

I materiali di copertura per le serre

Corinna Viola¹, Amanda Campodonico², Matteo Scoccianti³, Alessandro Campiotti³

1. Agriplast spa - 2. Università di Palermo - 3. CSA sas

Introduzione

Sulla base di dati della APME (Associazione Industriale dei Produttori di Polimeri), il settore europeo dell'industria dei polimeri è caratterizzato da volumi economici che superano i 160 miliardi di Euro. Si stima che, in generale, il segmento dell'agricoltura protetta come importanza per il mercato dei materiali plastici, ricopra tra il 3% e il 6% dei volumi produttivi. In Italia, sulla base di non meno di 30.000 ettari di superficie per i sistemi serra e di oltre 60.000 ettari per i materiali di pacciamatura nelle colture forzate in pieno campo e in tunnel, si riportano valori economici di 2,6 miliardi di € per il florovivaismo e di oltre 2 miliardi di € per le coltivazioni orticole. I materiali plastici maggiormente utilizzati sono:

- il polietilene a bassa densità, Low Density Polyethylene e Linear Low Density Polyethylene (LDPE e LLDPE, rispettivamente), utilizzato per la produzione di film e reti;
- il polietilene ad alta densità, High Density Polyethylenes (HDPE), utilizzato per produzione di film, reti e contenitori rigidi;
- il polistirolo, Polystyrene (PS), per la produzione di contenitori alveolari usati nel vivaismo.

L'agricoltura consuma ogni anno in Italia circa 350 mila tonnellate di plastica, 990 mila in Europa, 6,5 milioni nel mondo. Attualmente i materiali plastici maggiormente utilizzati sono di colore bianco e l'impatto che questo colore esercita sull'ambiente, anche a causa dell'aumentare continuo delle superfici agrarie coperte, è sicuramente elevato. Considerato inoltre che la convivenza di questo tipo di strutture produttive con la fruizione del bene ambiente per il turismo è spesso di difficile realizzazione, la sostituzione delle attuali coperture bianche con altre di colori compatibili con le aree e i territori caratterizzati da forti insediamenti di agricoltura protetta (serre, tunnel, colture forzate) potrebbe rappresentare un'utile compromesso tra produzione, paesaggio e ambiente. L'industria della plastica, riporta un consumo di 85.000 tonnellate per le colture protette (serre, tunnel, piccoli tunnel) e di 27.000 tonnellate per la pacciamatura delle colture agrarie forzate o semi-forzate. Se consideriamo che la GDO (Grande Distribuzione Organizzata) spinge la serricoltura, che certamente rappresenta il fornitore principale del sistema dei prodotti vegetali dell'industria agro-alimentare, verso l'adozione di tempi e flussi produttivi di tipo industriale con una richiesta di prodotti di qualità e standard elevati per 12 mesi l'anno, è evidente che risulta sempre più prioritario la necessità di disporre di materiali di copertura delle serre e di pacciamatura dei terreni caratterizzati da una più elevata efficienza energetica in termini di durata (film capaci di ostacolare il passaggio sia di radiazione ultravioletta, ritenuta tra le cause principali di deperimento e opacizzazione dei materiali plastici), di una migliore risposta alla regolazione dell'effetto serra (film foto selettivi che ostacolano il passaggio della radiazione infrarossa e favoriscono il passaggio di radiazioni nelle frequenze del rosso e del blu), di una più elevata sostenibilità sia energetica sia ambientale (teli e film con basso impatto visivo, manufatti cellulosici con capacità di foto-bio degradazione), elevata capacità di valorizzare la multifunzionalità della serra (teli di copertura in grado di produrre energia elettrica fotovoltaica, sistemi in plastica per la climatizzazione solare passiva), di mantenimento di un microclima adatto a sostenere una produttività superiore delle coltivazioni in serra. Per la copertura delle serre si utilizzano soprattutto film con spessore mediamente variabile da 0,1 a 0,18 mm, ma si possono trovare film

fino a 0,25 per grandi serre e tra questi i materiali più comunemente utilizzati sono i film non termici (LDPE) e i film termici (copolimero EVA, LDPE+cariche minerali, PVC). Il film in PVC, tuttavia, sebbene presentino un ottimo effetto serra (strumentalmente l'effetto serra si misura come complemento a 100 del valore dell'area sottesa dalla curva di assorbimento nell'intervallo 7-14 μ M dell'infrarosso medio-lungo, per i vari tipi di film) e ottime caratteristiche ottiche, trova larghissima applicazione in Giappone mentre è abbastanza limitata la diffusione in Europa, dove il materiale principale e più diffuso è certamente LDPE, che nelle sue varie forme e modificazioni (per aumentarne l'effetto serra si tende ad additarlo con cariche minerali di diverso tipo come metafosfati alcalini, silico alluminati alcalino-terrosi e silicati vari in percentuale variante dal 2 al 5%), copre praticamente la quasi totalità del mercato.

