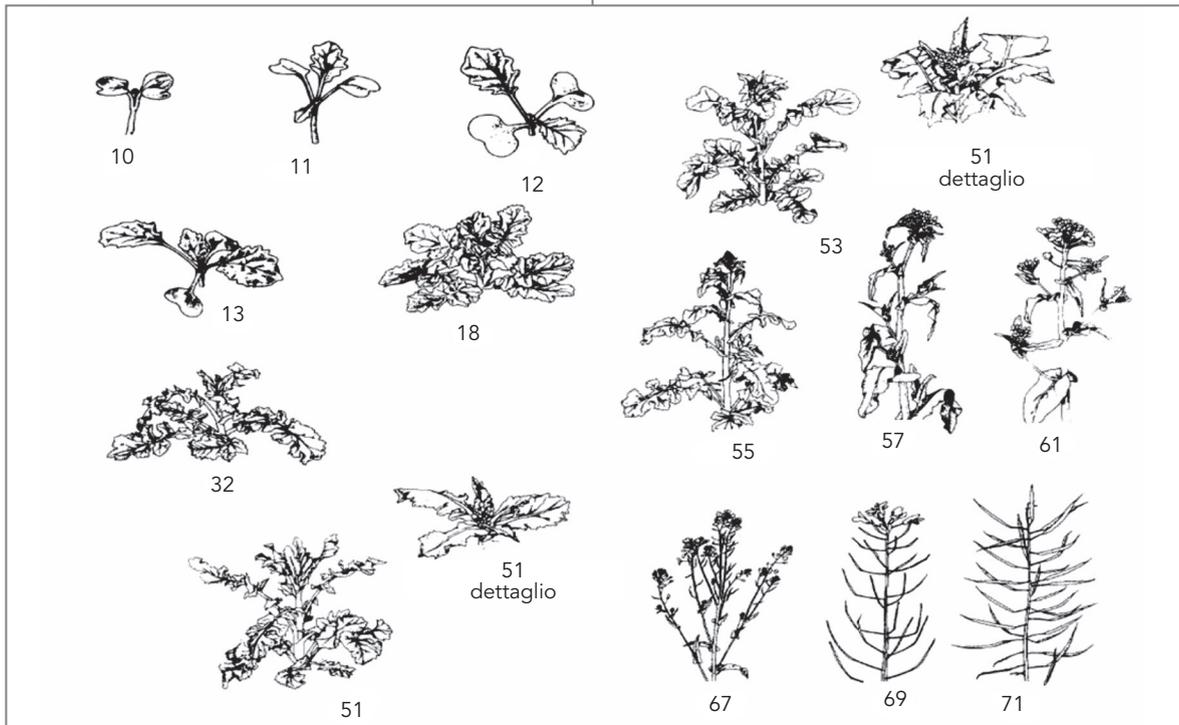


Figura 2.1 - Principali stadi fenologici del colza secondo la scala BBCH (Weber and Bleiholder, 1990; Lancashire *et al.*, 1991). Legenda: ¹⁰) Cotiledoni completamente distesi. ¹¹) Prima foglia vera completamente distesa. ¹²) Due foglie vere completamente distese. ¹³) Tre foglie vere completamente distese. ¹⁸) Otto foglie vere completamente distese. ³²) Due internodi visibilmente distesi. ⁵¹) Abbozzi fiorali visibili, ma avvolti da foglie. ⁵³) Abbozzi fiorali liberi dalle foglie. ⁵⁵) Infiorescenza principale distesa ma con i fiori ancora chiusi. ⁵⁷) Infiorescenze secondarie distese ma con i fiori ancora chiusi. ⁶¹) Primi fiori aperti. ⁶⁷) La maggior parte dei petali è caduta. ⁶⁹) Fine fioritura. ⁷¹) La maggior parte delle silique ha raggiunto la dimensione finale.

ve), radice fittonante poco ramificata che può superare il metro di profondità, benché la maggior parte delle radici siano presenti nei primi 30-40 cm della rizosfera. Il fusto eretto si ramifica raggiungendo nelle varietà a taglia normale i ~180-200 cm di statura.

