



**AGRICOLTORI ITALIANI**



CICLO CHIMICA VERDE

# IL CARTAMO: PROPRIETÀ E UTILIZZI



**ATTIVITA' REALIZZATA CON IL CONTRIBUTO DEL PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE DELLA REGIONE MARCHE 2014/2020 - MISURA 16.1 PROGETTO ID 52087**



Unione Europea / Regione Marche  
PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE 2014-2020

FONDO EUROPEO AGRICOLO PER LO SVILUPPO RURALE: L'AMBIENTE INVESTE NELLE ZONE RURALI



Unione Europea



MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE  
ALIMENTARI E FORESTALI



**REGIONE MARCHE**







<b>La chimica Verde e Il concetto di bioraffineria</b>	<b>3</b>
<b>1. Carthamus tinctorius (L.),</b>	<b>8</b>
<b>2. Origine e diffusione</b>	<b>12</b>
<b>3. Descrizione botanica</b>	<b>14</b>
<b>4. Ciclo biologico</b>	<b>16</b>
Emergenza e crescita iniziale	16
Allungamento dello stelo e formazione delle ramificazioni	17
Fioritura	17
<b>5. Requisiti climatici</b>	<b>19</b>
<b>6. Fabbisogno idrico</b>	<b>20</b>
<b>7. Temperatura</b>	<b>21</b>
<b>8. Epoca di semina</b>	<b>22</b>

<b>9. Suolo</b>	<b>23</b>
<b>10. Tecnica colturale</b>	<b>24</b>
Semina	24
Epoca di semina	25
Densità d'impianto	27
Profondità di semina	27
Distanza delle file	28
Concimazioni	28
Azoto	29
Fosforo	30
Potassio	30
Zolfo	30
Magnesio, Ferro e Zinco	31
Irrigazione	31
Controllo infestanti	31
Raccolta e conservazione	32
Riproduzione	34
Fitopatogeni e insetti dannosi	35
Cuscuta campestris e Orobanche crenata	35
Puccinia carthami Cda.	35
Phytophthora drechsleri Tuck	36
Sclerotinia sclerotium	36
Verticillium spp. particolarmente V. albo-atrum R. & B.	37
Fusarium oxysporum forma carthami	37
Alternaria carthami e Alternaria alternata.	38
Spodoptera litura F.	40
Lygus spp	40
Acanthiophilus helianthi R.	41
Melanagromyza spp	41
Heliothis spp.	41
Agrotis spp.	42
Gli afidi	42
Acari	43
Nysius vinitor	43
<b>11. Scelta varietale</b>	<b>44</b>
<b>12. Usi</b>	<b>45</b>
Olio e pannello	45
Tintura	48
Proprietà medicinali	51
Altri usi	54

## La chimica Verde e Il concetto di bioraffineria

Le bioraffinerie sono sistemi che integrando processi di conversione della biomassa di natura chimica, biochimica, fisica o microbiologica consentono di ottenere non solo prodotti energetici, ma soprattutto materiali e composti chimici ad alto valore aggiunto.

Il concetto di bioraffineria, che si è andato affermando in questi ultimi anni, tende proprio a superare il limite di una destinazione puramente energetica delle colture non alimentari, proponendo un impiego potenzialmente integrale della biomassa vegetale come base per la produzione di molecole chimiche a ridotto impatto ambientale.

Va ricordato, infatti, che questo concetto parte proprio dalla pianta stessa e dalla sua capacità di sintetizzare specifiche molecole chimiche e biomassa.

Questo approccio è in grado di consentire un deciso incremento del valore aggiunto dell'intera filiera agroindustriale sia in termini economici che ambientali. Le bioraffinerie, quindi, sono state identificate come la via più completa e promettente per la creazione di un'industria basata su prodotti derivati da materiali di origine biologica in grado di valorizzare, attraverso la produzione di molteplici composti, le diverse componenti chimiche della biomassa.

L'obiettivo è infatti di utilizzare la parte più "nobile" della biomassa (amido, olio, cellulosa, proteine e i componenti minori) per la produzione di composti chimici a elevato valore aggiunto per l'industria (plastiche, lubrificanti, solventi, fibre, coloranti, fitofarmaci ecc.) o di molecole chimiche (glicerina, acido lattico, ac. propionico, ac. levulinico ac. gallico ecc) per successive trasformazioni chimico fisiche ed enzimatiche e/o successive sintesi organiche.

La biomassa residua da questi processi, oscillante orientativamente tra il 10% e il 40% della biomassa iniziale, può essere utilizzata per la produzione energetica necessaria per il funzionamento dell'impianto stesso e se in eccedenza può essere immessa sul mercato sotto forma di energia elettrica o calore.

Le molecole naturalmente presenti nelle biomasse agricole e forestali sono caratterizzate da un'ampia gamma di gruppi funzionali capaci di soddisfare qualsiasi tipo di esigenza industriale e la diversità e complessità presente in natura deve essere vista come una enorme potenzialità di sviluppo della ricerca del terzo millennio volta a recuperare un gap di conoscenze in confronto alla petrolchimica di oltre cinquant'anni. I settori chimici potenzialmente interessati sono quindi molto numerosi e gli impieghi riguardano principalmente le seguenti classi di molecole di origine vegetale: amido, trigliceridi, cellulosa e emicellulosa, e costituenti minori, quali glicerina, tannini, composti antiossidanti e con proprietà farmacologiche.

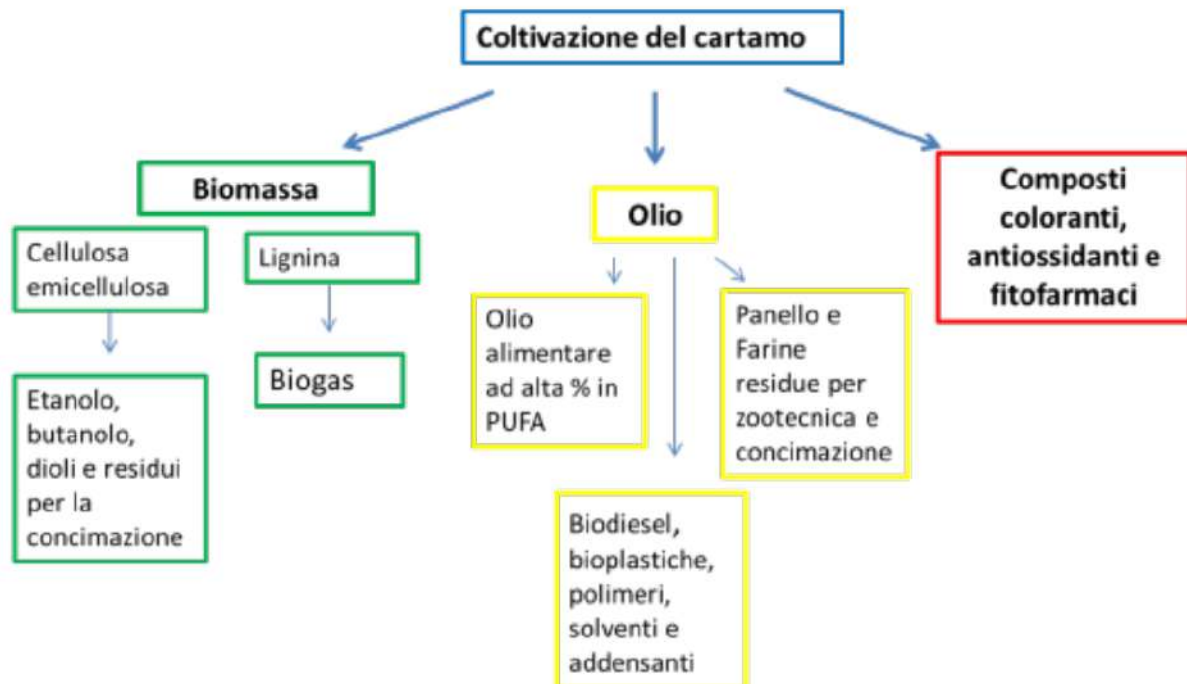
La conoscenza e la scelta della biomassa più idonea, sia in termini qualitativi che economici e produttivi, per i diversi utilizzi rappresenta un importante punto di partenza per una bioraffineria di qualità, che, soprattutto se legata ad un distretto agricolo vocato alla produzione di quella specifica biomassa, può ricavare una gamma di prodotti omogenei e riproducibili. Il collegamento agricoltura-industria sul territorio rappresenta quindi una condizione in grado di massimizzare i benefici sul territorio stesso sia in termini economici che ambientali.

L'olio è il principale prodotto della coltivazione del cartamo e diversi studi dimostrano la sua validità, non solo per l'uso alimentare, ma anche per diversificare le fonti vegetali per il biodiesel. Se osserviamo la situazione attuale della coltivazione di oleaginose troviamo che circa il 90% dell'olio di origine vegetale nel mondo, deriva da poche colture e le due principali

fonti sono la palma da olio (*Elaeis guineensis*) e il cocco (*Cocos nucifera*) che hanno acidi grassi a catena corta (C12:0 nel cocco e C14:0 nella palma) mentre la maggior parte delle altre oleaginose contengono prevalentemente acidi grassi con catene lineari di 16 o 18 atomi di C, come il palmitico (C16:0), lo stearico (C18:0), l'oleico (C18:1), il linoleico (C18:2) ed il linolenico (C18:3). (Gunstone e Harwood, 2007b). Anche il cardo (*Cynara cardunculus*) ed il cartamo vengono considerate colture molto interessanti per l'industria italiana di materiali bio-plastici, un settore che dovrebbe incrementare del 18% all'anno (Eni, 2011). Un progetto di Eni è proprio quello di utilizzare 7 "nuove" colture per la produzione di bio-plastica, bio-lubrificanti e bio-additivi per elastomeri. Molte di queste piante non sono mai state coltivate su larga scala, ma utilizzate per brevi progetti e poi abbandonate anche se l'Unione Europea ha sempre dimostrato un grande interesse per le colture da olio, adatte a rimpiazzare i prodotti derivati dal petrolio anche per ridurre la dipendenza dell'Europa da materiali grezzi importati e non rinnovabili.

In uno studio l'olio di cartamo è stato trattato chimicamente con una reazione di trans-esterificazione in alcol metilico con l'aggiunta di idrossido di sodio (NaOH) per la produzione di biodiesel. L'olio esterificato è stato quindi miscelato con diesel al 5%, 20% e 50% e sono state valutate le performance e le emissioni. I risultati hanno dimostrato che l'olio di cartamo utilizzato come biodiesel ha caratteristiche positive sia in termini di riduzione delle emissioni che come alternativa al gasolio. La sostenibilità delle oleaginose da energia è possibile, ma vanno valutati e valorizzati i coprodotti come il pannello e l'interramento dei residui nei sistemi in rotazione; è necessario cominciare a ridurre gli input a partire dai più impattanti (come i concimi ureici); non va trascurato l'insieme di variabili che si generano nella fase "di campo" ed

occorre stabilire quanto pagare l'agricoltura virtuosa in merito al discorso di sequestro ed emissioni di CO2.