A limitare l'uso del PVC sono, in particolare, le problematiche connesse a questo tipo di prodotto in termini di elevata fragilità alle basse temperature che è causa di rotture per l'azione meccanica degli agenti atmosferici e per manipolazione. Per realizzare i prodotti finali pronti per il loro utilizzo, alle materie plastiche si uniscono additivi, cioè sostanze che ne esaltano o ne attenuano le proprietà, quali:

- coloranti;
- agenti (additivi) con caratteristiche particolari, come gli antifiama, gli antiossidanti, gli antistatici, i plastificanti;
- cariche naturali o artificiali, per aumentare la rigidità e migliorare le proprietà meccaniche;
- espandenti, per ottenere un prodotto più leggero, come ad esempio nel caso del polistirolo.



Serre tunnel con coperture in plastica di diverso colore (foto by Alessandro Campiotti)

NORMATIVE PER LE SERRE

Attualmente, nell'ambito dell'UNI EN, la progettazione e costruzione di serre è regolata dalla norma UNI 13031-1:2004: "Serre: progettazione e costruzione. Parte 1: serre per produzione commerciale" che riprende lo standard europeo EN 13031-1 (2001) nella quale viene fornita la seguente definizione di serra: "una struttura utilizzata per la coltivazione e/o la protezione di piante e colture che sfrutta la trasmissione della radiazione solare sotto condizioni controllate per migliorare l'ambiente di crescita, con dimensioni tali da consentire alle persone di lavorare al suo interno". In particolare lo standard europeo EN 13031-1 si riferisce a serre utilizzate a fini professionali per la produzione di piante e colture, per questo definite serre commerciali:

"una serra utilizzata per la produzione, a fini commerciali, di piante e colture nella quale la presenza dell'uomo è limitata ad una bassa frequentazione di solo personale autorizzato".

Secondo l'UNI-CEN una struttura serra è definita tale a seconda:

- del tipo di utilizzo, ovvero quando è adibita a coltivazione e/o protezione di piante;
- delle caratteristiche dei materiali di copertura, per permettere la trasmissione della radiazione solare, utilizzando appropriati materiali di copertura;
- della possibilità di condizionamento dell'ambiente, riferendosi alla temperatura;

- di idonee condizioni di lavoro: ambiente di lavoro adeguato in termini di dimensione degli spazi (altezza, larghezza dei passaggi, etc.) e della sicurezza del lavoro.

European Standard EN 13031-1

Attualmente in Europa a regolamentare l'attività di progettazione e costruzione delle serre è lo Standard Europeo EN 13031 che è andato a sostituire in ambito UE una moltitudine di altri standard costruttivi a cui ogni Paese faceva riferimento, compresa naturalmente l'Italia. Secondo il testo del Cen (29) le serre devono essere classificate a seconda della previsione di durata minima che il progetto costruttivo assegna loro. Tale durata dipende a sua volta da un altro parametro fondamentale quale la tolleranza che il materiale di rivestimento riesce ad avere rispetto agli spostamenti del telaio. Le serre vengono distinte in due classi principali, A e B che si differenziano per caratteristiche strutturali e diverse casistiche di rischio previste. L'appartenenza all'una o all'altra classe serve al progettista per determinare i cosiddetti stati limite, che possono essere definiti come situazione statiche oltre le quali la struttura non soddisfa più i requisiti prestazionali e di sicurezza stabiliti nel progetto. Si tratta di parametri utilizzati per tutte le costruzioni e che lo standard EN 13031-1 definisce per il caso particolare delle serre. Pertanto le serre sono definite di classe A quando il rivestimento per condizioni di progetto, non tollera gli spostamenti del telaio, quelle di classe B sono serre il cui rivestimento tollera lo spostamento dei telai. A seconda la classe di appartenenza viene attribuita una durata minima di vita della serra (tab. 9):

CLASSE	Durata minima di vita da progetto		
	15 anni	10 anni	5 anni
A	A15	A10	-
B	B15	B10	B5

Tabella 9 - Tratto da UNI 13031-1.

L'appartenenza ad una di queste classi tipologiche prescinde dal tipo di materiale utilizzato per la realizzazione delle strutture portanti (acciaio, alluminio, legno, calcestruzzo armato) e da quello per la copertura (vetro o materie plastiche). Ad esempio riferendosi a delle serre con copertura in vetro lo standard prescrive una durata di progetto di almeno 15 anni, mentre per quelle destinate ad ospitare colture di pregio e/o impianti sofisticati esso consiglia una durata minima di progetto di 10 anni. Lo standard europeo prende in considerazione ogni aspetto che possa influenzare la qualità e la sicurezza del progetto strutturale e funzionale, in relazione alla classe tipologica della serra, di seguito elencati:

- definizione delle tolleranze costruttive degli elementi strutturali, inclusi i sistemi di contenimento dei materiali di copertura;
- accorgimenti volti a contrastare la corrosione e il deterioramento dei materiali;
- definizione delle sollecitazioni causate dal vento, dalla temperatura, dalla neve, dalla presenza di colture e attrezzature (incluse quelle mobili), dalla presenza di uomini e cose sul tetto per le operazioni di manutenzione e riparazione, a seguito di riparazioni;
- Spostamenti e deformazioni elastiche ammissibili per le strutture portanti e per quelle portate (telai di contenimento del materiale di copertura);
- Norme per poter eseguire in sicurezza qualsiasi operazione di ordinaria manutenzione e di riparazione del manufatto.