Nelle varietà semi-nane di recente costituzione, il cimale non supera i 130-150 cm. Lungo il fusto si inseriscono le lamine fogliari che presentano diversa morfologia a seconda del punto d'inserzione; le foglie basali sono lobate, lirato-pennatosette, mentre quelle superiori sono sessili, intere e abbraccianti parzialmente il fusto. La fioritura è scalare e procede in direzione acropeta. Le fasi fenologiche sono riportate in figura 2.1.

2.1.3 Varietà e miglioramento genetico (v. capitolo 5)

Il miglioramento genetico del colza è abbastanza recente, se confrontato con quello di altre grandi colture, ed è stato avviato proprio a seguito della carenza di oli vegetali verificatasi nel secondo dopoguerra.

BOX. 2.3 - I GLUCOSINOLATI

I glucosinolati sono composti solforati tipici delle *Brassicaceae* che rimanendo legati alla frazione proteica del seme ne diminuiscono di molto il valore, essendo gozzigeni nei monogastrici. A differenza del miglioramento genetico che ha portato rapidamente alla selezione di varietà senza acido erucico (<2% p/p), denominate "0", il *breeding* per l'ottenimento di varietà "00", cioè senza erucico e senza glucosinolati è stato molto più lungo e difficile. Questi ultimi sono composti con funzioni di difesa e quindi l'abbassamento dei contenuti nella pianta prima e nel seme poi ha di fatto limitato la resistenza alle avversità biotiche.

In Europa i tenori massimi di acido erucico negli alimenti sono attualmente stabiliti dal Regolamento (UE) n. 696 del 24 giugno 2014 che modifica il Regolamento (CE) 1881 del 19 dicembre 2006, in particolare il livello massimo consentito negli oli è del 5%, mentre negli USA la FDA (*Food and Drug Administration*) ha stabilito una soglia ancora più bassa (2%). Per quanto riguarda il contenuto massimo di glucosinolati si fa riferimento al regolamento (UE) n. 1275 della commissione del 6 dicembre 2013 che modifica l'allegato I della direttiva 2002/32/CE del Parlamento europeo, i valori devono quindi risultare inferiori a 4000 ppm.

A livello europeo l'attività di *breeding* si è sviluppata soprattutto in Francia, Germania e Danimarca su materiali *winter*, mentre in Canada su quelli *spring*. Questi ultimi presentano un ciclo primaverile-estivo e sono normalmente coltivati in quei paesi dove le temperature invernali non permettono la normale sopravvivenza (per es. Canada, Nord Europa), oppure possono essere impiegati anche in semina autunnale negli ambienti caratterizzati da inverni troppo miti per assicurare il fabbisogno di vernalizzazione tipico dei tipi *winter* (per es. Australia, Cina, ecc). I materiali a ciclo autunno-primaverile (*winter*) caratterizzano i sistemi colturali del nord Europa; per quanto riguarda l'Italia, la Pianura Padana rappresenta l'areale più idoneo, dove si raggiungono le produzioni più elevate. Una buona alternativa alla limitata disponibilità di materiale genetico adatto ad ambienti a clima caldo-arido del sud Italia è stata l'adattamento di genotipi ad *habitus* primaverile in semina autunnale. Interessanti, a tal fine, sono stati sia la selezione di materiale nord americano, a prevalente ciclo primaverile-estivo, sia l'introduzione di ibridi nani o semi nani (*dwarf* o *semi-dwarf*).

Vale la pena menzionare l'intensa attività di miglioramento genetico a cui il colza è stato sottoposto tra la seconda metà degli anni '70 e la decade successiva sia in Europa che in Canada per l'ottenimento di varietà prive di acido erucico nell'olio e senza glucosinolati nelle farine di estrazione (Canola).