## 1. *Carthamus tinctorius* (L.),

*Carthamus tinctorius* (L.), noto nella terminologia popolare come zafferanone, zafferano bastardo o matto o officinale, zafranùn, zafràn, urfaru, gruogo, è originario di Asia, Isole Canarie, Egitto, Europa meridionale. Il suo nome deriva dall'arabo kortum e dall'ebraico kartami, che significano colore. Appartiene alla famiglia delle Compositae o Asteraceae, è una specie annuale, alta da 10 a 60 cm, dalle foglie oblunghe dentate e spinose, ricche di vitamina C. I fiori, minuscoli, giallo-aranciati, riuniti in grandi capolini solitari, appaiono in estate. Sono circondati da vistose brattee che terminano con filamenti a ciglia. I petali possono essere utilizzati come sostitutivo dello zafferano, oppure per colorare stoffe, produrre cosmetici o ricavare cartamina (rosso vegetale). Il seme contiene elevate quantità di acidi grassi polinsaturi, soprattutto acido linoleico, ma ci sono varietà anche con alto contenuto di acido oleico. Si tratta, pertanto, di una coltura con grandi potenzialità, coltivata da secoli per le proprietà tintorie dei petali, come aromatizzante, come medicamento e come oleaginosa per la produzione di olio ad uso alimentare. Il cartamo è stato rinvenuto in Egitto, probabilmente introdotto dall'area dell'Eufrate, dove fu coltivato 4.000 anni fa e, inizialmente, utilizzato per le sue proprietà coloranti (in preparazioni cosmetiche oltre che per colorare i tessuti), mentre, solo intorno al II secolo a.C., si ha traccia dell'uso del cartamo come pianta da olio.

Oggi, l'interesse per questa coltura deriva principalmente dalla qualità del suo olio, dalla rusticità della pianta, dal suo comportamento xerofitico, dalla possibilità di meccanizzare la raccolta e, non ultimo, dalla resistenza alla predazione degli uccelli. L'olio di cartamo viene prodotto commercialmente ed esportato da più di 50 anni, con una

produzione mondiale di seme stimata in circa 1 Milione di tonnellate. L'achenio è costituito per il 33-60% dai tegumenti e dal 40-67% dalla mandorla. Il contenuto di olio nel seme varia dal 20 al 40% in relazione alla varietà e alle condizioni ambientali. In relazione alla sua composizione acidica, l'olio può essere utilizzato sia per usi industriali, che nel settore alimentare. Nel mondo, la coltura occupa una superficie di 1.134.000 ha ed il continente dove il cartamo ha la maggiore diffusione è l'Asia (820.000 ha), con una forte concentrazione in India (710.000 ha), dove è coltivato principalmente come coltura oleaginosa, con la raccolta dei soli acheni. In Cina, invece, la destinazione è prevalentemente quella per impieghi fitoterapici, come colorante e aromatizzante alimentare.

La coltivazione del cartamo, in Italia, interessa una modesta superficie, concentrata soprattutto nelle regioni meridionali. In queste aree, infatti, il cartamo potrebbe sostituire, con indubbi vantaggi, altre specie da olio oggi a semina strettamente primaverile. La specie è stata, tuttavia, oggetto, negli anni '80 dello scorso secolo, di intense e significative ricerche molte delle quali finanziate dall'allora Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, i cui risultati hanno messo in evidenza come esso possa costituire un'importante coltura per le aree aride del centro-sud del nostro Paese. La mancata diffusione della coltura nell'Italia centro-meridionale può attribuirsi soprattutto all'assenza del sostegno comunitario di cui, invece, hanno usufruito altre colture oleaginose, e alla carenza di informazioni tecnico-scientifiche. Sebbene in Italia la diffusione di questa coltura sia limitata, le ricerche condotte dal mondo scientifico, hanno reso disponibile una serie di varietà dalle buone prestazioni quantitative e qualitative.

Con l'evoluzione della norme di Politica Agricola Comunitaria, questa coltura può trovare oggi spazi di affermazione in molte aree non irrigue

collinari dove il progressivo abbandono dell'agricoltura ha aumentato i rischi di erosione e di perdita di fertilità dei suoli, e dove è difficile intravedere un significativo incremento della coltivazione del girasole. Il cartamo, soprattutto con le varietà a semina autunnale, è dunque, una specie oleaginosa alternativa da rilanciare, ed è particolarmente adatta ad essere coltivata nei sistemi cerealicoli dell'Italia centro-meridionale, come coltura a ciclo vernino da attuarsi in regime asciutto. L'agricoltura si confronta ormai da tempo con la necessità di garantire un reddito adeguato all'operatore agricolo, soddisfare le crescenti esigenze del consumatore attento alla qualità dei prodotti e salvaguardare il cittadino sempre più esigente in materia di tutela ambientale.

La ricerca di possibili colture alternative ed innovative ai cereali e alle colture industriali da inserire nei sistemi tradizionali dei diversi areali, rappresenta uno strumento estremamente importante al fine di migliorare la sostenibilità agronomica, economica ed ambientale dei sistemi colturali stessi. In quest'ottica, la coltivazione del cartamo potrebbe offrire interessanti opportunità nella diversificazione dei sistemi agricoli, come quelli tipici della collina toscana, rappresentando un valido strumento per aumentare la sostenibilità agro-ambientale, la differenziazione dei sistemi colturali tradizionali e, conseguentemente, concorrere a diversificare e elevare il reddito aziendale. Ciò potrebbe contribuire al mantenimento delle attività agricole in zone che oggi sembrano destinate all'abbandono di ogni forma di agricoltura. Inoltre, l'introduzione di nuove colture, come il cartamo, potrebbe rivestire un ruolo importante, sia a livello locale che globale, nella gestione, nel monitoraggio e nella conservazione della biodiversità, nell'ottica di un'agricoltura multifunzionale e più sostenibile.

L'interazione fra biodiversità e ambiente potrebbe permettere di superare, mediante nuove strategie, la tradizionale separazione tra

aspetti tecnici, di ricerca innovativa e quelli economico-sociali; si tratta quindi di valorizzare la biodiversità come “capitale naturale” che trovi il punto focale nei servizi dell’ecosistema, nella gestione delle aree protette, nel restauro ambientale, nell’allevamento animale e vegetale, negli orti botanici, nei giardini storici e zoologici, nelle collezioni di microrganismi, nelle banche del germoplasma e nella valorizzazione delle peculiarità agro-alimentari locali. Da anni ormai sono in atto processi di perdita di biodiversità intraspecifica, noti anche come fenomeni di «erosione genetica», che mettono a rischio di estinzione sia le specie vegetali che le razze animali di interesse agrario. Secondo una stima della FAO sulle risorse agrarie vegetali, circa tre quarti del patrimonio disponibile all'inizio del secolo scorso è stato perduto. Pertanto, anche la tutela della biodiversità nel settore agricolo risponde all'esigenza, fortemente sentita negli ultimi anni, di conciliare un'agricoltura produttiva con la tutela degli ecosistemi, mantenendo la complessità e la ricchezza genetica delle specie agricole, sia quelle coltivate che quelle selvatiche. La conservazione delle specie a rischio è particolarmente utile nelle aree ad agricoltura tradizionale, dove è più facile garantire l'integrazione tra la risorsa genetica, l'ambiente naturale e antropico e sostenere le filiere produttive dei prodotti tipici. Inoltre, le conoscenze locali e le tradizioni culturali formano parte integrante della gestione della biodiversità agricola. Infatti, la tendenza alla monocoltura e all'appiattimento genetico può essere contrastata a livello locale con la partecipazione dell'attore scientifico e politico per far conoscere al consumatore le problematiche connesse.

## 2. Origine e diffusione

Il cartamo è originario dell'area mediterranea e del vicino Oriente, del sud dell'ex Unione Sovietica, dell'est dell'Iran, dell'Iraq, della Siria e del sud della Turchia, Giordania ed Israele, dove si trovano diverse specie selvatiche affini come *C. flavescens*, *C. oxycantha* e *C. palaestinus* (Mosca, 1998). Le prime ipotesi avanzate riguardo l'origine del cartamo (*C. tinctorius*) ritenevano che i suoi progenitori fossero *C.oxycantha* e *C.palaestinus*; successivamente, una seconda ipotesi portò a pensare anche a *C. persicus*. In seguito alle analisi filogenetiche è risultato che il cartamo deriva dalla specie *Carthamus palaestinus* (Chapman e Burke, 2007). La sua coltivazione è iniziata in Cina, India, Persia ed Egitto fin dai tempi della preistoria, mentre, durante il Medioevo, è stato coltivato in Italia, Francia e Spagna. Dopo la scoperta dell'America, gli Spagnoli lo importarono in Messico, poi in Venezuela e Colombia. E' stato introdotto negli Stati Uniti nel 1925. La coltura del cartamo trova i suoi areali tipici di coltivazione in ambienti caldi e aridi anche con piogge scarse, che possono essere individuati in una fascia compresa tra i 20° di latitudine sud e i 40° di latitudine nord. Nel 2017, i Paesi con la maggiore superficie investita a cartamo erano l'India (704.000ha), il Messico (97.000 ha), gli Usa (95.000 ha) e l'Etiopia (69.000 ha), seguiti da Australia (34.000 ha), Argentina (21.000 ha), Cina (11.000 ha) e Russia (6.000 ha).

L'importanza del cartamo come oleifera è aumentata negli ultimi anni, in concomitanza con il crescente interesse verso la produzione di biocarburanti. Analizzando i dati FAO, infatti, è possibile notare come nel corso degli anni, passando dal 2018 al 2021, gli ettari totali coltivati a cartamo abbiano subito un notevole incremento, a dimostrazione del

crescente interesse nei confronti di questa coltura caratterizzata da elevata rusticità, e dalla possibilità di essere coltivata in sistemi colturali a bassi input, spesso in avvicendamento con i cereali, grazie soprattutto alla sua tolleranza allo stress idrico e salino. Nel 2018 gli ettari totali nel mondo occupati dal cartamo per la produzione di seme sono stati 718.017 per poi aumentare nel 2020 a 794.913 ha e diventare nel 2021 ben 812.195 ha di cui: - 1.404 ha in Europa

- 32.104 ha in Africa

- 401.862 ha nelle Americhe

- 367.325 ha in Asia

### 3. Descrizione botanica

Il cartamo è una specie erbacea annuale appartenente alla famiglia delle Compositae o Asteraceae.

La radice è carnosa, fittonante, con numerose radici laterali di più piccole dimensioni, ed è capace di approfondirsi nel suolo fino a 2-3 m di profondità. Il profondo radicamento permette alla pianta di avere a disposizione un'ampia area di terreno dalla quale attingere acqua e nutrienti; tuttavia un terreno argilloso e secco può ostacolare lo sviluppo radicale.

Lo stelo è rigido, legnoso a maturità, cilindrico, glabro di colore verde, glauco-grigio, con sottili scanalature longitudinali; la sua circonferenza al momento della maturità a livello del suolo varia da 3 a 12 cm.

Dallo stelo centrale partono le ramificazioni primarie, dalle quali si originano le secondarie, terziarie e quaternarie; l'angolo che si crea tra lo stelo e la ramificazione primaria è una caratteristica varietale che dipende sia da fattori genetici, sia da fattori ambientali e varia da 30 a 70°.