Due sono le norme che garantiscono la qualità dei materiali di copertura:

1. la UNI EN 13206:2002 “film termoplastici di copertura per uso in agricoltura ed orticoltura”;
2. la UNI 10452:1995 “Lastre ondulate ed alveolari di materiale plastico trasparente, incolore o traslucido per serre ed apprestamenti analoghi. Tipi, dimensioni, requisiti e metodi di prova”.

UNI EN 13206:2002

Tale norma è la versione ufficiale italiana della norma europea EN 13206 (edizione marzo 2001). Sostituisce la UNI 9298 stabilendo le caratteristiche ed i requisiti che devono possedere i film plastici certificati per la copertura delle serre e dei vari tunnel (piccoli, medi e grandi). Stabilisce quali siano i requisiti fisici e meccanici dei film plastici trasparente e diffondente di polietilene e/o di copolimeri, destinati alla copertura permanente o temporanea di serre. La norma prende in considerazione materiali quali LDPE (Polietilene a bassa densità), LLDPE (Polietilene lineare a bassa densità), EVA (Etil Vinil Acetato) e loro mescolanze e ripartisce i film in tre categorie:

- film normale con buona trasmittanza totale (88-86%) e basso effetto serra;
- film termico con elevata trasmittanza totale (89-87%) ed elevato effetto serra (55-75%);
- film a luce diffusa con minore trasmittanza totale (85-80) ed elevato effetto serra (60-75%).

Nella scelta dei film plastici vengono prese in considerazione le seguenti caratteristiche:

- trasmittanza totale alle radiazioni solari (visibili, infrarosso vicino e UV-A), come quantità di radiazione effetto serra, misurato con spettrofotometro nel campo delle radiazioni dell'infrarosso lontano (lunghezza d'onda compresa tra 7.000-20.000 nm) trattenute all'interno della serra;
- resistenza meccanica, valutata come carico di rottura, resistenza alla lacerazione, resistenza all'urto, allungamento percentuale a rottura;
- durata di esercizio, stabilito in base all'allungamento percentuale a rottura del film, che dopo una esposizione prestabilita dalla stessa norma, deve risultare superiore al 50% di quanto stabilito dalla norma ISO 4892-2; i materiali vengono classificati in classi, contraddistinte dalle lettere N, A, B, C, D, E,¹ corrispondenti a film per durata stagionale, annuale, lunga vita, con riferimento alle condizioni di intensità luminosa della Sicilia, la regione che presenta i valori più elevati di tale parametro;
- rispetto ambientale, secondo cui il materiale, una volta cessata la sua funzione, dovrebbe:
 - essere raccolto e riciclato, senza procurare danno all'ambiente;
 - uniformità di spessore e larghezza, con tolleranza da +/- 5% per gli spessori e 0+2,4% per le larghezze.

UNI 10452:1995

Tale norma si riferisce alle lastre ondulate ed alveolari a base di materie plastiche trasparenti, incolore o traslucide da impiegare nella copertura di serre. Definisce il profilo, la forma, le dimensioni e le caratteristiche qualitative dei diversi tipi di lastre, indicando i relativi metodi di prova. Si applica alle lastre di polimetilmetacrilato (PMMA); tipi alveolari e ondulati; policloruro di vinile bi orientato (PVC): tipo ondulato; policarbonato (PC): tipo alveolare (protetto a UV); poliestere rinforzato con fibre di vetro (PRFV); tipo ondulato (protetto UV). Le caratteristiche delle lastre avviene in base alla trasmittanza totale alle

¹ Secondo la norma UNI EN 13206 (Appendice A, prospetto A1);

radiazioni incidenti, effetto serra, resistenza meccanica e durata nel tempo in esercizio (per la quale devono essere garantiti oltre 10 anni). Altre due norme per i materiali di protezione per l'agricoltura, sono:

UNI EN 13655-2003

Tale norma rappresenta la versione ufficiale in lingua italiana della norma europea (2002). Essa viene applicata ai film trasparenti, chiari e diffusi (termici) ed ai film neri e bianco/neri di polietilene e suoi copolimeri che sono destinati alla pacciamatura di vegetali, frutta e floreali. Lo spessore dei film considerati va da 10 µm a 250 µm.

UNI 10406:1995

Tale norma si riferisce a reti a base di fibra polietilenica, impiegate in agricoltura per l'ombreggiamento delle colture orto-floro-frutticole, sia in terra sia in pieno campo, ed in questo caso esercitano anche un'azione antigrandine. Essa stabilisce la definizione, la classificazione e i requisiti di tali reti ad uso agricolo.

Film e manufatti di pacciamatura

La pacciamatura svolge un'azione termoregolatrice e di controllo delle malerbe, riduce l'evapotraspirazione dell'acqua dal terreno e consente di controllare e regolare il numero delle irrigazioni, i turni irrigui e la quantità di acqua da somministrare. Tali caratteristiche portano a vantaggi di carattere agronomico ed ambientali:

- eliminazione o sostanziale riduzione dell'uso di diserbanti con effetti positivi sia ambientali che economici;
- riduzione della frequenza di irrigazione durante la coltivazione con risparmi sui costi fino al 50%;
- preconizzazione delle colture, ottenuta grazie al riscaldamento del terreno.