2.1.3.1 Qualità dell'olio

Attualmente sono disponibili varietà sia LEAR (*Low Erucic Acid Rapeseed*), dette appunto "00", che HEAR (*High Erucic Acid Rapeseed*), rispettivamente a basso (<5% in Europa) e alto contenuto di acido erucico (>45% p/p). Il *breeding* più recente, inoltre, attraverso la modificazione dei pool enzimatici responsabili della desaturazione e allungamento delle catene acidiche (cioè desaturasi ed elongasi), ha portato alla costituzione di cultivar in grado di produrre oli con

Tabella 2.1 - Confronto tra la composizione acidica e le principali caratteristiche tecnologiche in colza (Lear e Holl in Monsanto 2016).

Caratteristiche	LEAR	HOLL
Contenuto ac. oleico	< 65%	>75%
Contenuto totale PUFA*	> 30%	<18%
Punto di fumo	242 °C	246 °C
Durata alla frittura	~6 gg	>11 gg

*PUFA (Poly Unsaturated Fatty Acids) = contenuto totale in acidi grassi polinsaturi.

2. Specie erbacee a prevalente semina autunnale

Tabella 2.2 - Tipica composizione chimica del seme, dell'olio e del pannello di colza (LEAR).

Composizione del seme					
Lipidi (%)		Proteina (%)		Fibra (%)	
40-45		20-22		16-18	
Composizione (%) dell'olio (principali acidi grassi)					
Oleico		Linoleico		Erucico	
60-62		18-22		<1	
Composizione (%) del pannello					
Proteina grezza		Fibra grezza		Metionina	
37-38		11-12		1-1,5	
ADF*		NDF**		Lisina	
17-18		21-22		2-2,5	

*Fibra acido detergente; **Fibra neutro detergente

profili acidi *ad hoc* per i diversi utilizzi. In questo contesto si inseriscono, tra le altre, le varietà HOLL (*High Oleic Low Linolenic*), ad alto e basso contenuto di acido oleico e linolenico, rispettivamente (Tabb. 2.1, 2.2). Le matrici lipidiche che derivano da questi materiali sono caratterizzate da una spiccata resistenza all'ossidazione e trovano largo impiego sia nel settore agroalimentare, che nella così detta "chimica verde".

2.1.3.2 I risultati del breeding quantitativo

Il più recente lavoro di *breeding* è stato orientato a migliorare la risposta quantitativa della coltura attraverso l'ottimizzazione delle componenti produttive e l'aumento della resistenza a diversi stress, sia biotici che abiotici.

Alcuni autori hanno identificato il numero di semi prodotti per metro quadro e il peso unitario del seme come le principali componenti della resa da ottimizzare per avvicinarla al potenziale produttivo della specie. A tale scopo, è stato indicato come obiettivo imprescindibile l'ottimizzazione del processo fotosintetico. In tal senso, i processi di selezione hanno mirato all'anticipo dell'inizio fioritura. Fioriture anticipate, collocate in periodi dell'anno caratterizzati da temperature più basse dilaterebbero la successiva fase di riempimento dei semi, permettendo di incrementare l'intercettazione luminosa e la quantità di fotosintetati potenzialmente traslocabili ai semi.

L'attuale tendenza mira a costituire varietà caratterizzate da una più lunga fase di riempimento semi (~50 giorni, rispetto ai ~40 delle cultivar più tradizionali). Miglioramenti nella capacità d'intercettazione luminosa sono possibili anche attraverso la selezione di varietà con silique a portamento eretto e/o resistenti all'allettamento. L'allettamento di nor-

ma può verificarsi durante la fase di riempimento semi – maturazione, quando l'elevato peso dei frutti può compromettere la stabilità della pianta. La coltura allettata risulta più o meno prostrata e le silique, i principali organi fotosintetizzanti tipici delle fasi post-fiorali, assumono forzatamente un portamento orizzontale. Il limitato approvvigionamento luminoso, associato all'allettamento, provocherebbe degli importanti cali di resa (16-50%).