L'altezza della pianta varia da 30 a 200 cm ed è influenzata, non solo da fattori genetici, ma anche dall'epoca di semina, umidità del terreno, fertilità, fotoperiodo e temperatura. Alcune varietà presentano numerose spine sulle brattee e sulle foglie. Generalmente è coltivata in aree con climi caldo-secchi.

Le foglie generalmente sono intere, oblunghie, sessili ed alterne; la lunghezza varia da 10-15 cm e la larghezza da 2,5 a 5 cm. La presenza di spine è una caratteristica varietale. Le ramificazioni terminano con capolini costituiti da circa 30 fiori ognuno, ma possono arrivare fino a 180. Ciascun fiore (fig.1.2) è composto da una corolla tubolare, divisa in

5 lobi, con 5 stami ad antere saldate su un lungo stigma bifido.

Il ricettacolo è circondato da molte brattee spesso spinescenti. Il colore dei fiori varia dalla tonalità giallo intenso, la più comune, ad arancione, rosso e bianco. La fioritura è scalare: inizia prima dai capolini delle ramificazioni primarie e poi, a seguire, da quelli delle ramificazioni secondarie, terziarie e quaternarie, mentre a livello dei capolini si verifica in primo luogo nei fiori esterni e progredisce in modo centripeto verso il centro del capolino. Il periodo di fioritura varia dalle 4 alle 6 settimane.

La dimensione delle infiorescenze in diametro è compresa tra 1,25 a 4,00 cm ed il numero di capolini per pianta varia da 5 a 50. Inoltre è stato dimostrato che il numero di semi è positivamente correlato con la loro larghezza. La temperatura ottimale per la fioritura è compresa tra 24 e 32°C.

Il numero di capolini per pianta è fortemente influenzato dalla densità d'impianto; densità d'impianto più fitte determinano un minor numero di ramificazioni, mentre un numero più basso di piante per unità di superficie determina una maggiore ramificazione con conseguente incremento del numero di capolini per pianta.

I frutti sono acheni con un tegumento che può essere liscio o ruvido, bianco o con sfumature grigie e marroni ed il "seme" in genere non ha il pappo e se presente si trova sugli acheni centrali del capolino ed è di piccole dimensioni. Nella maggior parte delle varietà, il seme si presenta con quattro leggere costole longitudinali che conferiscono una forma romboidale alla sua sezione trasversale.

La dimensione degli acheni dipende dalla varietà e dalle condizioni in cui è cresciuta la pianta e in generale la lunghezza è di 6-7 mm, con un peso di 1000 semi intorno a 40 g, quindi circa 25.000 semi al kg . La varietà Gila, ad esempio, ha semi la cui lunghezza è 6-9 mm e il peso



dei 1000 semi è di circa 40 g, mentre la varietà indiana Bagewadi ha il peso dei 1000 semi di 100 g.

L'achenio è composto per il 33-45% in peso dal tegumento e per un 55-65% dalla mandorla (Pahlavani, 2005; Singh, 2007); l'achenio tal quale contiene un 27-32% di olio, 5-8% di umidità, 14-15% di proteine, 2-7% di ceneri e 32-34% di fibre. A percentuali di tegumento alte corrispondono percentuali di olio e proteine basse. Tuttavia un tegumento troppo sottile può creare danni durante la raccolta meccanica, trebbiatura, trattamento e stoccaggio. La maturazione del seme si raggiunge 4 settimane dopo la fioritura.

#### 4. Ciclo biologico

##### Emergenza e crescita iniziale

Il cartamo normalmente emerge dal suolo dopo 1-3 settimane dalla semina, e si sviluppano subito i cotiledoni che si comportano come prime foglie. Tuttavia le prime foglie vere emergono successivamente, ed esse andranno a formare una rosetta di foglie, che può tollerare temperature fino a  $-7^{\circ}\text{C}$ . La crescita durante la fase di rosetta è inizialmente lenta durante il periodo invernale, quando le temperature sono basse e il fotoperiodo breve.

Questa fase, in genere, ha una durata di 20-39 giorni ed è influenzata da diversi fattori quali la tecnica colturale, la temperatura ed il fotoperiodo. Un aumento del fotoperiodo, da 10 a 14 ore, riduce la fase di rosetta da 39 a 23 giorni.

## Allungamento dello stelo e formazione delle ramificazioni

La fase di allungamento dello stelo e formazione delle ramificazione è più rapida rispetto a quella di rosetta, e ciò è determinato dal fatto che, in contemporanea, si ha un aumento delle temperature medie e del fotoperiodo. Inoltre, è stato osservato che, temperature di  $-4^{\circ}\text{C}$  durante questa fase possono causare la spaccatura dello stelo e quindi la diminuzione della produzione e, nei casi più gravi, la morte della pianta.

Il numero di ramificazioni prodotte è importante per determinare la resa, in quanto influenza il numero di capolini per pianta.

La semina precoce permette di ottenere una rosetta di grandi dimensioni composta da numerose foglie vere, e quindi piante più grandi; tuttavia una crescita vegetativa eccessiva aumenta la richiesta di acqua e può portare all'esaurimento dell'umidità nel suolo prima della maturità, diminuendo la resa.

Una semina ritardata riduce il periodo della rosetta e la crescita delle ramificazioni .

## Fioritura

Il periodo della fioritura varia dalle 4 alle 6 settimane e dipende dalla temperatura, dal fotoperiodo, dall'epoca di semina e dalle tecniche colturali adottate. Le alte temperature e le condizioni di siccità non influenzano negativamente la fioritura se nel frattempo si apporta la giusta quantità di acqua alla coltura. A maturità le piante diventano rigide e legnose e questa caratteristica permette loro di sopportare sia il vento, sia la grandine. Tuttavia le eccessive precipitazioni in questa fase riducono la resa e la qualità di olio, inibiscono l'impollinazione, favoriscono la diffusione di malattie e la germinazione del seme

all'interno del capolino. La fioritura avviene in modo scalare: prima interessa i capolini delle ramificazioni primarie, a seguire quelli delle ramificazioni secondarie e così via. Inoltre, all'interno del capolino, ha un andamento centripeto in quanto i primi a raggiungere la fioritura sono i fiori esterni seguiti da quelli più interni.

Il periodo che intercorre dalla fine della fioritura alla completa maturità è circa 4 settimane, mentre quello tra la semina e la raccolta varia in funzione della varietà, delle condizioni pedoclimatiche del sito di coltivazione, dell'epoca di semina.

Il ciclo biologico della pianta ha una durata variabile in relazione all'epoca di semina, oscillando dai 120-180 giorni (semina primaverile) ai 240 giorni (semina autunnale)

## 5. Requisiti climatici

Il cartamo è una coltura tipica delle zone temperate calde, preferisce altitudini piuttosto basse altrimenti la resa del seme e il suo contenuto in olio diminuiscono notevolmente, come è stato dimostrato a seguito di prove eseguite in Kenya a 1800 m di altitudine.

Le zone più idonee alla coltivazione sono:

Area centrale del sud dell'India, dove l'andamento climatico siccitoso nel corso del periodo primaverile favorisce un buon accrescimento della coltura, che non viene colpita da patogeni fungini;

Area mediterranea, con precipitazioni prevalentemente invernali, la coltura si semina in autunno oppure alla fine dell'inverno;

Nelle pianure degli Stati Uniti la coltura si semina in primavera, a volte con l'ausilio di interventi irrigui nelle fasi iniziali del ciclo colturale e giunge a maturazione in autunno.

## 6. Fabbisogno idrico

Il cartamo è una specie resistente alla siccità in quanto presenta un apparato radicale molto sviluppato che raggiunge fino ai 3 m di profondità e quindi ha a disposizione un' ampia area di sottosuolo dalla quale attingere acqua.

Tuttavia, anche se il cartamo è tollerante alla siccità, ha un elevato fabbisogno idrico, dovuto al lungo periodo di crescita della pianta. Dalle varie ricerche fatte, si è arrivati alla conclusione che le rese in acheni di circa 1 t ha si hanno quando la coltura riceve circa 275 mm di acqua, mentre rese di circa 4 t ha quando ne riceve circa 500 mm.

Nonostante il cartamo abbia una richiesta di acqua elevata, non tollera il ristagno idrico, in particolare quando le temperature sono maggiori ai 20° C. Nel momento in cui si verificano ristagni idrici superiori alle 48 ore si assiste alla morte dell'apparato radicale per asfissia, e si favorisce lo sviluppo di alcune malattie fungine, tra cui *Phytophthora*.

Le eccessive precipitazioni o periodi di nebbia durante la fioritura provocano la marcescenza dei capolini ed interferiscono con l'impollinazione.

Inoltre le precipitazioni prolungate quando i capolini sono maturi favoriscono la germinazione del seme al loro interno.

## 7. Temperatura

E' uno tra i parametri fondamentali che più influenzano le fasi fenologiche. Il seme dovrebbe essere seminato quando la temperatura del suolo è di circa  $4,4^{\circ}\text{C}$  , mentre la temperatura ottimale per l'emergenza delle piantine è di  $15^{\circ}\text{C}$ .

Durante la fase di rosetta, la pianta tollera bene temperature di  $-7^{\circ}\text{C}$ , e quindi non è suscettibile ai danni da gelo, i quali invece possono essere molto gravi se la pianta ha già sviluppato lo stelo. Infatti già a temperature di  $-4^{\circ}\text{C}$  si possono registrare spaccature e lesioni a livello dello stelo e delle ramificazioni.

I danni da gelo, in genere, sono più gravi per quelle varietà che hanno una fase di rosetta breve, rispetto a quelle con la fase di rosetta più lunga ed è stato studiato che una semina ritardata riduce il periodo di rosetta, e quindi rende le piante più suscettibili ai danni da gelo.

Questa specie tollera bene anche le alte temperature, tuttavia ciò dipende dall'equilibrio che si instaura tra l'umidità del suolo e la temperatura esterna. La diminuzione di umidità nel terreno, aggrava notevolmente gli effetti deleteri delle temperature elevate

## 8. Epoca di semina

Anche questo è un parametro fondamentale da rispettare per avere il massimo dei rendimenti e va calcolata localmente in quanto è fortemente influenzata dalle condizioni climatiche. Infatti, una semina ritardata, come già detto, riduce il periodo della fase di rosetta e fa sì che il periodo di fioritura coincida con le temperature alte, provocando così una diminuzione del contenuto di olio.

Invece una semina precoce permette di ottenere una rosetta di grandi dimensioni e quindi piante più grandi. Tuttavia una crescita vegetativa eccessiva aumenta la richiesta di acqua e può portare all'esaurimento dell'umidità nel suolo prima della completa maturazione degli acheni, diminuendo la resa.

Il cartamo è una specie longigiurna con esigenze elevate di intensità luminosa. Il fotoperiodo è influenzato anche dalla temperatura; infatti, se la temperatura permane al di sopra dei 20°C, la maggior parte delle colture avrà un periodo di accrescimento di 120 giorni circa; se le temperature invece sono basse, soprattutto durante le fasi fenologiche iniziali, il periodo di accrescimento sarà di 150 giorni ed oltre, a causa soprattutto del prolungamento della fase di rosetta.