L'insieme di questi fattori determina una maggiore uniformità della coltura con conseguente miglioramento delle produzioni sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo. Il film di pacciamatura possono essere trasparenti (su terreni privi di erbe infestanti), neri o fumè. E' praticata principalmente con PE nero e PE chiaro, rispettivamente. I film PE co-estrusi, che combinano il vantaggio di due film rispettivamente bianco e nero, sono utilizzati nelle "colture fuori suolo", mentre i film fotoselettivi, che consentono il passaggio soprattutto di radiazione infrarossa sono ancora molto limitati così come la pacciamatura riflettente o quella colorata in arancione che riduce la presenza di insetti o ne facilita la cattura.

I film pacciamanti maggiormente diffusi fino a pochi anni fa erano trasparenti o di colore nero e presentavano caratteristiche nettamente diverse. I film per la pacciamatura del terreno di colore nero venivano usati per l'ottimo contenimento delle malerbe mentre i film trasparenti pur controllando in maniera minima la crescita delle malerbe (le quali comunque restano confinate al di sotto del film) venivano scelti perché consentivano un significativo anticipo della produzione. Attualmente è disponibile un'ampia gamma di film pacciamanti in PE caratterizzati da diverse colorazioni (bianco-nero, fumé, marrone, bianco-latte, verde-traslucido, nero-argento) e diversi spessori. L'ingresso sul mercato dei primi materiali degradabili ha portato la necessità di definire in maniera univoca i concetti di "biodegradabile" e "compostabile" Attualmente possiamo suddividere le plastiche in quattro categorie:

1. Non degradabili: caratterizzate da elevata resistenza meccanica, all'azione dell'acqua e dei microorganismi possono frantumarsi ma persistere per anni.
2. Facilmente degradabili: caratterizzate da elevata erosione meccanica e frantumazione in parti piccolissime che possono persistere nell'ambiente o gradatamente e parzialmente degradare ad opera biotica.

3. Plastiche a degradazione controllata: plastiche che degradano in un intervallo di tempo definito da test specifici. A questa categoria appartengono le plastiche “fotosensibili”, ottenute aggiungendo additivi che si ossidano in seguito all’azione dei raggi ultravioletti. Tra di esse troviamo le resine “polyolefin”, che in seguito alla fotosensibilizzazione ossidativa subiscono una idrolisi in presenza di acqua e la scomposizione in frammenti compostabili.

4. Plastiche a degradazione ambientale.

La pacciamatura degradabile

Le numerosissime ricerche finora condotte sul riciclo dei materiali plastici usati hanno portato alla proposta di soluzioni diverse, senza tuttavia giungere a una soddisfacente e integrale soluzione del problema. Per la pacciamatura del terreno, in particolare, sono stati messi a punto e sono da qualche tempo in commercio sia film plastici naturalmente degradabili, ottenuti sia da prodotti di origine naturale opportunamente polimerizzati (derivati dell’amido miscelati con basse percentuali di polimeri di sintesi), che a degradazione controllata, ottenuti da poliolefine tradizionali di sintesi (LDPE e LLDPE), miscelate con additivi che sono in grado di innescare, in presenza di radiazione solare e/o calore, la degradazione del polimero che avverrà in tempi predefiniti. Durante il ciclo colturale i film differiscono per le caratteristiche fisico-meccaniche dai film nuovi appena installati, a causa della permanenza sul terreno. Inoltre la loro risposta ai fini della coltivazione dipende anche dalle relative caratteristiche dovute alla colorazione (nero, incolore o fumé). In ricerche recenti, alcuni di questi film hanno dimostrato in molte applicazioni un buon comportamento, ma in determinate condizioni sperimentali, in presenza di infestanti particolarmente aggressive, una insufficiente efficacia e uno scarso mantenimento della loro funzionalità per il tempo richiesto dalla coltura. Da esperienze condotte in prove di pacciamatura con questi materiali si è visto che possono raggiungere una durata, nel periodo primaverile, di 50-60 giorni e che presentano inconvenienti legati ad una loro facile rottura nel punto di interrimento. I principali prodotti foto o biodegradanti disponibili sono i seguenti:

- Le materie termoplastiche biodegradabili di amido hanno un contenuto in amido (amilosio) maggiore del 70%. Queste plastiche oltre ad essere altamente biodegradabili in molecole semplici di zucchero possono essere anche completamente idrosolubili. Esse hanno trovato applicazione nella produzione di film (buste per la spesa, involucri per pane, film pacciamante, ecc.).
- Le miscele di poliesteri sintetici degradabili e amido possono essere usate per produrre fogli e film di alta qualità. L’amido viene aggiunto fino al 50% per ridurre i costi di produzione dei materiali e ottenere un materiale completamente degradabile. Attualmente alcune industrie europee hanno già brevettato dei polimeri costituiti dalla miscela di amido e Poliesteri sintetici, che stanno ottenendo una discreta applicazione.
- Le miscele di alcol polivinilico (PVOH) e amido sono state impiegate per la produzione di plastiche biodegradabili attualmente già brevettate da diverse aziende. Il PVOH è rapidamente idro-solubile e quindi le miscele amido-PVOH sono degradate via idrolisi e biodegradazione delle molecole di zucchero.
- Le plastiche foto-degradabili sono invece polimeri termoplastici sintetici all’interno dei quali sono stati incorporati degli additivi chimici o dei copolimeri fotosensibili allo scopo di indebolire i legami del polimero in presenza di radiazione ultravioletta. Le plastiche fotodegradabili sono progettate per diventare fragili quando esposte alla radiazione solare per periodi prolungati. Tra i composti fotosensibili impiegati si ricordano i di-chetoni, derivati del ferracene (amino-alchil-ferracene), ecc.