2.1.3.3 Gli ibridi

La recente costituzione di materiali semi-nani permette di contenere il fenomeno dell'allettamento. Queste cultivar, prodotte incrociando linee convenzionali con linee *dwarf*, sono contraddistinte da un *habitus* vegetativo ridotto, con internodi ravvicinati e un'altezza d'inserzione della prima ramificazione più bassa rispetto alle varietà tradizionali. Le cultivar semi-nane afferiscono quasi esclusivamente agli ibridi CHH (*Composite Hybrid Hybrid*), con fertilità maschile completamente ristorata. Unitamente agli ibridi CHH di statura convenzionale e alle vecchie varietà a impollinazione libera, tali genotipi costituiscono il panorama varietale attualmente disponibile sul mercato sementiero nazionale ed Europeo. Gli ibridi a taglia bassa sono in grado di raggiungere potenzialmente rese di prodotto inferiori rispetto ai materiali più tradizionali. Di fatto, gli ibridi semi-nani richiedono una gestione agronomica diversificata rispetto a quella applicata alle varietà convenzionali.

Il minor vigore vegetativo che li contraddistingue potrebbe richiedere, per esempio, densità di semina o apporti azotati differenti. La maggiore resistenza all'allettamento estenderebbe la risposta positiva della resa a maggiori dosi di azoto rispetto agli ibridi tradizionali, per quanto, il minore vigore vegetativo

potrebbe definire fabbisogni nutritivi più limitati, dando luogo a dosi inferiori di concime. Di qui la necessità di studiare le risposte morfo-fisiologiche e produttive delle varietà attualmente disponibili sottoponendole a differenti livelli di input allo scopo di definire la tecnica agronomica più appropriata.

2.1.4 Tecnica agronomica

In riferimento al colza italiano, la definizione di una idonea gestione colturale desta crescente interesse tra ricercatori ed agronomi. La sua recente introduzione negli avvicendamenti colturali e gli incalzanti adempimenti europei in materia di sostenibilità ambientale hanno riavviato l'interesse per delle sperimentazioni nazionali tese ad affinare la tecnica di coltivazione. L'attuale politica agricola europea mira soprattutto a voler calibrare gli input agronomici in ragione delle odierne esigenze di sostenibilità.

2.1.4.1 Avvicendamento colturale

Le varietà di colza coltivate in Italia normalmente presentano un ciclo autunno-primaverile e nell'avvicendamento occupano lo stesso posto del frumento. Il colza è inserito come coltura da rinnovo nelle monosuccessioni cerealicole apportando molteplici vantaggi agronomici. È ben assodato ormai l'effetto positivo del colza sulla risposta produttiva del frumento coltivato in successione. Il terreno alla raccolta si presenta di buona struttura e il basso *Harvest Index* che contraddistingue l'oleifera (HI: 0,30-0,35), garantisce un elevato apporto di sostanza organica (residui colturali) prontamente mineralizzabile e utilizzabile dalla coltura che segue.

Una corretta gestione di questa Brassicacea deve prevedere rotazioni ampie (triennali/quadriennali). Avvicendamenti brevi (biennali) deprimono la produzione di seme di 5 q/ha rispetto alle rotazioni triennali. Le rotazioni strette peggiorano le condizioni fitosanitarie del sistema colturale incrementando le perdite di resa associate a patologie fungine causate in generale da *Leptosphaeria maculans*, *Sclerotinia sclerotiorum* e ad attacchi di insetti come il *Meligethes aeneus* ed il punteruolo delle silique (*Ceutorhynchus assimilis*).