La fecondazione non avviene a temperature maggiori di 40°C.

Il cartamo tollera meglio il vento e la grandine rispetto ai cereali. La grandine può danneggiare gravemente le giovani piantine, ma non è dannosa né per la rosetta, né per le piante mature che sono legnose.

## 9. Suolo

Il cartamo cresce molto bene in un terreno ben drenato, profondo, fertile, argillo-sabbioso. I terreni argillo-limosi tendono a formare la crosta superficiale con conseguenti problemi di emergenza delle plantule, ma allo stesso tempo questi tipi di suolo rappresentano la tipologia ideale per questa coltura, in zone dove sono frequenti le piogge.

La tolleranza alla salinità è moderatamente alta, tollera meglio il sodio, rispetto ai sali di calcio, magnesio anche se ciò dipende molto da varietà a varietà.

Tuttavia alti livelli di salinità riducono la percentuale di germinazione, la densità di piante sull'unità di superficie alla raccolta e di conseguenza le rese. Il cartamo tollera valori di pH compresi tra 5-8 ed un pH acido può aumentare la possibilità di attacco da parte di *Fusarium*, agente del marciume radicale.

Durante i periodi caldi i terreni sabbiosi limitano la produzione di cartamo in quanto hanno una bassa capacità di ritenzione idrica.



## 10. Tecnica colturale

### Semina

La procedura di preparazione del letto di semina è molto simile a quella per i cereali, con maggiore attenzione al controllo delle infestanti, all'umidità del suolo e alla sua struttura.

Quando si semina in pieno campo, è fondamentale utilizzare un seme di qualità, sano, privo d' impurità sul tegumento, accuratamente pulito e di varietà conosciuta; tutte queste proprietà sono i requisiti base per avere rendimenti soddisfacenti e migliori e per avere una percentuale di germinabilità elevata, circa 80%. Per ottenere un seme di questo tipo, le piante di cartamo vanno controllate in tutte le loro fasi fenologiche, soprattutto durante la maturità, quando si ha la formazione del seme, per prevenire eventuali malattie, marciumi ed altri danni. Infatti, ad esempio, lunghi periodi di caldo alternati a piogge prima del raccolto favoriscono lo sviluppo di *Alternaria* che può infettare il seme e trasmettere la malattia al raccolto successivo.

La concia del seme è una procedura importante da eseguire per diminuire l'incidenza delle malattie che potrebbero altrimenti essere trasmesse alle piante. Il trattamento con fungicidi ha, pertanto, lo scopo non solo di eliminare i patogeni associati al seme, ma anche quello di proteggere i semi e le piantine da poco germinate durante la fase iniziale di sviluppo dei patogeni presenti sia nel seme che nel suolo. Le sementi dovrebbero essere trattate preferibilmente 24 ore prima della semina, in quanto questa aumenta l'efficienza del fungicida.

Alcuni studi hanno confrontato dieci differenti fungicidi per il trattamento dei semi di cartamo al fine di individuare il principio attivo più efficace nel contrastare l'infezione da *Alternaria carthami*. I principi attivi messi a

confronto in questo studio sono stati: carboxin + thiram, fludioxonil, azoxystrobin, tebuconazole + metalaxyl + imazalil, mefenoxam + fludioxonil + mancozeb, azoxystrobin + mancozeb, mefenoxam + thiram, difenoconazole + mefenoxam, andmefenoxam + fludioxonil + azoxystrobin.

Il letto di semina deve essere ben affinato e privo di zolle. Nei terreni argillosi è bene ricorrere all'aratura estiva e ai lavori di successivo affinamento, al fine di eliminare qualsiasi strato compatto anche in profondità che possa contrastare lo sviluppo dell'apparato radicale fittonante, limitando gravemente la capacità della pianta di utilizzare l'umidità del sottosuolo. Il letto di semina deve essere abbastanza umido in superficie per far germinare i semi, inoltre l'umidità presente anche in profondità garantisce una buona crescita.

Nei primi stadi di sviluppo, soprattutto durante la fase di rosetta, la crescita delle piante è lenta (soprattutto in semina autunnale) e la coltura è poco competitiva nei confronti delle infestanti.

Per la semina del cartamo non sono necessari macchinari specializzati. Le seminatrici tradizionali usate per il grano sono adatte anche per la semina del cartamo e non sono richieste competenze specifiche. Possono essere utilizzate anche seminatrici pneumatiche di precisione.

### Epoca di semina

Il cartamo è una pianta da rinnovo con ciclo primaverile-estivo. Tuttavia, nelle zone più calde l'inizio del ciclo può anticiparsi all'autunno. Lo sviluppo del cartamo, infatti, dipende principalmente da due fattori: temperatura e fotoperiodo.

La temperatura minima di germinazione del cartamo è intorno a 4.5°C mentre quella ottimale è intorno a 15°C. Se la temperatura del terreno è

di 4-5°C, le piantine possono richiedere anche 30 giorni per emergere; invece se la temperatura del suolo al momento della semina è di 8, 12 e 21°C, i tempi necessari per l'emergenza sono rispettivamente di 21, 12 e 7 giorni.

Nelle regioni a clima temperato, la semina anticipata è rischiosa, in quanto le temperature fredde intorno a 0°C possono danneggiare i tessuti in via di formazione causando spaccature e lesioni anche gravi.

Perciò, nelle semine autunnali, da realizzarsi nelle condizioni dell'Italia centrale tra la metà di ottobre e la prima metà di novembre, è estremamente importante che la pianta si trovi nella fase di rosetta nel momento delle basse temperature invernali (il cartamo può resistere fino a -7°C) e non in fase di allungamento dello scapo, fase in cui la pianta è sensibile al freddo.

Inoltre, una semina troppo precoce risente, nel periodo iniziale, di condizioni climatiche favorevoli che causano un eccessivo sviluppo vegetativo e quindi un fabbisogno idrico maggiore e ciò può causare anche l'esaurimento delle riserve nel terreno. Ciò, però, non si verifica negli ambienti caratterizzati da una buona piovosità autunnale. Una semina ritardata riduce le rese in quanto la fioritura e la maturità vengono a coincidere con i periodi delle temperature elevate e delle precipitazioni scarse; inoltre riduce il periodo di rosetta rendendo così le piante più suscettibili ai danni da gelo.

L'epoca di semina influisce, in primo luogo sulla durata del ciclo biologico della coltura, per la sensibilità del cartamo all'entità della radiazione solare.

In linea generale, la durata del ciclo si accorcia, passando da una semina autunnale ad una primaverile.

Anche l'indice di superficie fogliare (LAI) e la produzione di sostanza secca sono fortemente influenzati dall'epoca di semina; la semina

autunnale risulta essere più produttiva di quella primaverile, anche se più rischiosa per la più alta frequenza di attacchi di ruggine.

### Densità d'impianto

E' importante stabilire il numero di piante a m e quindi la quantità di semi da impiegare al fine di ottenere una densità d'impianto adatta alla crescita. Tuttavia il cartamo è in grado di compensare una bassa densità d'impianto con una maggiore produzione di ramificazioni e quindi con piante più grandi e vigorose.

Prima di calcolare la densità d'impianto deve essere controllata la percentuale di germinabilità e la dimensione dei semi.

I fattori che influenzano la quantità di seme da impiegare per ettaro in ordine di importanza sono:

- metodo di produzione, coltura irrigata o meno;
- epoca di semina;
- distanza tra le file e metodo di semina;
- varietà;
- profondità di semina, struttura del suolo e fertilizzanti;

è importante apportare la giusta quantità di fertilizzanti, in quanto influenza la resa ed il tempo che la pianta impiega per raggiungere la maturità.

### Profondità di semina

La semina ottimale è su terreno fresco, ben affinato e livellato. Dopo la semina è possibile effettuare una rullatura per favorire un buon contatto tra i semi e il suolo. La profondità di semina varia in base al tipo di suolo e alle condizioni ambientali, ma normalmente è compresa fra 2 e 5 cm

(fig. 1.19). Una semina più profonda può ritardare l'emergenza e il vigore della pianta, rendendo le colture più sensibili a parassiti, malattie e erbe infestanti. Alcuni coltivatori tuttavia estendono la profondità di semina fino a 7 cm, ma ciò è da evitare soprattutto in quei terreni soggetti alla formazione delle croste.

#### Distanza delle file

Il cartamo normalmente viene seminato come i cereali, mantenendo una distanza sulle file di 18-36 cm. Inoltre le file ravvicinate consentono una maggiore competizione nei confronti delle piante infestanti, mentre file più larghe sono più adatte al controllo delle infestanti con mezzi meccanici. La semina deve essere realizzata su terreno ben preparato, in file la cui distanza può ridursi fino a 45 cm.

#### Concimazioni

Il cartamo è dotato di un apparato radicale profondo in grado di utilizzare le riserve nutrizionali del terreno. Ha notevoli esigenze di azoto e potassio, moderate di fosforo. L'applicazione dei concimi deve essere fatta al momento delle lavorazioni secondarie di preparazione del terreno per la semina. In copertura, possono essere anche utilizzati concimi fogliari, nel qual caso i nutrienti vengono assorbiti direttamente dalle foglie. La scelta del tipo di concime dipende dal tipo di suolo, dai residui dei nutrienti, umidità e anche dalla resa che si vuole ottenere. In genere vengono fatte delle analisi del terreno, prelevando dei campioni a circa 120 cm di profondità e considerate le asportazioni operate dalla

coltura precedente e gli eventuali apporti tramite la fertilizzazione e i residui colturali.

#### Azoto

La risposta della coltura alla somministrazione di azoto è, generalmente, più pronunciata rispetto a quella degli altri nutrienti. L'azoto può fortemente influenzare la crescita delle piante, la resa in seme e, anche, la composizione del seme. Non ha effetto, invece, sul contenuto in olio e sulla composizione chimica dell'olio, a meno che non vengano applicate dosi di azoto eccessive.

Sembra che l'azoto aumenti le rese in seme principalmente a causa del suo effetto sul numero di capolini per pianta e, in minor misura, sull'aumento del numero di semi per capolino. L'azoto da solo ha poco o nessun effetto sul peso o la composizione dei semi, mentre, se associato al fosforo e al potassio, il contenuto di azoto del seme può essere significativamente aumentato.

Il momento dell'applicazione, strettamente correlato alle condizioni ambientali del sito di coltivazione, così come la tipologia di azoto somministrato risultano di fondamentale importanza. È stato osservato come l'applicazione di azoto sotto forma di urea determinasse rese più basse rispetto a quelle ottenibili a seguito di una concimazione azotata con nitrato ammonico o solfato ammonico. Inoltre, se l'azoto viene applicato al momento della formazione dei germogli o addirittura in fioritura, non si ha nessun effetto sulla resa in seme finale. Anche la quantità di azoto distribuita gioca un ruolo determinante.