Per la pacciamatura è importante che al termine dell’esercizio il film mantenga ancora sufficienti caratteristiche meccaniche per poter essere rimosso dal terreno. Infatti se il film si rompe durante la fase

della sua raccolta, corrispondentemente aumenta il lavoro manuale necessario alla pulitura del terreno con un notevole aggravio economico. L'introduzione di additivi capaci di degradarsi progressivamente (in seguito ad ossidazione chimica) in composti a peso molecolare sempre minore in quindi di essere aggrediti e biodegradati da microrganismi fino a anidride carbonica, acqua e biomassa senza rilasciare alcun residuo pericoloso risulta fondamentale. Il progetto propone lo sviluppo di una serie di prototipi con percentuali diverse di amido e/o di additivi biodegradanti per selezionare prototipi in grado di mantenere le caratteristiche del PE e nello tempo possedere ottime caratteristiche di sostenibilità. L' "American Society of Testing and Materials" (ASTM) ha definito come "biodegradabile" un polimero "in grado di subire decomposizione in anidride carbonica, metano, acqua, composti inorganici o biomassa, tramite il meccanismo predominante dell'azione enzimatica di microrganismi presenti nell'ambiente". Secondo tale definizione, il processo di biodegradabilità di un polimero deve essere misurato con test standardizzati e deve arrivare alla completa demolizione nei suddetti prodotti in un determinato periodo di tempo stabilito (Nolan-ITU, 2002). Attualmente questa categoria comprende un ampio gruppo di composti naturali o PE additivati con sostanze naturali, in grado di decomporsi naturalmente nei suddetti prodotti finali, senza il rilascio di sostanze tossiche o cancerogene per l'ambiente. A questa categoria appartengono alcuni materiali da pacciamatura recentemente sviluppati, contenenti una percentuale di cellulosa o suoi derivati, facilmente attaccabili dai microrganismi del terreno. Anche in questo caso il mercato offre la scelta tra film di colori differenti (color avana, color nero, ed altri colori). Per semplicità di analisi è possibile classificare i polimeri biodegradabili e parzialmente degradabili in 5 categorie:

- Polimeri biodegradabili a base di amido.
- Poliesteri biodegradabili. Suddivisi in poliesteri alifatici (catene lineari) e i poliesteri aromatici (che presentano anelli aromatici).
- Polimeri idrosolubili.
- Plastiche foto-biodegradabili.
- Plastiche (convenzionali o biodegradabili) trattate con additivi "prodegradanti".

L'importanza giocata dai poliesteri risiede nel fatto che il legame estere è potenzialmente idrolizzabile. Tra i poliesteri biodegradabili sviluppati commercialmente si ricordano: PHA, PHH, PLA, PBS, AAC, PBAT come poliesteri alifatici e PHB, PHV, PCL, PBSA, PET e PTMAT come aromatici. Anche se i poliesteri aromatici hanno permesso di ottenere delle eccellenti proprietà dei materiali, essi si sono dimostrati totalmente resistenti all'attacco microbico. D'altra parte i poliesteri alifatici sono prontamente biodegradabili, ma mancano delle proprietà meccaniche necessarie per molte applicazioni. Molti di questi polimeri sono usati in miscela con polimeri a base di amido per la produzione di applicazioni plastiche biodegradabili a costo competitivo. I polimeri alifatici presentano una resistenza all'umidità maggiore dell'amido. In particolare le velocità di decomposizione del PBSA, PHB/PHV e del PCL sono risultate simili tra di loro, mentre quelle del PBS e del PLA minori. Alcuni di questi polimeri risultano anche compostabili (PHA, PLA, PCL e AAC). Estremamente interessanti sono inoltre i cosiddetti Copolimeri Alifatici-Aromatici (AAC), i quali combinano le proprietà di biodegradabilità dei poliesteri alifatici con la forza e le performance dei poliesteri aromatici. I polimeri del gruppo AAC sono biodegradabili e compostabili e generalmente in un ambiente microbiologicamente attivo scompaiono all'analisi ad occhio nudo in 12 settimane. Attualmente i polimeri idrosolubili commercialmente disponibili sono l'alcol polivinilico (PVOH) e l'alcol etilen-vinilico (EVOH), impiegati per produrre film plastici. Test effettuati sul PVOH hanno dimostrato che si tratta di un polimero non biodegradabile, ma che si discioglie in acqua. Le più importanti organizzazioni internazionali che hanno fino ad oggi stabilito dei requisiti standard e dei metodi di analisi ufficiali per le plastiche degradabili sono:

- American Society for Testing and Materials (ASTM) (www.astm.org);
- European Standardisation Committee (CEN) (www.cenorm.be);

- International Standards Organisation (ISO) (www.iso.org);
- Institute for Standards Research (ISR);
- Deutsche Institut für Normung (DIN) (www.din.de);
- Organic Reclamation and Composting Association (ORCA) (Belgio).

