

Prove di solarizzazione mediante pacciamatura con film plastici trasparenti

Giacomo Scarascia Mugnozza (*) - Pietro Picuno (**)

(*) Ricercatore Confermato, Istituto di Costruzioni Rurali, Università di Bari.

(**) Ricercatore Confermato, Dipartimento Tecnico-economico, Università della Basilicata, Potenza.

1. Premessa

L'esigenza di combattere gli organismi patogeni e le erbe infestanti presenti nel terreno agrario ha condotto ad un massiccio utilizzo di sostanze anticrittogamiche e diserbanti nel substrato naturale delle colture agrarie. Al fine di ridurre gli effetti inquinanti derivanti dall'applicazione di composti chimici, si è andata sviluppando, in alcuni Paesi a clima caldo, una tecnica di disinfezione del terreno che consiste nell'utilizzare l'energia solare mediante la copertura con film plastici trasparenti del terreno saturo d'acqua. Nel corso della stagione estiva quest'ultimo tipo di pacciamatura consente di incrementare in maniera considerevole il regime termico negli strati superficiali del suolo distruggendo i microorganismi patogeni e devitalizzando semi di erbe infestanti determinando così, al termine dei circa 60 giorni di trattamento (3), una condizione ottimale per poter avviare la produzione. La pacciamatura del terreno, tradizionalmente utilizzata nelle stagioni fredde per ridurre le perdite di calore dal suolo per convezione, evaporazione e irraggiamento, mediante l'apposizione di materiali organici (carta, paglia, ecc.), di fogli alluminati o di laminati plastici flessibili trasparenti, trova così un analogo campo d'impiego anche d'estate, con il risultato di ottenere una sterilizzazione parziale del terreno economica, di semplice attuazione e che non produce fitotossicità o residui di pesticidi nel terreno, nella falda idrica sottostante e nei prodotti vegetali successivamente coltivati.

La tecnica di solarizzazione del terreno è ovviamente legata alle caratteristiche climatiche della zona e al tipo di materiale impiegato per la pacciamatura. I film plastici trasparenti appaiono particolarmente idonei sia per la loro economicità che per i livelli termici che si raggiungono nel terreno grazie all'effetto serra.

Allo scopo di esaminare l'efficacia del trattamento di solarizzazione nell'Italia Meridionale sono state effettuate prove sperimentali, con differenti film plastici

trasparenti, determinando i livelli termici raggiunti a diverse profondità del terreno agrario pacciamato.

2. La solarizzazione del terreno agrario

La tecnica di solarizzazione del terreno agrario mediante pacciamatura è stata individuata e si è sviluppata negli anni '70: Katan et al. (2) hanno osservato in Israele che la copertura del terreno mediante film di polietilene trasparente, durante i mesi di Luglio ed Agosto, ha determinato temperature massime di 52°C a 5 cm di profondità e di 42°C a 15 cm. Il raggiungimento

Tab. 1 - Simbologia utilizzata nel modello matematico.

Notazioni	
R	= trasferimento di calore per radiazione, W/m ² ;
A	= trasferimento di calore sensibile per adduzione, W/m ² ;
H	= trasferimento di calore latente, W/m ² ;
S	= trasferimento di calore per conduzione attraverso gli strati di terreno, W/m ² ;
T	= temperatura assoluta, K;
z	= profondità dello strato del terreno, m;
λ	= conducibilità termica del terreno, W/m K;
ρ	= massa volumica dell'aria = 1,293 kg/m ³ ;
C _p	= calore specifico dell'aria secca = 1,006 KJ/kg K;
L	= calore latente di evaporazione dell'acqua = 2454 KJ/kg;
ε	= emissività, %;
τ	= trasmissività del telo di pacciamatura, %;
α	= albedo, %;
σ	= costante di Stefan-Boltzmann = 5,6697 * 10 ⁻⁸ W/(m ² K ⁴);
u*	= velocità di frizione superficiale, m/s;
θ*	= temperatura di frizione potenziale, K;
q _s (T _s)	= umidità specifica dell'aria satura alla temperatura del terreno, g/kg;
q _p (T _p)	= umidità specifica dell'aria satura alla temperatura del telo di pacciamatura, g/kg.
Pedici	
r	= solare;
a	= atmosferica;
p	= pacciamatura;
s	= suolo;
i	= interno;
e	= esterno.