2.1.4.2 Lavorazioni del terreno

La preparazione del letto di semina è uno degli aspetti più delicati della tecnica agronomica del colza. Essa, considerate le ridotte dimensioni del seme, deve consentire la massima regolarità e uniformità d'emergenza, quindi un adeguato investimento colturale. È ritenuto prioritario inoltre, che la prepara-

zione del letto di semina dia la possibilità alla coltura di svilupparsi sufficientemente prima della stasi invernale e garantisca, nel medesimo periodo, un tempestivo allontanamento delle acque in eccesso, per prevenire l'asfissia radicale. Alcuni studi condotti in diversi ambienti italiani riportano l'adattabilità del colza anche a tecniche di lavorazione conservative, quali la minima lavorazione e la semina su terreno sodo, verso le quali oggi ci si può orientare senza provocare sensibili riduzioni di resa, in sostituzione all'aratura tradizionale.

L'aratura, eseguita a una profondità di 25-35 cm, rimane la lavorazione più diffusa, seguita dalle operazioni complementari di estirpatura ed erpicatura per la completa preparazione del letto di semina.

2.1.4.3 Epoca e densità di semina

La semina può essere eseguita con seminatrici universali da frumento o pneumatiche di precisione a profondità di 2-3 cm. La distanza interfilare può variare da 30-35 cm fino a 45-50 cm qualora si opti per il controllo meccanico delle malerbe. Negli odierni itinerari colturali vi è la tendenza a ridurre il popolamento in campo diminuendo la densità di semina a 30-50 semi/m². Basse densità di piante, oltre a limitare i rischi di infezioni parassitarie, garantirebbero rese di prodotto comparabili a quelle ottenibili con investimenti maggiori. Tuttavia, la scelta della densità deve essere calibrata in funzione delle caratteristiche ambientali dell'areale di coltivazione e della varietà. Alcuni autori suggeriscono l'applicazione di investimenti diversificati per ibridi e varietà a impollinazione libera. L'epoca di semina deve garantire il raggiungimento dello stadio di rosetta (4-6 foglie vere), prima dell'inverno. Negli ambienti della Pianura Padana la coltura raggiunge questo stadio dopo 70-80 giorni dalla semina, che si contraggono a 40-50 nelle condizioni del sud Italia. Ciò significa che il periodo di semina ottimale per l'Italia settentrionale si colloca entro settembre, al massimo entro l'ultima decade, mentre al Sud è compresa tra metà ottobre ed inizio novembre.

2.1.4.4 Concimazione

Per una resa di 30 q/ha di granella le asportazioni sono pari a 210 kg di N (7 kg/ha di N per q di seme), 75 kg di P₂O₅ e 300 kg di K₂O, ma l'effettiva asportazione con la granella riguarda in maggior misura l'azoto con quantità pari a circa 90-100 kg/ha. Si apportano in media 150-200 kg/ha di N, 100-120 kg/ha di P₂O₅ e di K₂O. Alcune esperienze condotte presso l'Azienda Agraria Sperimentale 'L.

2. Specie erbacee a prevalente semina autunnale

BOX. 2.4 - ASSORBIMENTO DELL'AZOTO

Al contrario del grano, che durante la stagione autunno-vernina assorbe modeste quantità di nutrienti, il colza in tale periodo riesce ad accumulare nella propria biomassa fino a oltre 100 kg/ha di N. Parte di questo azoto può essere persa per defogliazione da gelo, anche se una consistente quota è recuperabile dal successivo assorbimento primaverile o immobilizzata nel terreno. La capacità del colza di prelevare e trattenere l'azoto, evitandone la lisciviazione invernale, dal punto di vista ambientale rende la sua coltivazione più efficiente rispetto ai cereali microtermi; tuttavia è da porre particolare attenzione al destino dei nutrienti presenti nei suoi residui colturali. Sulla base di queste peculiari conoscenze sono stati sviluppati dei sistemi di supporto alle decisioni, largamente utilizzati ad esempio in Francia, come la "Reglette Azote", che in presenza di maggiori accrescimenti invernali suggerisce la riduzione delle concimazioni.