Il Comitato Europeo di Normalizzazione (CEN) ha definito appropriate regole e standard tecnici alla direttiva della Commissione Europea sugli Imballaggi e Rifiuti di Imballaggi. Questa normativa è un punto di riferimento per i produttori, le autorità ed i consumatori europei. Lo standard di riferimento specifica requisiti e procedure per determinare la compostabilità dei materiali plastici da imballaggio sulla base di 5 aspetti: la biodegradabilità, la disintegrazione durante il trattamento biologico, l'effetto sul trattamento biologico e l'effetto sulla qualità del compost ottenuto. Lo standard europeo più restrittivo per la biodegradabilità è la norma europea EN 13432. Questo standard include i seguenti test e standard: ISO 14855, ISO 14855, ISO 14852, ASTM D5338-92, ASTM D5152-92, ASTM E1440-91, OECD 207 modificato e il CEN TC 261/SC4/WG2. Punto di riferimento è inoltre la normativa che vieta la produzione di sostanze pericolose durante il processo di degradazione (7/548/CEE). Attualmente sono anche disponibili certificazioni aventi logo "OK Compost" e "OK biodegradabile", che possono essere utilizzati per etichettare plastiche e altri materiali compostabili e biodegradabili per certificare che essi sono realmente compostabili e biodegradabili al 100%. Questi marchi sono di proprietà e sono gestiti dalla AVI-CERTEST e sono basati sullo standard CEN 13432.

Impatto ambientale visivo degli apprestamenti protetti

Tutti gli apprestamenti protetti impiegati in agricoltura (serre, tunnel, costruzioni per reti antigrandine, ecc.) sono soggetti a vincoli di tipo paesaggistico. Una possibile soluzione a questo tipo di problematiche potrebbe essere la sostituzione degli attuali film di colore bianco/trasparente, che, essendo molto riflettenti, sono visibili a notevole distanza, con prodotti di colore ad impatto ambientale visivo minore (neri, verdi, blu, gialli, ecc.). Il problema dell'impiego di tali film colorati è che essi alterano qualitativamente la radiazione solare che li attraversa e pertanto essi possono avere degli effetti a volte imprevedibili sulla fisiologia e la biologia delle piante. E' infatti ben noto per esempio che materiali di copertura di colore diverso tendono ad assorbire parti diverse dello spettro luminoso. Ad esempio i teli gialli assorbono tutte le lunghezze d'onda comprese nel range 360-490 μm , i teli rosa quelle nel range 490-595 μm , i teli blu quelle comprese tra 520 e 720 μm , i teli rossi quelle tra 380-595 μm ed i teli verdi assorbono sia le lunghezze d'onda comprese tra 360 e 490 μm sia quelle nel range 565-720 μm . L'effetto di tali alterazioni qualitative della radiazione solare che raggiunge le piante sulle performance delle colture è molto spesso imprevedibile a causa della complessità dei fenomeni fisiologici implicati. Pertanto l'impiego in agricoltura di tali film colorati necessita di un'attenta sperimentazione in pieno campo.

Il riciclo dei materiali plastici

La problematica dello smaltimento dei materiali plastici in agricoltura e quindi del loro impatto ambientale è fortemente dipendente dallo spessore dei film per serre la cui durata può essere incrementata mediante master additivi innovativi (che consentono spessori più sottili pur mantenendo la funzione di "schermo" alle radiazioni infrarosse) e con lo sviluppo di film e manufatti degradabili che consentirebbero lo smaltimento direttamente in campo o mediante interrimento o con il loro compostaggio. A questo proposito, è opportuno sottolineare che la diffusione nel mercato dei materiali biodegradabili (piccoli tunnel, pacciamatura) incontra forti ostacoli per il costo elevato del granulo a base di amido rispetto a

quelli derivati dal petrolio. Il principale problema ambientale legato all'utilizzo di film plastici per la pacciamatura sta nella rimozione e nella successiva fase di smaltimento degli stessi. Entrambi gli aspetti generano problemi ambientali minimizzabili solo a costi elevati.

Attualmente la rimozione dei film avviene secondo 2 modalità:

- rimozione manuale o meccanizzata e successivo incenerimento o riciclaggio;
- rilavorazione del terreno senza rimozione dei film (in questo caso di film più sottili anche foto-degradabili).

La prima operazione di rimozione è economicamente costosa, la seconda ha costi ambientali notevoli, poiché determina l'accumulo di pezzi di plastica nel terreno o la dispersione di questi per le campagne. Se avviati al riciclaggio, i teli vengono sottoposti a una fase di lavaggio anch'essa estremamente impattante dal punto di vista ambientale; viceversa, la pericolosità, ma poco costosa, pratica di bruciare i resti della pacciamatura sul campo è ormai vietata dalle norme europee e sanzionata pesantemente. Le pratiche di smaltimento "tradizionali", impiegate principalmente in agricoltura, quali l'incenerimento in piena aria e l'interramento sono ampiamente scoraggiate, a causa delle gravi ripercussioni che esse possono avere sulla salute umana e sull'eco-agro sistema e sull'ambiente.