Il contributo all'impostazione ed allo svolgimento del lavoro va suddiviso in maniera paritetica tra gli Autori.

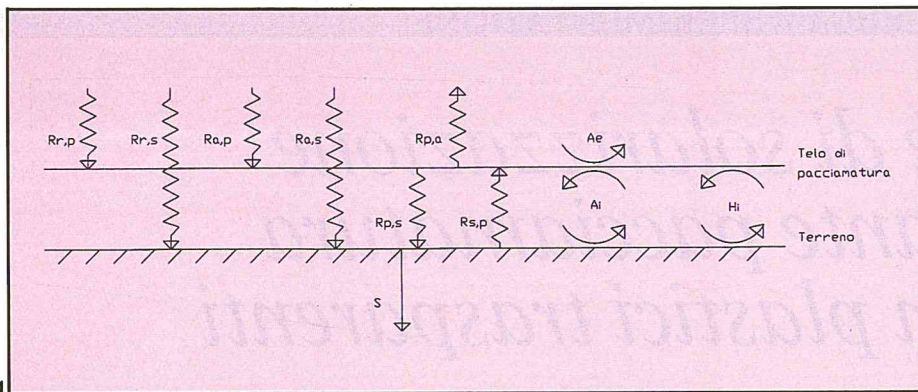
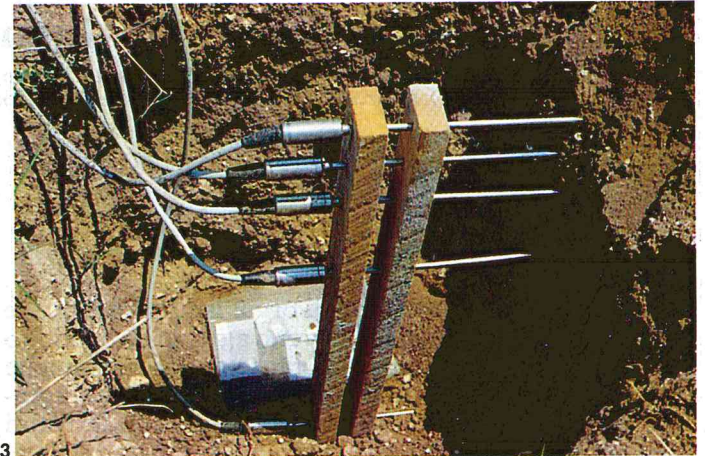


Fig. 1 - Schema del sistema terreno - aria - strato di pacciamatura con l'indicazione dei singoli termini del bilancio energetico.

Fig. 2 - Vista dei riquadri di terreno pacciamati con film plastico.

Fig. 3 - Colonna di sonde di rilievo di temperatura con campioni di sclerosi posti nel terreno prima delle prove sperimentali.



di tali livelli termici consente la sterilizzazione parziale del terreno: si è infatti osservato (2, 3) che temperature di 50°C e oltre, per una durata minima di 1 ora, sono risultate letali per molte categorie di patogeni, mentre il superamento di 40°C per alcune ore consente di ridurre sensibilmente il carico di microorganismi dannosi per diverse colture ortive.

I risultati sperimentali sono stati quindi verificati, con l'ausilio di un modello matematico rappresentativo del campo di temperature nel terreno, da Mahrer (4), da Mahrer & Katan (5), e successivamente da Mahrer et al. (6) con riferimento, oltre che ai livelli termici, anche al tenore di umidità del suolo.

La tecnica di solarizzazione del terreno agrario è stata impiegata anche in altri Paesi: in California (3), con l'ausilio di tale tecnica, è stata raggiunta la temperatura di 60°C a 5 cm di profondità, mentre in Giordania (3), alla stessa profondità, si sono ottenute temperature massime di 52°C.