Un'eccessiva quantità di azoto, infatti, può far aumentare la fase vegetativa con il conseguente esaurimento delle riserve di acqua prima della fioritura e della maturazione, con conseguente diminuzione delle rese. Numerose ricerche sono state realizzate al fine di individuare le

dosi ottimali di azoto. Studi hanno individuato una dose ottimale di azoto pari a 40 kg N ha distribuito in copertura. In una prova condotta in sud Italia, si individua come ottimale la dose di 75 kg N ha . Altri riportano come ottimali dosi di azoto comprese tra 80 e 100 kg N ha .

#### Fosforo

Le richieste di fosforo da parte del cartamo sono moderate e questo macronutriente contribuisce ad accorciare la durata delle fasi finali del ciclo. Un adeguato apporto di fosforo è, comunque, fondamentale per ottenere alte rese. Ogni tonnellata di semi di cartamo contiene 4,3 kg di fosforo, così un raccolto da 2,5 t/ha asporterebbe  $2,5 \times 4,3 = 11,75$  kg di fosforo dal terreno.

#### Potassio

Il cartamo usa una moderata quantità di potassio. Il potassio è un elemento poco mobile nel terreno, quindi è bene applicarlo vicino al seme. Laddove la somministrazione di potassio è necessaria, devono essere comunque presenti adeguati livelli di azoto e fosforo in quanto l'applicazione del solo potassio è raramente sufficiente. Generalmente, nelle regioni del Mediterraneo e dell'Asia minore, applicazioni di potassio non sono richieste e, in Turchia ed Italia questo macronutriente può, in alcuni casi, diminuire leggermente le rese.

#### Zolfo

Molti terreni contengono livelli di zolfo adeguati per la produzione del cartamo. Tuttavia per controllare tali livelli si ricorre all'analisi del terreno e se necessario piccole quantità di zolfo possono venire applicate mediante i concimi complessi.

Magnesio, Ferro e Zinco

Se necessario, possono essere applicati come concimi fogliari, 6 settimane dopo la semina.

## Irrigazione

In generale, la coltura del cartamo non necessita di interventi di irrigazione, soprattutto in semina autunnale. La resa aumenta con una maggiore disponibilità idrica nel periodo dalla formazione del capolino alla maturazione, mentre un eccesso di pioggia, soprattutto dopo che è iniziata la fioritura aumenta il rischio di attacchi fungini, in particolare della ruggine (*Puccinia carthami*). Il cartamo può essere coltivato con successo su terreni ben drenati. Importante è evitare i lunghi periodi di ristagno, in quanto la sommersione delle radici in acqua per oltre 48 h, porta alla morte dell'apparato radicale per asfissia e si creano le condizioni adatte allo sviluppo di malattie radicali come *Phytophthora*. La coltura viene condotta nelle regioni centro-meridionali nel nostro Paese in asciutto oppure con interventi irrigui di soccorso.

L'eventuale irrigazione dovrebbe cessare dopo la fioritura perché la richiesta di acqua durante la formazione del seme deve essere soddisfatta dalle riserve del suolo.

Nelle aree aride per ottenere rese più alte, deve essere eseguita un'irrigazione abbondante prima della semina mentre durante la crescita della pianta vengono effettuati modesti apporti irrigui.

Le colture irrigue necessitano di 500-750 mm di acqua e nelle regioni aride è meglio apportare il 60% di questa quantità prima della semina.

## Controllo infestanti



Non ci sono, ad oggi, diserbanti registrati per il cartamo, tranne che in Canada dove è registrato il trifluralin e l'ethalfluralin per il controllo di pre-emergenza ed il sethoxydim per applicazioni in post-emergenza. In una sperimentazione condotta è stato messo in evidenza come con un'infestazione costituita prevalentemente da *Avena ludoviciana*, *Alopecurus myosuroides*, *Papaver rhoeas*, *Sinapis arvensis* e *Fallopia convolvulus* il propyzamide utilizzato in pre-emergenza abbia evidenziato un'attività completa e prolungata. Linuron, diuron e pendimethalin, tutti distribuiti in pre-emergenza, hanno manifestato un'azione buona sulle infestanti a foglia larga, ma parziale o assente verso le malerbe graminacee il cui controllo successivo deve essere affidato a trattamenti con graminicidi specifici di post-emergenza.

Buoni risultati in pre-emergenza, per il controllo di infestanti graminacee e dicotiledoni a foglia larga, sono stati ottenuti con erbicidi contenenti come principi attivi trifluralin, pendimethalin, e EPTC.

Buoni risultati sono stati ottenuti anche con propyzamide in pre-emergenza, da solo o in miscela con linuron o pendimethalin.

Metodi alternativi al diserbo chimico sono rappresentati da interventi meccanici, attraverso l'uso di diverse tipologie di sarchiatrici in grado di controllare le infestanti tra le file e sulla fila. Interessante, potrebbe essere l'abbinamento tra diserbo chimico e metodi alternativi (meccanici, fisici e agronomici).

## Raccolta e conservazione

La raccolta viene effettuata quando la pianta è quasi completamente disseccata e la granella ha un'umidità del 9-10%. La raccolta può essere normalmente fatta 35-40 giorni dopo la fioritura e tale operazione si realizza con mietitrebbia tradizionale da grano e non necessita di

accorgimenti particolari. La raccolta di cartamo è semplice e non ci sono periodi ristretti durante i quali va eseguita; infatti una coltura matura può essere lasciata in campo fino ad un mese dopo la maturazione degli acheni, con una piccola perdita per deiscenza del seme. Tuttavia alcune specie di volatili come, ad esempio, i pappagalli in Australia e le colombe bianche in California, rappresentano una seria minaccia per le colture mature di cartamo, in quanto invadono i campi cibandosi dei semi.

Un metodo pratico, per capire se la pianta è pronta alla raccolta, consiste nel prendere un capolino e schiacciarlo tra le mani; se il seme si separa facilmente dal capolino, la pianta è pronta per la raccolta. Il cartamo dovrebbe essere raccolto quando il contenuto di umidità del seme è al di sotto di 8%, preferibilmente 5%. Si può anche raccogliere quando il contenuto di umidità del seme è tra 12 e 14 %, ma successivamente deve essere essiccato. L'essiccazione artificiale è costosa e può essere dannosa per il seme; temperature di 30°C sono ideali, mentre temperature maggiori compromettono la struttura degli acidi grassi. Dove possibile, la coltura dovrebbe essere lasciata in campo a seccare naturalmente.

La mietitrebbia del grano è molto adatta per la raccolta del cartamo, ma non può essere trebbiato così velocemente come il grano o l'orzo, e quindi deve essere ridotta la velocità di avanzamento della macchina. Nelle regioni tropicali dove spesso è presente la rugiada nelle stagioni secche, è necessario rimandare la raccolta al momento che le piante sono asciutte. Una crescita eccessiva delle infestanti vicino alle colture mature, rende la raccolta più difficile.

Per la conservazione del seme sono molto adatti i silos da grano, a condizione che il contenuto di umidità del seme sia intorno al 5%. Nei silos dove viene essiccato il seme si può far circolare anche dell'aria, ma

questa è una tecnica poco praticata per gli alti costi dell'installazione del sistema. Viene invece praticata in quelle aziende che producono sementi certificate destinate alla riproduzione. In particolare devono essere controllate la temperatura e l'umidità, e con un'umidità del 4-7% ed una temperatura costante di  $-10^{\circ}\text{C}$  /  $-12^{\circ}\text{C}$ , la germinabilità dopo 8 anni è oltre 80%.

## Riproduzione

Il cartamo è una specie autogama con una percentuale di fecondazione incrociata inferiore al 10%. Secondo Alba (1986) nel cartamo, il sistema riproduttivo è intermedio tra la completa autogamia e allogamia e la produzione di seme può risultare notevolmente influenzata dalla presenza di pronubi. Api o altri insetti sono in genere necessari per la fecondazione ottimale e la massima resa.

Questi vengono attratti dai campi di cartamo durante il periodo della fioritura, perché i fiori sono ricchi di polline e nettare. Nel secolo scorso negli Stati Uniti sono state condotte delle prove sulla varietà Gila che hanno dimostrato che le api possono far aumentare le rese medie del 5% o più, soprattutto nelle zone in cui gli impollinatori erano poco diffusi. Gli impollinatori predominanti nei campi di cartamo sono api, *Apis mellifera*, e, in misura minore, bombi e vari ditteri. La resa del seme delle piante dalle quali gli insetti sono stati esclusi durante la fioritura è pari a 785 kg/ha di seme puro, mentre la resa delle piante nelle quali l'accesso agli insetti è stato illimitato, è di 1700 kg/ha. Dunque l'efficienza dei bombi come agenti d'impollinazione è ovvia; infatti questi hanno reso efficace l'impollinazione anche in quelle piante dove c'era poca quantità di polline.

## Fitopatogeni e insetti dannosi

Le malattie che attaccano il cartamo si diffondono maggiormente quando ci sono condizioni di umidità e temperature calde. Il loro controllo avviene con le rotazioni, la selezione di varietà resistenti, l'utilizzo di seme puro e la selezione di terreni adatti.

### *Cuscuta campestris* e *Orobanche crenata*

Ambedue i patogeni sono fanerogame parassite prive di clorofilla e per sopravvivere traggono alimento dalle piante ospiti inviando austori all'interno del tessuto conduttore. I soggetti colpiti nei casi più gravi presentano una riduzione di sviluppo e sintomi di sofferenza; la cuscuta, in particolare, ramificandosi ripetutamente forma fitti grovigli sotto i quali l'ospite scompare.

### *Puccinia carthami* Cda.

La *Puccinia carthami* (agente della ruggine) è un fungo autoico, macrociclico responsabile della malattia più importante dal punto di vista economico che attacca il cartamo. Infatti è una malattia endemica che attacca le piante dalla fase di emergenza fino a quella di fioritura. Se l'attacco avviene sulle piante giovani, le pustole della ruggine appaiono alla base della pianta la quale può morire; se avviene sulle piante mature, in un primo momento, sono di colore giallo, e con il progredire della malattia si allargano fino a 3 mm di diametro e diventano di colore rossiccio e marrone delimitate da un bordo giallo e sono visibili sulle foglie e sullo stelo. Le condizioni favorevoli sono temperature di 15, 20 e 25°C e presenza di umidità; mentre temperature di 30-35°C ostacolano la malattia. Le più elevate percentuali di infezione del patogeno si sono avute con la semina autunnale rispetto a quella primaverile.

Controllo: rotazione delle colture, concia del seme e semina su terreno non infettato da questo patogeno in precedenza.

*Phytophthora drechsleri* Tuck

E' una malattia fungina che causa il marciume radicale, molto frequente nelle colture irrigue. I rendimenti possono essere significativamente ridotti in base ai tempi e all'estensione dell'infezione. Le spore possono essere trasportate dal vento e dalle gocce di acqua.

In genere si manifesta 4 o 5 giorni dopo la pioggia e le piante appaiono scolorite e dopo poco muoiono. Le condizioni favorevoli sono temperature diurne di 30-32°C.

Controllo: evitare terreni con scarso drenaggio, ristagni idrici, ridurre le infestanti che possono essere fonte di inoculo.

*Sclerotinia sclerotium*

E' una malattia fungina che causa l'appassimento dello stelo o la sua marcescenza in quanto è responsabile del disfacimento della corteccia a livello del colletto, dove si può sviluppare un fitto micelio biancastro con produzione di numerosi sclerozi.