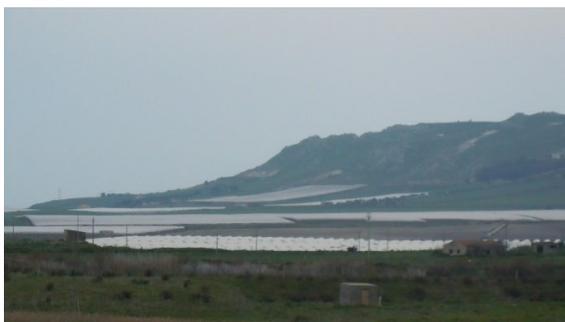
Infatti, a causa dell'inefficienza della combustione in piena aria, le emissioni per unità di massa di materiale bruciato sono molto maggiori nelle combustioni in piena aria che nell'incenerimento controllato in impianti specializzati (emissioni 20 volte maggiori di diossina, 40 volte maggiore di particolato e diverse volte maggiore di metalli). Diossina è un termine generico con il quale si indica una famiglia di sostanze chimiche comprendenti 75 diossine e 135 composti correlati, chiamati furani. La diossina rappresenta un pericolo anche in bassissime quantità, in quanto è stato associato all'alterazione di vie metaboliche del sistema endocrino, ad un aumentato rischio di ischemia cardiaca, inabilità cognitiva e motoria e endometriosi.

Anche l'esposizione al particolato è stato associato a diversi problemi di salute, tra cui un aumento del rischio d'infarto. Sebbene le ripercussioni sulla salute umana sono maggiori nelle zone più vicine ai siti di emissione, anche consumatori fisicamente distanti da tali siti possono subire danno attraverso i cibi. Interrare i materiali plastici, se da una parte può contribuire a ridurre l'impatto ambientale visivo derivante dalla deposizione di tali materiali in discariche (di grande danno specialmente alle zone di interesse turistico), può invece avere effetti negativi di lungo termine sulla qualità delle acque utilizzate per il rifornimento idrico. Attualmente esistono due possibili metodi di recupero delle materie plastiche:

- il riciclo dei materiali
- il recupero energetico.

Il riciclo ha lo scopo di recuperare i materiali e di renderli utilizzabili per la costituzione di nuovi prodotti aventi uguale o differente destinazione rispetto a quella originale. Si distingue un riciclo meccanico ed un riciclo chimico. Il riciclo meccanico è basato sul trattamento della plastica di rifiuto con agenti fisici (calore) e successiva lavorazione in granuli o fiocchi, ottenendo così un nuovo prodotto. In questi processi è preferibile utilizzare partite di rifiuti plastici omogenei, in quanto materiali termoplastici diversi non si combinano bene quando lavorati insieme. Questo tipo di riciclo è particolarmente idoneo in quei casi in cui sono disponibili grosse quantità dello stesso prodotto plastico di rifiuto (ad esempio nel caso dei teli usati in agricoltura). Il riciclo chimico ha come obiettivo quello di ottenere i costituenti chimici dei polimeri plastici (idrocarburi o addirittura i singoli monomeri) tramite trattamenti chimici. Sono attualmente disponibili quattro diversi tipi di trattamento chimico: Pirolisi, Idrogenazione, Gassificazione, e Chemiolisi. Il metodo chimico si presta al riciclo di materiali plastici misti, ma le cui potenzialità non sono ancora ben note. L'altra possibilità di gestione dei materiali plastici di rifiuto è il recupero energetico. Questa tecnica si basa sul fatto che i rifiuti plastici sono dotati di un elevato potere calorico, paragonabile a quello del carbone e del petrolio, che può essere recuperato in modo pulito e sicuro tramite combustione per ottenere calore e/o alimentazione elettrica. L'incenerimento dei materiali plastici deve essere eseguito in impianti specializzati