Ricerche sulla solarizzazione sono state condotte anche in Italia: Garibaldi & Tamietti (7) hanno studiato l'effetto della solarizzazione mediante pacciamatura con film di polietilene trasparente di terreno sotto serra mantenuto umido attraverso un sistema di irrigazione a goccia posto in situ prima della

pacciamatura; i livelli termici raggiunti sono stati pari a 47°C a 15 cm di profondità, a fronte di temperature massime di 32°C raggiunte alla stessa profondità nel limitrofo terreno non pacciamato all'interno dell'apprestamento protetto.

La soluzione matematica dei processi termici attivati dalla solarizzazione è stata oggetto di numerosi studi (1, 4, 5, 6); in particolare, Failla et al. (1), con riferimento alla Sicilia sud-orientale, sono pervenuti alla determinazione teorica di temperature superiori a 40°C per 8 ore al giorno a 10 cm di profondità.

Tab. 2 - Risultati dell'analisi granulometrica del terreno oggetto di prova.

Limo	15,9%
Argilla	-
Sabbia fine	70,5%
Sabbia grossa	13,6%

Tab. 3 - Numero di eventi in cui il livello termico si è mantenuto nell'ambito delle diverse classi di temperatura per la durata di un'ora, relativamente a tutto il periodo di prova.

Zona	Profondità (cm)	Classi di temperatura (°C)				
		55-60°	50-55°	45-50°	40-45°	> 40°
Pacciamatura PE	1	17	147	176	127	467
	5	0	10	216	230	456
	10	0	0	15	356	371
	20	0	0	0	4	4
	50	0	0	0	0	0
Pacciamatura PVC	1	0	101	231	165	497
	5	0	0	75	299	374
	10	0	0	1	211	212
	20	0	0	0	0	0
	50	0	0	0	0	0
Terreno non pacciamato	1	0	78	159	124	361
	5	0	0	0	166	166
	20	0	0	0	0	0
	50	0	0	0	0	0

2.1. Bilancio energetico

Il bilancio energetico del sistema costituito da tre componenti: a) terreno, b) aria contenuta nell'intercapedine, c) strato di pacciamatura, è regolato, con riferimento ai simboli di figura 1 e alle notazioni di tabella 1, dal seguente sistema di equazioni (4, 6):

$$\begin{cases} R_{r,s} + R_{a,s} + \varepsilon_s R_{p,s} - R_{s,p} + A_i + H_i - S = 0 \\ R_{r,p} + R_{a,p} + \varepsilon_{a,p} R_{s,p} - R_{p,s} - R_{p,a} + A_e - A_i - H_i = 0 \end{cases} \quad (I)$$

relative rispettivamente all'equilibrio degli scambi termici sullo strato superficiale del suolo e sul telo di pacciamatura.

I singoli termini valgono:

$$\begin{aligned} R_{r,s} &= (1 - \alpha) \tau_r R_r; \\ R_{a,s} &= \varepsilon_s \tau_a R_a; \\ R_{r,p} &= \varepsilon_{r,p} R_r; \\ R_{a,p} &= \varepsilon_{a,p} R_a; \\ R_{p,s} &= R_{p,a} = \varepsilon_{a,p} \sigma T_p^4; \\ R_{s,p} &= \varepsilon_s \sigma T_s^4; \\ A_i &= \rho C_p (T_s - T_p)^{4/3}; \\ A_e &= \rho C_p u^* \sigma^*; \\ H_i &= \rho L (T_s - T_p)^{1/3} [q_s (T_s) - q_p (T_p)] \end{aligned}$$

$$S = \lambda \frac{\partial T_s}{\partial z}$$

La diffusione unidimensionale del calore e dell'umidità nel suolo è regolata rispettivamente dalle equazioni:

$$\frac{\partial T_s}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[D \frac{\partial T_s}{\partial z} \right] \quad (II)$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[D_\theta \frac{\partial \theta}{\partial z} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[D_T \frac{\partial T_s}{\partial z} \right] + \frac{\partial K_h}{\partial z} \quad (III)$$

ove:

t = tempo, s;

D = diffusività termica del terreno, m²/s;

K_h = conducibilità idraulica, m/s;

D_θ = diffusività dell'umidità del terreno, m²/s;

D_T = diffusività termica dell'umidità del terreno, m²/(s K);

θ = umidità del suolo, % in volume.