BOX. 2.5 - REGLETTE AZOTE

Il metodo "Reglette Azote" definisce in base al peso fresco (kg/m²) raggiunto delle piante a fine inverno, prima della levata, la corretta quantità di N da apportare in copertura, presumendo un realistico obiettivo di resa finale e tenendo conto della dotazione di sostanza organica del proprio suolo e della sua tipologia. Adottando questo metodo la resa aumenta, e l'obiettivo di resa prefissato viene raggiunto nel 70% e più dei casi.

Toniolo' dell'Università di Padova hanno consentito di verificare la possibilità di coltivare con successo il colza apportando dosi di N anche inferiori (90 kg N/ha), in presenza di precedenti apporti di azoto organico. La ridotta capacità di traslocare l'N organicato nella biomassa verso le silique e i semi, oltre a limitare la risposta produttiva della coltura, promuove l'applicazione di concimazioni azotate pregiudicanti la sostenibilità ambientale del sistema colturale. L'esigenza di definire itinerari tecnici coerenti con il dettato europeo in materia di bioenergie (Direttive 2009/28/CE, 2009/30/CE) e di sostenibilità ambientale del comparto agricolo (Direttiva nitrati), rende necessario incrementare l'efficienza d'uso dell'N.

La concimazione autunnale (pre-semina), se non si manifestano gravi carenze, in genere non incide sulle rese finali per la buona capacità di recupero del colza nei periodi successivi. In un'ottica di miglioramento della NUE (*Nitrogen Use Efficiency*) si può quindi affermare che lo sfruttamento autunnale del SMN (*Soil Mineral Nitrogen*) presente nel suolo, sia una tecnica preferibile alla concimazione in quanto valorizza le risorse già presenti e disponibili. Per verificare come una pratica non direttamente legata

alla concimazione possa influire sull'efficienza d'uso dell'azoto sono state effettuate delle ricerche pluriennali sull'epoca di semina. Ritardare la semina del colza anche di pochi giorni può ridurre il contenuto di N della biomassa e aumentare la quantità di SMN. Anticipare il più possibile l'epoca di semina risulta quindi un'ottima strategia per ridurre la quantità di nitrati esposti a rischio lisciviazione, qualora la pratica non comporti gravi limitazioni allo sviluppo della coltura come attacchi di fitofagi o stress precoci. Le *Brassicaceae* presentano ottime capacità di approfondimento radicale e intercettazione dei nitrati: probabilmente all'aumentare dell'anticipo di semina corrisponde una miglior esplorazione della rizosfera e un più intenso prelievo di azoto. Le varietà più moderne manifestano una buona resistenza al freddo, anche anticipando la semina e, ad eccezione di una defogliazione più accentuata, non manifestano particolari danni da freddo, almeno nel Settentrione. Tale situazione si traduce in una maggiore disponibilità di N per la coltura alla ripresa vegetativa e una miglior competizione nei confronti delle infestanti. Accade di rado che una tecnica con risvolti ambientali positivi si presenti anche vantaggiosa sotto il profilo economico. L'anticipo della semina, infatti, non riduce l'N esposto al rischio di lisciviazione invernale, ma permette di ottenere rese superiori a parità di dose apportata.

2.1.4.5 Possibile sostituzione di input agronomici con servizi ecosistemici

L'intensificazione ecologica, attraverso la promozione della biodiversità e dei servizi ecosistemici associati che supportano direttamente i raccolti, è stata proposta come un promettente approccio per gestire il delicato equilibrio tra il mantenimento, o miglioramento, della produttività agricola, riducendo al minimo l'impatto ambientale.

In colza è stato accertato che l'incremento della presenza di entomofauna spontanea (apidi) permet-

te di raggiungere rese più elevate, caratterizzate da seme con caratteristiche qualitative elevate. Le piante impollinate da pronubi sembrano produrre semi più piccoli, aumentando quindi il numero di semi per siliqua, oltre a ciò, anche il contenuto di olio tende a essere più elevato. I benefici finali derivanti dal servizio di impollinazione da pronubi tendono a migliorare le performance produttive del colza anche in condizione di limitati apporti azotati. La profonda conoscenza dell'ambiente circostante, e delle variabili climatiche, riesce a condurre ad ulteriori vantaggi dal punto di vista sia ambientale che economico, derivanti dalla riduzione della difesa chimica contro insetti dannosi come ad esempio il meligete.