I sintomi, per quanto riguarda la parte epigea, assomigliano a quelli del marciume radicale causato da *Phytophthora*. Le piante diventano giallo-chiare, appassiscono, diventano marroni e poi muoiono; le radici generalmente non sono infettate. Ad uno stadio più avanzato i capolini possono cadere dalle piante infette, e rimangono attaccate solo le brattee. Il fungo persiste nella forma di sclerozio nel terreno e sulle parti di pianta e dal momento che ha una vasta gamma di ospiti.

Le tecniche di controllo risultano in generale di difficile applicazione; tuttavia la distruzione del materiale infetto, arature profonde e diserbo possono prevenire la diffusione della malattia.

*Verticillium* spp. particolarmente *V. albo-atrum* R. & B.

E' una malattia che causa l'appassimento della pianta. Alcune piante possono morire prima della fioritura, altre sviluppare dei capolini sterili, e altre producono dei grandi capolini che contengono semi di piccole dimensioni. Le foglie più basse sono gialle a livello delle nervature, con progressiva decolorazione proseguendo verso l'alto.

All'inizio solo un lato della pianta è attaccato e l'attacco avviene in qualsiasi fase della crescita, soprattutto durante i periodi non troppo caldi. Le piante infette in genere maturano più velocemente di quelle sane. *Verticillium albo-atrum* è polifago in quanto attacca anche altre colture tra cui cotone, sorgo, arachidi e il cartamo non dovrebbe seguire o precedere queste colture in una rotazione dove l'incidenza della malattia è alta.

Controlli: la resistenza all'appassimento da *Verticillium* esiste ed è presente in alcune varietà commerciali.

*Fusarium oxysporum* forma *carthami*

Anche questa è una malattia fungina responsabile dell'appassimento della pianta. La malattia è caratterizzata da un ingiallimento unilaterale delle foglie e a volte dalla morte delle ramificazioni del lato infetto, generalmente prosegue fino alla fioritura sullo stelo principale. I capolini sono appassiti. I sintomi sono isolati, macchie circolari o irregolari marroni, alcune di diametro di 3-10 mm sulle foglie più basse. Le macchie sono leggermente depresse, con un bordo giallastro e a volte con anelli concentrici. Le foglie attaccate diventano marroni e malformi, con necrosi nelle parti internervali. Piccole e nere fruttificazioni del patogeno sono, sia sulla pagina superiore, che inferiore. In condizioni di umidità le macchie risultano vellutate, grigio-bianche a causa della produzione di spore.

Le condizioni favorevoli sono umidità nell'atmosfera con poco vento. Le moderne cultivar disponibili sono resistenti all'appassimento di *Fusarium*, *Alternaria* spp, *Cercospora* spp. La malattia può attaccare le piante in quasi tutte le fasi della crescita quando le condizioni ambientali sono favorevoli, e può verificarsi poche settimane dopo l'emergenza o quando c'è la fioritura. Se l'infezione diviene severa, il patogeno può attaccare anche le ramificazioni e successivamente entrare anche nei capolini. Se il fungo invade il fiore, questo appassisce. L'infezione dei capolini porta a non avere semi

*Alternaria carthami* e *Alternaria alternata*.

E' una malattia fungina che attacca tutte le parti della pianta e la trasmissione avviene principalmente per seme in quanto i patogeni si localizzano nei tegumenti. In genere il seme infetto ha dimensioni e contenuto in olio ridotto. E' la malattia più grave che attacca il cartamo con una pesante riduzione dei rendimenti, di oltre 50%.

I primi sintomi possono manifestarsi subito dopo l'emergenza sotto forma di necrosi dello stelo, che nei casi gravi determinano la morte delle plantule giovani.

Per tutta la durata del ciclo vegetativo del cartamo si può assistere alla differenziazione di tacche necrotiche di varie dimensioni su entrambe le pagine fogliari. Queste lesioni con il passare del tempo aumentano in numero e occupano gran parte della superficie fogliare. Dopo la fioritura, prolungati periodi di umidità e temperature alte consentono ad *Alternaria* spp. di infettare i semi mediante i quali i parassiti si diffonderanno in nuovi appezzamenti.

Controllo: nella maggior parte dei casi, il controllo si realizza in fase preventiva attraverso una rotazione attenta delle colture, gestione delle stoppie e dei residui colturali. Il seme che proviene da colture infette non

dovrebbe essere usato per la semina. Esistono anche delle cultivar resistenti come Sironaria.

Altri patogeni che causano lesioni sulle foglie sono *Colletotrichum* spp. che causa l'antracnosi sia nel cartamo che in altre *Compositae*; *Macrosporium carthami* e *Macrophomina phaseolina* Maubl, che, in Australia, attaccano anche il cotone e il ricino e in India dove causano una malattia grave al sesamo. *Stemphylium* spp., *Phoma* spp. e *Septoria carthami* Mour. sono negli USA e Nord Africa.

Il marciume dei capolini o la muffa grigia sono causati da *Botrytis cinerea* Pers. che si trova comunemente sui semi di cartamo nelle zone dove ci sono dei lunghi periodi di alta umidità atmosferica prima e durante la fioritura. Le spore del fungo si diffondono con il vento e l'infezione dei fiori può avvenire in ogni momento da quando compare il germoglio fino alla fioritura. Il fungo attacca anche un ampio raggio di piante coltivate. I sintomi dell'infezione sono rappresentati dai capolini giallo-chiaro che successivamente diventano completamente decolorati. La fase di sviluppo nella quale i capolini vengono attaccati determina l'effetto sui semi vale a dire se il seme è completamente sviluppato, leggero o completamente assente. I capolini gravemente infetti si staccano dalla ramificazione.

Un altro marciume dei capolini è causato da *Ramularia carthami* Z. che fa diminuire fortemente la resa e qualità del seme. E' comune in USSR e in India. In quest'ultima sono state notate delle resistenze da parte di alcune varietà, alla malattia.

Dal cartamo sono stati isolati anche alcuni virus. Il sintomo che si manifesta su una pianta attaccata da virus è la necrosi in forma più o meno severa. Le piante in fase di maturità mostrano necrosi degli apici, steli e parti di foglie.



*Myzus persicae* è uno dei più importanti vettori di trasmissione di virus. Il controllo delle malattie virali è difficile dal momento che queste possono essere a carico del suolo, seme, insetti. Per ridurre l'incidenza di questi virus trasmessi dal seme, dovrebbe essere seminato solo il seme proveniente da colture non infette da virus. Inoltre sono state trovate sperimentalmente delle linee resistenti a *Phytophthora*, *Verticillium* e *Fusarium*.

Nell'ottica di un'agricoltura sostenibile è necessario un attento monitoraggio dei possibili attacchi alla coltura da parte di insetti fitofagi. Solamente nel caso in cui si dovesse superare una soglia che andrebbe ad influenzare negativamente la resa si deve intervenire oculatamente. Gli insetti dannosi possono essere:

*Spodoptera litura* F.

Questo insetto è un notturno presente in Australia, e attacca la parte epigea quando è allo stadio larvale, iniziando dalle foglie più basse e risalendo lo stelo. La defoliazione accelera la maturità dei semi, e la resa diminuisce in modo direttamente proporzionale al grado di defoliazione; anche il contenuto in olio è significativamente ridotto.

*Lygus* spp

Adulti e forme giovanili di questa specie causano lesioni ai capolini e germogli a causa dell'apparato pungente succhiante; tuttavia la maggior parte delle varietà di cartamo sono in grado di compensare tali attacchi anche se molto gravi, producendo altri germogli, quindi le rese non sono ridotte fino a che non si hanno infestazioni di alto livello. Tenendo sotto controllo alcuni fattori quali l'epoca di semina, il tipo di semina, la scelta

di varietà resistenti si può ridurre il problema degli insetti dannosi per la pianta. I predatori naturali possono essere utilizzati per ridurre l'incidenza degli insetti dannosi.

*Acanthiophilus helianthi* R.

Questo insetto è conosciuto come la mosca del cartamo ed è uno tra gli insetti più dannosi per il cartamo a tal punto da precludere effettivamente la produzione. E' una mosca tipica delle regioni del Mediterraneo ed è di piccole dimensioni, grigia con zampe marrone chiaro. Allo stadio larvale si nutre di corolle e germogli e rilascia un fluido maleodorante che fuoriesce dall'apertura del foro d'ingresso. La mosca può avere fino a tre generazioni durante la vita di una coltura ed è in grado di avere un effetto devastante sul cartamo come è successo in Francia. Il controllo biologico è eseguito dal predatore *Chrysops vinteges*; il controllo chimico è difficile in quanto il tasso di riproduzione della mosca è alto.

*Melanagromyza* spp

Sono piccole mosche che possono causare dei danni importanti in quanto creano dei fori a livello dello stelo. Le larve vivono all'interno degli steli e dei germogli.

*Heliothis* spp.

Appartiene all'ordine dei Lepidotteri e alla famiglia dei Nottuidi; le sue larve sono di colore giallo, verde, rosa, rossastro e bruno e spesso hanno una striscia bianco-giallastra lateralmente. L'adulto ha una lunghezza di circa 40 mm. Le uova vengono deposte generalmente su foglie e brattee. Si ciba delle foglie, ma il danno più grave è causato quando si nutre di gemme e fiori. Le coltivazioni dovrebbero essere controllate regolarmente per monitorare i danni ai capolini. Possono

essere usati insetticidi di sintesi, bioinsetticidi come *Bacillus thuringensis* e virus poliedrosi.

*Agrotis* spp.

E' una farfalla della famiglia dei Nottuidi, quindi sono attivi durante la notte, mentre stanno nascosti nel terreno durante il giorno. Le larve sono scure e arrivano fino a 50 mm di lunghezza e attaccano le foglie e gli steli alla base delle piante di cartamo. Il trattamento è più efficace nel tardo pomeriggio o di notte, quando l'insetto è attivo. E' necessario utilizzare, per il controllo biologico, le forbicine e alcuni ragni.

Gli afidi

In genere sono di colore giallo, verde o marrone, di forma ovale, fino a 3 mm di lunghezza; attaccano il cartamo soprattutto durante la formazione dei germogli e la fioritura, ma possono essere presenti anche in tutte le altre fasi fenologiche. *Myzus persicae* è l'afide verde più conosciuto ed è polifago. Succhiano la linfa causando malformazioni fogliari, avvizzimento dei germogli e dei capolini. Un'alta popolazione di afidi può indebolire le piante, creare malformazioni delle foglie, riducendo le rese soprattutto se le colture sono in condizioni di stress idrico.

Inoltre gli afidi producono melata che si diffonde sulle foglie e favorisce la fumaggine, malattia sostenuta da funghi non parassiti che si nutrono di melata e riducono l'attività fotosintetica. Sui fiori la melata può interferire con il polline. Un altro danno è dato dalla possibilità di trasmettere virus attraverso l'apparato boccale pungente-succhiante, in misura maggiore rispetto ad altri insetti.

Le colture dovrebbero essere monitorate regolarmente. Gli insetti predatori di afidi sono le coccinelle, mosche, vespe.