Risolvendo il sistema (I) si ricavano i valori della temperatura del telo di pacciamatura T_p e dello strato superficiale del terreno T_s; quest'ultima, inserita nelle

Tab. 4 - Valori massimi assoluti di temperatura verificatisi nel corso della totalità del periodo della prova insieme alle relative date e scansioni orarie.

Zona	Profondità (cm)	Massimi assoluti		
		(°C)	Data	Ora
Pacciamatura PE	1	57,2	3/7/90	13:00
	5	51,2	3/7/90	15:00
	10	46,3	3/7/90	17:00
	20	40,2	3/7/90	20:00
	50	34	30/7/90	17:00
Pacciamatura PVC	1	54,7	3/7/90	14:00
	5	48,8	2/7/90	16:00
	10	45,1	2/7/90	17:00
	20	38,8	3/7/90	20:00
	50	32,4	24/7/90	19:00
Terreno non pacciamato	1	54,9	23/7/90	14:00
	5	44,3	23/7/90	16:00
	20	31,7	3/7/90	22:00
	50	28,8	6/8/90	14:00

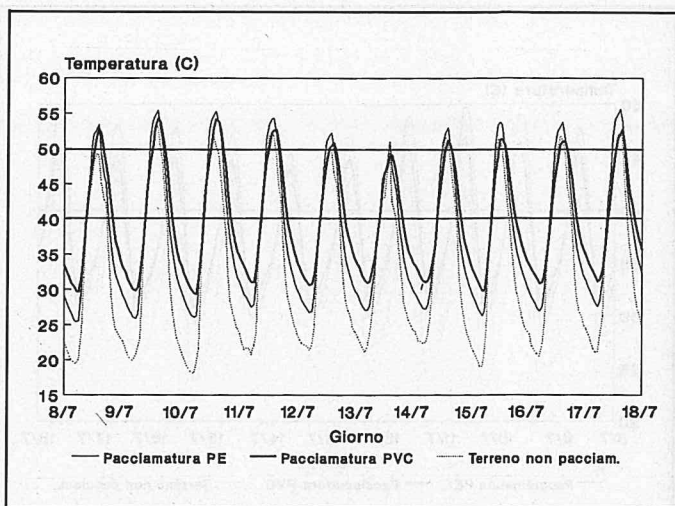


Fig. 4 - Andamento delle temperature a 1 cm di profondità nel terreno pacciamato con PE, con PVC e senza pacciamatura, nel periodo 8-18 Luglio 1990.

equazioni (II) e (III) consente di ottenere una rappresentazione dell'andamento nel tempo della temperatura e dell'umidità nei diversi strati del terreno.

3. Prove sperimentali

Allo scopo di ricavare indicazioni circa l'efficacia del trattamento di solarizzazione del terreno mediante pacciamatura, sono state condotte prove sperimentali con due diversi film plastici trasparenti e i risultati, espressi in termini di regime termico a diverse profondità sotto lo strato campagna, sono stati confrontati con quelli ottenuti nel terreno non pacciamato.

3.1. Materiali e metodi

La prova è stata effettuata in un appezzamento all'interno del Campus dell'Università di Bari (41°07' Latitudine N), su un terreno (8) di tipo sabbioso - limoso (tab. 2) con massa volumica a secco pari a circa 1200 Kg/m³ e conducibilità termica pari a circa 1,3 W/(mK) in condizioni di saturazione, per una durata di 60 giorni, dal 21 Giugno al 20 Agosto 1990. La superficie di terreno, adeguatamente bagnato, è stata divisa in due zone uguali di dimensioni 3,00 × 4,50 m ciascuna, pacciamate l'una con film di PE neutro di spessore 0,2 mm e l'altra con PVC PLYPAC dello spessore di 0,15 mm (fig. 2). Nel baricentro di ciascun riquadro di terreno pacciamato è stata interrata una colonna di sonde di rilievo di temperatura del tipo a termoresistenza (Pt 100) alle profondità di 1, 5, 10, 20 e 50 cm (fig. 3); una colonna di sonde alle profondità di 1, 5, 20 e 50 cm è stata disposta nel terreno esterno non pacciamato, a sufficiente distanza dai riquadri pacciamati per impedire influenze sul regime termico.