2.1.4.6 Controllo della flora infestante e delle avversità biotiche

La disponibilità di erbicidi di pre-emergenza (PRE) registrati e autorizzati per colza in Italia (Tab. 2.3) di fatto si limita al solo p.a. Metazacloro. Il contenimento e la gestione delle malerbe attraverso il controllo meccanico, da eseguire già in autunno se l'andamento climatico è favorevole, fino alla chiusura dell'interfila, risulta una tecnica che spesso dà buoni risultati, ovviamente se abbinata ad interfila allargata (45-50 cm) e un'adeguata densità sulla fila. Il controllo chimico di post-emergenza (POST) viene eseguito più di rado, data la capacità competitiva della coltura, utilizzando p.a. dicotiledonici (Metazaclor, Clopiralid) e graminicidi (Fluazifop-p-butile, Quizolafop-p-etile isomero-D, Propaquizafop, Cicloxidim).

La diffusione del colza in Italia risulta associata all'espansione di potenziali parassiti già ben conosciuti negli areali del nord Europa. Tra questi, le rosure in stadio di rosetta causate dalle larve del dittero *Athalia rosae*, dalle larve di cavolaia (*Pieris brassicae*) e dall'altica (*Psylliodes chrysocephala*), controllabili attraverso l'uso di piretroidi, manifestano

Tabella 2.3 - Principi attivi con azione erbicida ammessi attualmente in Italia su colza. PRE = principi attivi applicabili in pre-semina/pre-emergenza. POST = principi attivi applicabili in post emergenza.

PRE	
Metazacloro	
Pendimetalin*	
Imazamox**	
POST	
GRAMINICIDI	DICOTILEDONICIDI
Cicloxidim	Clopiralid
Fluozifop-p-butile	Metazacloro
Quizolafop-p-etile isomero D	
Propaquizafop	
*Pendimetalin+clomazone nel formulato Bismark sono ammessi solo nel colza in coltura da seme.	
**Imazamox + metazacloro nel formulato Cleranda sono ammessi solo su colza tollerante con resistenza agli erbicidi del gruppo II, ClearField®.	
NOTA BENE	
I seguenti principi attivi, che sono registrati in Francia per colza, in Italia risultano registrati su altre colture (per es. mais, soia, barbabietola da zucchero, ecc).	
Propizamide (PRE)	
Petoxamide (PRE)	
Cletodim (POST, GRAMINICIDA)	
Clomazone (PRE)	
Triallade (PRE, GRAMINICIDA)	

incidenze crescenti. Sono possibili anche pesanti attacchi di limacce soprattutto in concomitanza di andamenti stagionali umidi e piovosi. Allo stadio di fioritura sono invece temibili gli attacchi di meligete (*Meligethes aeneus*) e di punteruolo delle silique (*Ceutorhynchus assimilis* Payk). La soglia d'intervento chimico è relativamente elevata in ragione della cospicua potenzialità fiorale del colza, anche se negli ultimi anni soprattutto, la diffusione del punteruolo

BOX. 2.6 - IBRIDI DI COLZA RESISTENTI AGLI ERBICIDI DEL GRUPPO II

Vale la pena menzionare che a partire dal 2013 in Europa e dal 2015 in Italia sono disponibili sul mercato ibridi di colza resistenti agli erbicidi del gruppo II (inibitori ALS/AHAS), tecnologia che si collega al marchio Clearfield®, e di fatto tramite tecniche di mutagenesi classica inserisce resistenza ai suddetti erbicidi tra cui il più noto è sicuramente il p.a. Imazamox. Il sistema Clearfield® è ben noto in moltissime specie di interesse agrario, tra cui riso e girasole, ed dalla sua messa a punto ha reso la gestione della flora infestante più semplice. Grazie a questa tecnologia, è possibile utilizzare in post emergenza precoce sugli ibridi di colza Clearfield® un erbicida contenente due p.a. (Metazaclor + Imazamox), in grado di mantenere la coltura libera dalla principali infestanti sia autunnali che primaverili con un unico intervento.