(per esempio, inceneritori municipali e aziende specializzate), che siano in grado di garantire minime emissioni di diossina. Il recupero energetico può essere eseguito utilizzando solo materiale plastico di rifiuto (la plastica diventa un eccellente sostituto dei combustibili fossili nei processi ad intenso consumo energetico, come per esempio nella produzione del cemento) oppure incenerendo i rifiuti plastici insieme ai rifiuti solidi urbani (RSU). Nel 1999, delle 19.166.000 tonnellate di rifiuti plastici prodotte nei paesi dell'Europa occidentale solo l'11,2% è stato riciclato tramite procedimenti fisici o chimici ed il 20,6% è stato utilizzato per il recupero energetico (APME, 2001). In Italia, nello stesso anno di riferimento, sono state prodotte 3.277.000 tonnellate di rifiuto plastici, di cui solo l'8,5% è stato riciclato mediante metodi meccanici e il 7,2% utilizzato per il recupero energetico. La gestione dei rifiuti plastici in agricoltura è resa più complessa dal fatto che essi sono spesso "sporchi". Infatti, a differenza dei rifiuti plastici provenienti da altri comparti produttivi, le plastiche agricole sono spesso contaminate fino al 50% del loro peso da sporcizia, detriti, residui vegetali e di pesticidi, agenti protettivi contro gli ultra-violetti (UV), patogeni ed umidità. Evitare questo tipo di contaminazioni o rimuoverle a posteriori risulta notevolmente costoso sia in termini energetici che di tempo. I processi di riciclo del vetro o dei metalli non presentano questo tipo di inconveniente, in quanto essi avvengono ad elevate temperature, mentre il trattamento termico delle plastiche viene eseguito a temperature più basse che non sono in grado di rimuovere i contaminanti. Di conseguenza le plastiche contaminate non vengono accettate per il riciclo. Inoltre, considerato il fatto che gran parte di esse vengono impiegate all'aperto, le plastiche utilizzate in agricoltura, a fine ciclo, risultano parzialmente degradate dalla componente UV della radiazione solare, che le rende non idonee al riciclo chimico. Nei paesi dell'Europa occidentale il settore agricolo produce ingenti quantità di rifiuti plastici (circa 300.000 tonnellate), tuttavia in sei paesi (Finlandia, Irlanda, Italia, Olanda, Norvegia e Spagna) si sono raggiunte percentuali di riciclo dei materiali plastici agricoli superiori al 50%. E' evidente che l'utilizzo dei film plastici in agricoltura, se da un lato è utile a ottenere produzioni anticipate e abbondanti, dall'altro è certamente una fonte di rifiuti in plastica, che sebbene non pericolosi, tuttavia spesso danno origine a problemi ambientali a causa di pratiche scorrette per il loro smaltimento da parte degli agricoltori.



Panorami di serre in Sicilia (foto by Alessandro Campiotti)

BIBLIOGRAFIA

- ANPA, 2000. I rifiuti del comparto agricolo. Tipologia e coefficienti di produzione. RTI CTN_RIF 2/2000.
- Bosco A., Campiotti C., F. Dondi, A. Scognamiglio. 2009. Le serre sostenibili come opportunità strategica per la ridefinizione dei paesaggi peri-urbani e rurali. CITTAM 2009. International Workshop "L'Identità Culturale del Paesaggio Mediterraneo". Napoli 12-13 maggio 2009.
- Campiotti C., G. Alonzo, C. Bibbiani, A. Bosco, F. Dondi, A. Scognamiglio. 2009. Innovazioni e tecnologie sostenibili per le colture protette. CITTAM 2009. International Workshop "L'Identità Culturale del Paesaggio Mediterraneo". Napoli 12-13 maggio 2009.

- Campononico A. Alonzo G. Campiotti C., Belmonte A. 2009. La gestione di un paesaggio attraverso una filiera di produzione. Agribusiness Paesaggio & Ambiente -- Vol. XII (2008) n. 1, Marzo 2009.
- Favia A. 2002. Verso plastiche utili ed ecocompatibili. Colture Protette n.2, 37-42.
- Magnani G. 1993. I materiali di copertura rigidi e flessibili. Colture Protette n.7-8, 25-33.
- Giacomo Scarascia-Mugnozza, Carmela Sica, Giovanni Russo. Plastic materials in European agriculture: actual use and perspectives J. of Ag. Eng. - Riv. di Ing. Agr. (2011), 3, 15-28.
- Stefani F. 2009. Plastiche biodegradabili, agricoltura più sostenibile. Agricoltura, dicembre 2009.
- Wondu Holdings. Bioplastics Supply Chains: Implications and opportunities in agriculture. Report for the Rural Industries Research and Development Corporation. November 2004. RIRDC Project No: WHP-5A RIRDC Publication No:04/044.

Progetto PROTECO

Sostiene la competitività delle imprese e delle aziende che operano nel comparto delle colture protette.

Diffonde materiali plastici in grado di assicurare la qualità dei prodotti, la specializzazione varietale e il controllo degli impatti ambientali.

Favorisce la realizzazione di processi produttivi che inglobano maggiori dosi di progresso tecnico e tecnologico per rispondere efficacemente alle richieste della GD e alla globalizzazione dei mercati.

Sostiene la qualità e la sicurezza dei prodotti orto-floro-frutticoli mediante l'impiego di film di copertura e manufatti di pacciamatura innovativi

Materiali plastici Progetto PROTECO

film di lunga durata con ridotta trasparenza alle radiazioni ultraviolette in linea con le richieste della GD (Grande Distribuzione);

film mediamente termici con forte percentuale di luce diffusa per evitare fenomeni di surriscaldamento nei periodi stagionali con elevata intensità solare;

film foto-selettivi che regolano il passaggio selettivo della radiazione solare sia visibile sia dell'UV e dell'IR;

film ad alto effetto barriera per ridurre i dosaggi di agenti chimici fumiganti per la sterilizzazione del suolo agricolo;

pacciamatura bio-degradabile e foto-degradabile nelle colture forzate e semi-forzate;

teli colorati non riflettenti con caratteristiche strutturali capaci di ridurre l'impatto visivo mediante colori meno riflettenti.