Le dimensioni della pacciamatura e la distanza tra le sonde di temperatura e il perimetro della copertura sono state scelte in modo tale da evitare l'influenza di qualsiasi effetto di bordo, come dimo-

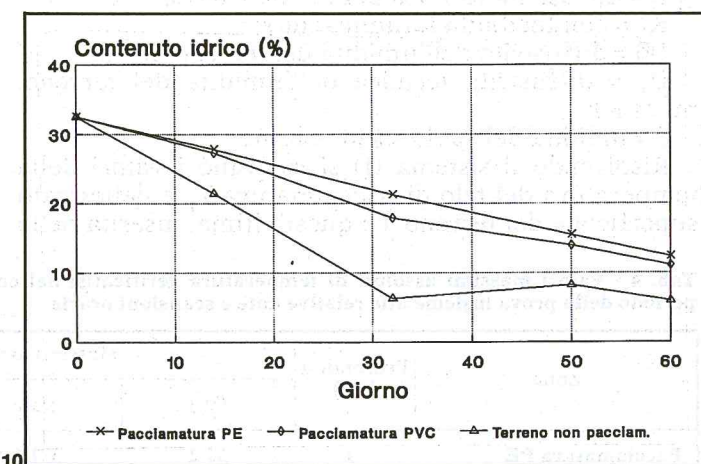
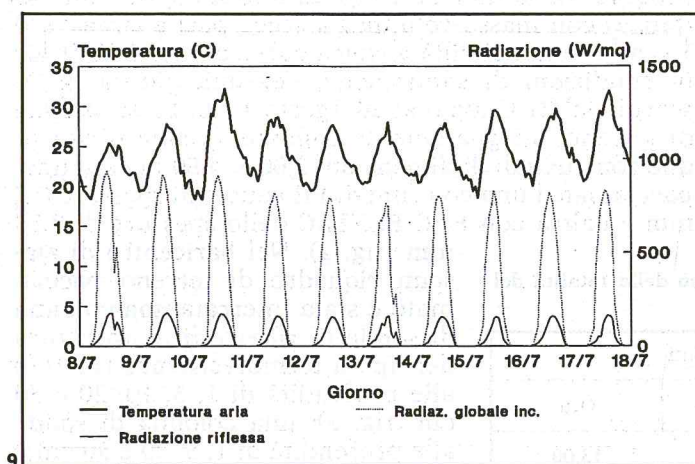
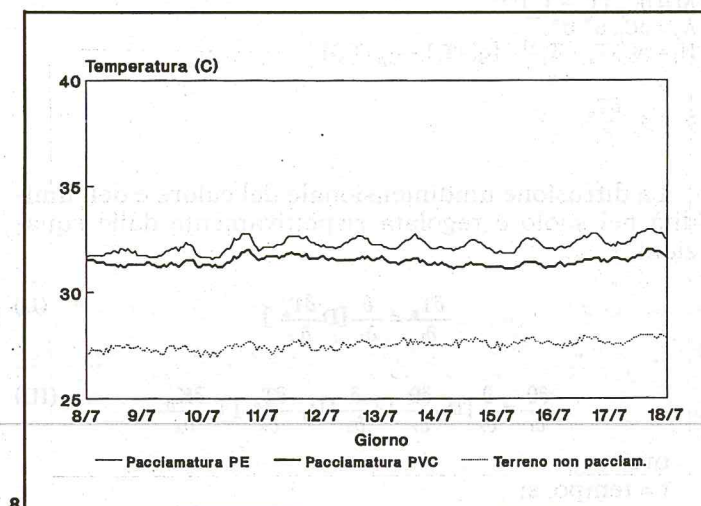