## Acari

Gli adulti sono 1 mm, neri-violacei con 8 zampe colorate. In genere stanno sulla pagina inferiore delle foglie durante la stagione calda.

Si nutrono della linfa e così causano malformazione della foglia, e anche la morte della pianta. I controlli meglio eseguirli nel tardo pomeriggio e nella notte. Le coccinelle sono gli agenti di controllo biologico. Alcuni coltivatori spruzzano l'insetticida tra la semina e l'emergenza per ridurre i problemi durante la fase di crescita.

## *Nysius vinitor*

Questo insetto appartiene all'ordine dei Rhynchota e alla famiglia dei Lygaeidae; gli adulti sono grigio-marroni, mentre le forme giovanili sono bruno-rossastre. I danni alla pianta sono dovuti al fatto che le forme adulte si nutrono della parte superiore epigea, stelo, germogli, foglie, capolini causando gravi malformazioni. Le uova vengono deposte nei capolini, quindi viene compromessa la resa del seme soprattutto se la pianta si trova in condizioni di stress idrico. In genere si interviene quando sono presenti circa 15 adulti per pianta, anche se le piante che crescono con il giusto apporto di acqua riescono a rinnovare fino al 40% delle gemme.

## 11. Scelta varietale

Le risorse del germoplasma del cartamo sono state caratterizzate principalmente sulla base dei parametri morfologici, agronomici, biochimici e sulla variazione della composizione acidica dell'olio nonché sulla resistenza a stress biotici e abiotici. Dagli studi condotti fino ad oggi, appare chiaro come le caratteristiche genetiche, congiuntamente alle condizioni ambientali di crescita, giochino un ruolo chiave nella definizione delle principali caratteristiche produttive e qualitative del cartamo. Quando le varietà vengono comparate in differenti condizioni ambientali, le loro performances relative variano fortemente.

A partire dagli inizi degli anni'80, ricercatori dell'università di Bari condussero una serie di sperimentazioni sul miglioramento genetico del cartamo, isolando linee con caratteristiche molto diverse tra loro.

L'efficienza della valutazione della diversità e variabilità genetica su i fattori sopra elencati, è estremamente importante e può essere utilizzata nell'ambito di programmi di miglioramento genetico, al fine di selezionare genotipi eccellenti dal punto di vista, non solo produttivo (resa in seme), ma anche qualitativo (composizione acidica dell'olio).

Negli ultimi anni sono state rese disponibili nuove cultivar di cartamo e, ad oggi, si possono trovare sul mercato sementiero genotipi e ibridi, caratterizzati da produzioni costanti di seme (2,0-2,5 Mg ha ) con oli di varia composizione in acidi grassi. Nel Catalogo delle varietà delle specie di piante agricole presso il Ministero delle Politiche Agricole e Forestali, al momento, risultano iscritte due varietà

(var. Arizona e GW9022 813) da parte di società sementiere francesi e statunitensi, ma nessuna varietà costituita nel nostro Paese.

## 12. Usi

### Olio e pannello

L'olio di cartamo è considerato un buon olio alimentare perché contiene un'alta quantità di acidi polinsaturi (acido linoleico, 70-75%) e di monoinsaturi (acido oleico, 70-75%) che gli conferiscono un elevato valore nutrizionale e salutistico, per la capacità di riduzione dei livelli di colesterolo nel sangue e di prevenzione di numerose patologie, quali le malattie cardiovascolari. Per queste sue proprietà salutistiche può essere utilizzato nella frittura degli alimenti, per la sua stabilità alle alte temperature, come condimento per insalate, per la preparazione di cibi per l'infanzia e per la produzione di margarina, e grazie alla sua stabilità a basse temperature, fino anche a  $-12^{\circ}\text{C}$ , anche in cibi congelati. Inoltre, viene applicato esternamente ad alcuni prodotti alimentari per impedire loro di assorbire o perdere acqua. Il tipo di olio caratterizzato da un alto contenuto di acido linoleico può essere usato anche per scopi industriali quali la preparazione di vernici, la produzione di biodiesel e tensioattivi. Ricerche svolte nell'Italia meridionale hanno evidenziato una riduzione del contenuto di colesterolo LDL nelle carni di agnelli alimentati con razioni contenenti 1-2% di olio di cartamo.

Il cartamo presenta, a seconda delle cultivar, una composizione acidica nettamente differenziata, soprattutto nel rapporto oleico/linoleico. In particolare, la bassa presenza di acidi grassi saturi e l'assenza di acido linoleico, fornisce all'olio caratteristiche positive quali un colore chiaro, un buon odore, buone proprietà siccative, una più uniforme struttura di polimerizzazione e un mancato ingiallimento nel tempo.

La composizione convenzionale dell'olio è 6-8% di acido palmitico, 2-3% di acido stearico, 16-20% di acido oleico e 71-75% di acido linoleico; quindi si deduce che attualmente l'olio di cartamo commercializzato è

costituito prevalentemente dal tipo alto linoleico. Esistono delle varianti della composizione standard: acido stearico 4-11%, contenuto intermedio di acido oleico 41-53%, alto contenuto in oleico 75-80%, alto contenuto in acido linoleico 87-89%.

Alcune prove sperimentali valutano l'influenza di alcuni fattori ambientali sulla composizione acidica dell'olio, arrivando alla conclusione che la composizione in acidi grassi nell'olio di cartamo è geneticamente ben determinata e poco influenzata dai fattori ambientali. Le specie più importanti e più affini al cartamo (*Carthamus tinctorius* L.) sono *C. oxyacantha* Bieb. , *C. lanatus* L. In tabella 1.1 sono messe a confronto la composizione in acidi grassi degli oli estratti da queste tre specie.

*C. tinctorius* è la specie che ha il più alto contenuto in olio all'interno del genere *Carthamus* (31,46%) rispetto a *C. oxyacantha* (25,34 %) e *C. lanatus* (17,45 %).

In letteratura vengono riportate percentuali di acidi grassi dell'ordine di:

Acido linoleico ( C18:2 ) : 68,68-73,87%

Acido oleico ( C18:1 ) : 14,17-17,35%

Acido palmitico ( C16:0 ) : 6,48-7,90%

Acido stearico ( C18:0 ) : 2,30-3,62%

Acido linoleico ( C18:3 ) : 0,18-0,37%

Alcuni acidi grassi come miristico (C 14:0), palmitoleico (C16:1), arachidico (C20:0) e beenico (C22:0) non sono riportati in quanto presenti in piccole quantità, comprese tra 0,43 e 0,57%.

L'olio dei semi delle tre specie è molto ricco in acido linoleico e quindi ha un valore nutrizionale molto alto, previene le malattie cardiovascolari, e l'alta pressione.

Oltre che per la produzione di olio, il cartamo, deve essere considerato come un'interessante fonte proteica per la zootecnia: i pannelli disoleati provenienti da seme non decorticato possono essere utilizzati per l'alimentazione animale in quantità di circa il 15% nella razione alimentare. Il contenuto in proteine è passato dal 15-25% al 38% nelle cultivar migliorate. Per l'utilizzazione di farine disoleate provenienti da seme decorticato rimane da risolvere a livello tecnologico il problema della decorticazione preventiva del seme.

Troviamo infine altre modalità di utilizzo del cartamo: il seme non disoleato e macinato può essere usato per l'alimentazione di animali da latte e la pianta, falciata prima della formazione dei capolini, utilizzata come foraggio fresco o fieno per gli ovini.

Il cartamo conosce anche un'utilizzazione foraggera, può essere pascolato o conservato come fieno o insilato. Presenta una buona appetibilità, una produttività e un valore nutritivo analoghi a quelli dell'avena o dell'erba medica.

Può essere pascolato oppure conservato come fieno o insilato. Il foraggio è palabile e la sua "feed value" e produttività sono simili o migliori all'avena e all'erba medica.

Nelle "Great Plains" del Nord America la coltura rimane verde anche quando altre colture sono mature. La paglia del cartamo è simile alla paglia di grano e può essere utilizzata come quest'ultima. Nel contesto di un'azienda zootecnica, due o tre file di cartamo intorno ai campi possono servire per allontanare gli animali al pascolo dai campi di grano. I sottoprodotti della lavorazione dell'olio che possono trovare applicazione zootecnica sono:

- Gusci e tegumenti, che costituiscono il primo sottoprodotto della lavorazione dei semi oleosi. Le percentuali variano dal 30 al 50% per girasole e cartamo, contro 10-15% per soia e colza.



Dato che i gusci e i tegumenti sono costituiti soprattutto da materiali cellulosici e ligninici essi si prestano a parecchie utilizzazioni: preparazione di pellet da incorporare nei mangimi per ruminanti e conigli, preparazione di pannelli e pressati per imballaggi, ottenimento di biomasse microbiche previa idrolisi acida o enzimatica della cellulosa, produzione di furfurolo per distillazione in ambiente acido, produzione di energia a mezzo di processi fisico-chimici e microbiologici.

- Pannello, formato dai residui del seme dopo la spremitura meccanica. Ha un contenuto di sostanza grassa superiore all'8%, arriva anche al 10-15%; esso contiene inoltre acidi grassi, alcune vitamine liposolubili ed elevato valore energetico. Presenta lo svantaggio della difficile conservazione dovuta alla potenziale formazione di perossidi (irrancidimento);

- Farina di estrazione, residuo dei trattamenti chimici di estrazione. Ha un contenuto in materia grassa molto basso (1-2%), dovuto al processo di estrazione, molto più efficiente di quello meccanico. Non è un alimento completo, ma ha il vantaggio di conservarsi bene.

## Tintura

Come viene indicato dal nome botanico, il cartamo è stato utilizzato storicamente come colorante naturale di tessuti ed alimenti.

Fino a pochi anni fa, molti studiosi affermavano che il cartamo venisse usato dagli antichi Egizi per tingere i tessuti di rivestimento delle mummie datati 2500 a.C. Studi più recenti non sono riusciti però a confermare questi dati. Reperti di lino tinto di rosa e risalenti al 1050 a.C. sono invece stati identificati come tinti con *Carthamus tinctorius*.

Il cartamo viene poi citato da Plinio e in alcuni manoscritti provenienti dal monastero di Dunhuang che ne confermano la coltivazione in Asia.

Anche nel mondo musulmano il cartamo è stato coltivato per estrarne i composti coloranti, dall'India alla Persia e dal nord Africa alla Spagna. Inoltre il cartamo è stato fino a poco tempo fa utilizzato per la colorazione ufficiale del sole della bandiera giapponese.

Storicamente la componente gialla della tintura è stata valorizzata in Persia, India e Cina per ottenere tessuti di questo colore oppure come base per un'ulteriore tintura ad esempio con l'indaco per ottenere il verde.

Al giorno d'oggi si sta assistendo ad un incremento della superficie coltivata a cartamo, ma principalmente per ottenerne olio.

La ricerca agronomica potrebbe riuscire a rinnovare l'interesse per questa specie anche per il coprodotto che se ne ricava dai fiori, rendendo compatibile la raccolta di questi ultimi senza compromettere la maturazione del seme.

E' ancora utilizzato in piccola scala per la tintura di tessuti utilizzati durante cerimonie religiose in India ed in Giappone dove la tintura rossa derivante dalla cartamina è molto apprezzata.