2. Specie erbacee a prevalente semina autunnale



Figura 2.2 - Mietitrebbia con barra dedicata per la raccolta del colza.

rende spesso necessaria l'applicazione di insetticidi piretroidi almeno sui bordi.

Per quanto riguarda le patologie fungine, la mancanza di varietà resistenti a *Sclerotinia sclerotiorum*, pone l'attenzione, come già segnalato in precedenza, sull'adozione di un'adeguata rotazione colturale (evitare la successione ai radicchii) che non preveda il ritorno del colza sullo stesso terreno troppo di frequente, così come la corretta gestione agronomica dei residui colturali, che vanno asportati subito dopo la raccolta, in modo da ridurre al minimo l'inoculo. Per quanto riguarda invece *Leptosphaeria maculans* (*Phoma*), recentemente sono state selezionate delle varietà con tolleranza al patogeno, per cui la strategia di controllo della malattia prevede l'utilizzazione di questo materiale genetico in ambienti in cui il rischio di un attacco risultati elevato.

2.1.5 Raccolta e resa di prodotto

In Italia, negli anni '80 dopo aver corso il rischio di scomparire per le problematiche legate alla tossicità dell'acido erucico, la coltura sta ora godendo di un rinnovato interesse, con superfici coltivate stabilmente a colza attorno ai 20.000 ha e rese medie di 25 q/ha. Tra le regioni, quelle presenti nel Nord Italia presentano le maggiori superfici (70%). Dal punto di vista produttivo, il Veneto è la regione più virtuosa con rese in seme del tutto comparabili a quelle ottenibili negli areali più vocati del nord Europa (~30 q/ha, media 2010).

La morfo-fisiologia che contraddistingue il colza determina fasi di maturazione delle silique e dei semi in forma asincrona. I frutti portati sui cima-

li acquisiscono i tratti tipici della maturazione più precocemente rispetto alle silique differenziate sulle branche laterali. Tra queste, le ramificazioni di ordine elevato raggiungono il momento della maturazione più tardivamente. Il momento ottimale di raccolta si realizza con umidità del seme sull'ordine del 12-14% e contenuti di clorofilla nei semi prossimi allo zero, anche se l'umidità commerciale del colza è al 9%, ma è bene evidenziare come raccolte troppo tardive tendano a incrementare le perdite per deiscenza, che nei casi peggiori possono raggiungere anche il 20-30%. Le operazioni di raccolta richiedono preferibilmente l'intervento di una mietitrebbia dotata di opportuno kit da colza (Fig. 2.2), ovvero munita di una barra di taglio verticale, posta in posizione laterale per agevolare l'avanzamento nella fitta fitomassa, talvolta allettata. I sistemi di raccolta più recenti abbinano alla barra di taglio verticale anche un sistema idraulico che permette l'avanzamento della barra frontale in modo da riuscire a ridurre al minimo la perdita delle silique (< 5%), causa tra l'altro dell'insorgenza di infestazioni da ricacci spontanei che devono essere eliminati per favorire la coltura in successione.

2.2 Lupino (*Lupinus spp.*)

(M. Fagnano, M. Mori, I. Di Mola)

2.2.1 Origine e diffusione

Il lupino appartiene all'Ordine *Leguminosae*, Famiglia *Papilionaceae*, Sub-famiglia *Genisteeae*, genere *Lupinus*; a tale genere appartengono oltre



**Clicca QUI per
ACQUISTARE il libro ONLINE**

**Clicca QUI per scoprire tutti i
LIBRI del catalogo EDAGRICOLE**

**Clicca QUI per avere maggiori
INFORMAZIONI**