Per la tintura vengono utilizzati i numerosi fiori separati dal capolino che saranno pronti per la raccolta, in maniera scalare, da luglio ad agosto e andranno prelevati ben asciutti la mattina o prima del tramonto. Il complesso di sostanze coloranti presenti nei fiori, solo recentemente identificato, rende questa tintura unica. Si tratta principalmente di calconi e loro derivati. I calconi appartengono alla classe dei flavonoidi ed hanno una distribuzione limitata (sono presenti soprattutto nelle Asteraceae). A temperatura ambiente sono solidi cristallini di colore giallo e spesso si trovano in natura insieme ai propri isomeri (flavanoni).

Il colorante rosso è principalmente dato dalla cartamina: si tratta di un C-glucosil chinocalcone sintetizzato enzimaticamente dal precursore giallo, la precartamina, nell'ultima fase della fioritura ed accumulato nei

petali maturi: la decarbossilazione ossidativa della precartamina in cartamina: è catalizzata dall'enzima precartamina decarbossilasi. Ne deriva che i fiori di colore giallo intenso contengono meno cartamina rispetto a quelli di colore rosso intenso.

Un altro chinocalcone, che similmente diventa rosso con un processo di auto-ossidazione, è stato recentemente isolato dai fiori arancioni di cartamo ed è stato denominato anhydrosafflor yellow B.

Nel Colour Index (CI) la cartamina è nominata Natural Red 26 (CI 75140). A differenza della precartamina, la cartamina è insolubile in acqua, ma è solubile in soluzione alcalina. Oltre alla precartamina e ad anhydrosafflor yellow B, sono stati identificati numerosi C-glucosil chinocalconi "gialli", solubili in acqua come safflor yellow A, safflor yellow B (o safflomin B), safflomin C, hydroxysafflor yellow A e tinctormina.

Questi vengono raggruppati nel CI come Natural Yellow 5.

Esistono infine molti derivati dei flavonoidi come il 6-hydroxykaempferol, un glucoside della quercetina ed altri glucosidi ad esempio dell'apigenina.

L'arte di tingere di rosa e di rosso con il cartamo, dipende dall'eliminazione di questi composti gialli che hanno una scarsa resistenza alla luce. I dati dimostrano quanto questo processo non sia facile perché nei fiori di cartamo troviamo una percentuale di componente gialla che va dal 25 al 36% e solamente dallo 0,3 fino ad un massimo dello 0,6% di rossi. Studi riportano che per ottenere la tonalità rosso scarlatto 1 kg di cotone richiede 1 kg di colorante; per ottenere la tonalità rosso-rosa 500 g di colorante e per dare la tonalità rosa chiaro 250 g di colorante.

La biosintesi della cartamina come quella di altri composti coloranti a partire dai loro precursori. Si suppone che la biosintesi dei chinocalconi sia analoga a quella del calcone naringenina da cinnamoil-CoA e tre

malonil-CoA viene prodotto safflor yellow A che viene poi trasformato in safflor yellow B, il precursore della precartamina. La precartamina si forma a partire dal safflower yellow B, attraverso un'ossidazione della catena aperta del residuo di D-glucosio. La decarbossilazione ossidativa della precartamina catalizzata dalla precartamina decarbossilasi produce la cartamina.

Anticamente, il processo di separazione dei due principi consisteva nel porre i fiori essiccati in un sacco di tela che veniva agitato in acqua fredda fino a completa estrazione della sostanza colorante gialla. Successivamente i petali venivano prima trattati con sostanze alcaline per solubilizzare il colorante rosso-arancio e, quindi, si aggiungeva del succo di limone. La neutralizzazione della soluzione faceva precipitare il colorante rosso che veniva, dopo opportuni lavaggi, estratto completamente. In genere i fiori contengono 0,3-0,6% di cartamina. Per ottenere la tonalità rosso scarlatto 1kg di cotone richiede 1kg di colorante; per ottenere la tonalità rosso-rosa 500 g di colorante; per dare la tonalità rosa chiaro 250 g di colorante.

### Proprietà medicinali

Data la sua diffusione, la sua facile raccolta e l'importante attività biotica, questa pianta è stata utilizzata sia come fonte di alimento che come pianta officinale in molte parti del mondo. In Medio Oriente, in India e in Africa come purgativo, come antidoto per i veleni e come olio medicamentoso che favorisce la sudorazione e la cura della febbre.

Viene citato da Dioscoride in *De Materia Medica* che lo nomina come lassativo, e dal farmacista arabo Mesua che nel X secolo ne evidenzia le differenze rispetto ad una pianta simile proveniente dall'India.

Nella Farmacopea Europea è stato mantenuto fino a poco tempo fa, ma raramente veniva prescritto come rimedio specifico. La Farmacopea giapponese ne descrive dettagliatamente l'uso. Secondo la medicina tradizionale cinese, i petali di cartamo stimolano il sistema circolatorio, combattono la sterilità maschile e femminile, riducono il colesterolo nel sangue riducono il catarro, favoriscono la guarigione delle fratture. In Pakistan, i decotti di semi con lo zucchero vengono utilizzati come lassativi. I semi bolliti possono essere un rimedio per i problemi mestruali in quanto aumentano il flusso di sangue.

Il cartamo viene utilizzato anche per i dolori mestruali, emorragie post-parto e per l'osteoporosi. Inoltre è stata recentemente dimostrata la sua capacità antiossidante, analgesica, antiinfiammatoria e antidiabetica. I suoi petali sono stati usati nella medicina tradizionale per migliorare la circolazione sanguigna.

Caryophyllene, p-allyltoluene, 1-acetoxytetralin e eneicosano sono stati identificati come maggiori costituenti dell'olio essenziale di cartamo estratto dai fiori. In Pakistan tutte le parti della pianta sono vendute da erboristi per vari disturbi e come afrodisiaco.

I semi di cartamo mescolati all'olio di senape riducono i dolori reumatici. In Kashmir, il decotto di semi è usato come diuretico, coleretico e per ridurre l'orticaria. I semi di cartamo vengono usati anche nel trattamento di calcoli renali, della trombosi cerebrale e dell'ipertensione, in quanto abbassano i livelli della pressione sanguigna. In Afghanistan e India le donne, per prevenire l'infertilità e gli aborti, bevono il tè a base di foglie di cartamo, ma dosi eccessive somministrate per lunghi periodi potrebbero fare l'effetto contrario, ovvero favorire l'aborto.

Va inoltre citata la sperimentazione nata nell'aprile 2006 da una compagnia farmaceutica statunitense, la SemBioSys Genetics, che ha valutato la produzione di insulina da cellule di cartamo modificato

geneticamente. I dati dimostrano che stiamo assistendo ad un crescente numero di diabetici che necessiterebbero quindi di questo ormone. L'insulina così prodotta dovrebbe venire poi estratta dai semi. Le prime coltivazioni sperimentali sono iniziate in Canada, Stati Uniti e Cile nel 2006, ma attualmente l'insulina prodotta con questa metodica è ancora in fase di sperimentazione.

L'olio di cartamo ad alto oleico presenta più acidi grassi monoinsaturi rispetto all'olio d'oliva, e previene le malattie cardio-circolatorie. I semi di cartamo mescolati all'olio di senape riducono i dolori reumatici, mentre in Kashmir, il decotto di semi è usato come diuretico, coleretico e per ridurre l'orticaria.

I semi di cartamo vengono usati anche nel trattamento di calcoli renali, della trombosi cerebrale e dell'ipertensione, in quanto abbassano i livelli della pressione sanguigna.

In Afghanistan e India le donne, per prevenire l'infertilità e gli aborti, bevono il tè a base di foglie di cartamo, ma dosi eccessive somministrate per lunghi periodi potrebbero fare l'effetto contrario, ovvero favorire l'aborto.

Attualmente l'insulina derivata dal cartamo è in fase di sperimentazione.

Per quanto riguarda gli studi clinici viene riportato che il cartamo dilata le arterie, riduce la pressione sanguigna e favorisce l'ossigenazione dei tessuti, inoltre inibisce la formazione dei trombi, e tende a dissolverli. Viene prescritto per stimolare la circolazione sanguigna e per curare le malattie cardiache.

Esperimenti condotti sui cani mostrano che questa pianta riduce i danni causati al cuore dall'infarto. L'aritmia cardiaca e l'ipertensione sono ridotte se si somministra 3 volte al giorno per 4 settimane l'estratto di questa pianta. Inoltre il decotto di cartamo ha effetti positivi per l'embolia cerebrale.

Successivamente è stata usata anche per trattare la sterilità maschile e l'infertilità delle donne.

Ha un'azione antinfiammatoria, antiossidante, antimicrobica, contrasta le malattie neurodegenerative grazie alla presenza di flavonoidi come luteolina 7-O-glucoside, acacetina 7-O-glucoronide, quercetina 7-O-glucoside, kampferolo, cartamina, lignani, tannini come acido gallico di calconi come safflomin A, safflomin C, safflower yellow A, hydroxysafflower yellow A, safflower yellow B, carotenoidi come beta carotene.

L'olio di cartamo viene utilizzato anche nell'industria farmaceutica dove è considerato particolarmente adatto per emulsioni lipidiche da somministrarsi per via orale ed endovenosa.

#### Altri usi

Oltre a tutti i suoi principali utilizzi, il cartamo può essere impiegato come cosmetico e come colorante alimentare, ma anche consumato come ortaggio. Le giovani foglie e i rametti, vengono infatti mangiati bolliti come una verdura con curry o riso in India, Pakistan e Birmania. Le foglioline sono ricche in vitamina A, ferro, fosforo. Mazzetti di giovani piante vengono spesso venduti come verdure nei mercati indiani e dei paesi confinanti.

I composti coloranti presenti nei fiori possono dare una colorazione dal giallo chiaro all'arancione intenso a riso, zuppe, salse, pane e sottaceti. Inoltre la cartamina è utilizzata in Giappone per colorare la cioccolata.

Alcune prove hanno ottenuto l'estratto che è poi stato utilizzato in sostituzione del colorante di sintesi per il gelato. Un panel test composto da 10 giudici ha evidenziato che le caratteristiche organolettiche del

prodotto possono essere apprezzate dal consumatore che avrebbe il doppio beneficio di mangiare un alimento senza coloranti di sintesi ed ottenere i benefici dati dalle proprietà del cartamo.

Fino all'inizio di questo secolo i fusti carbonizzati di cartamo sono stati utilizzati per il kohl, un tipico cosmetico egiziano insieme ad altre polveri minerali. In Giappone l'estratto rosso del cartamo veniva utilizzato come rossetto ed ancora oggi la parola rossetto, beni, deriva da benibana che vuol dire cartamo. In Cina, il rosso del cartamo è stato utilizzato molto come cosmetico, ma anche in Europa, una polvere rossa estratta dal cartamo, mescolata con del talco era ambita come cosmetico che veniva chiamato "vermiglio di Spagna".

L'olio può essere utilizzato come cosmetico e per la produzione di saponi. In un manoscritto datato tra VIII e IX sec. viene riportato che venivano usati semi di cartamo come offerta nei templi buddisti.