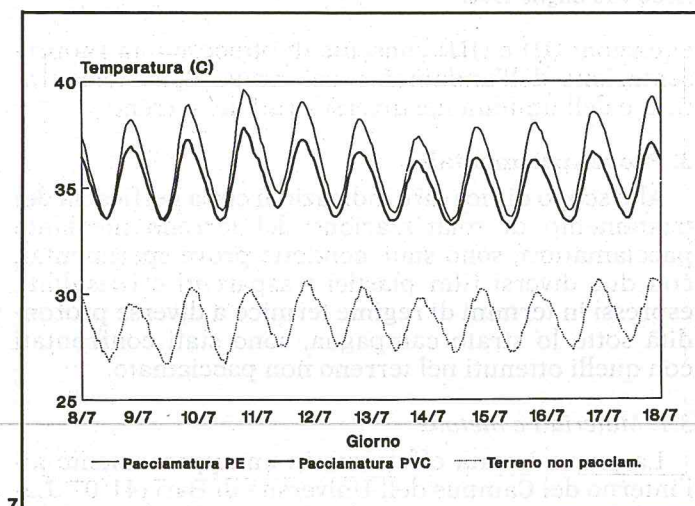
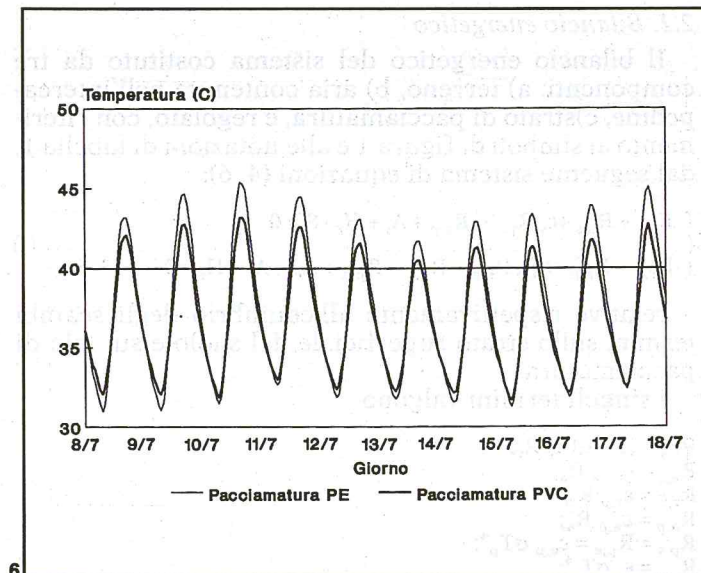
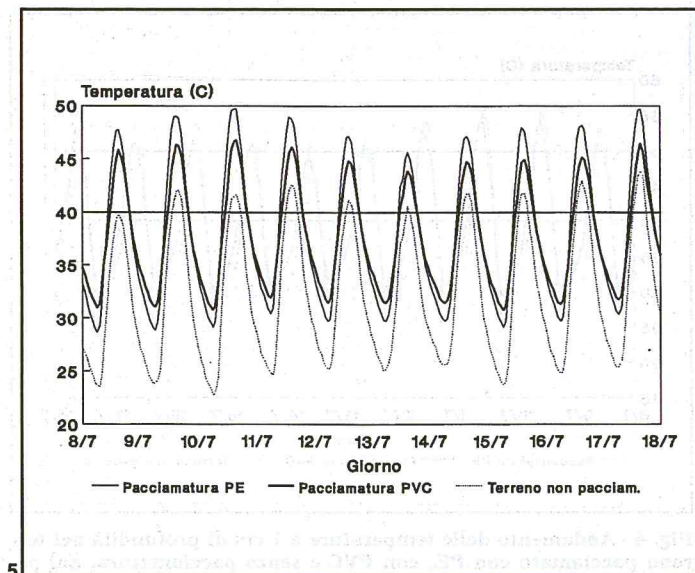


Fig. 5 - Andamento delle temperature a 5 cm di profondità nel terreno pacclamato con PE, con PVC e senza pacclamatura, nel periodo 8-18 Luglio 1990.

Fig. 6 - Andamento delle temperature a 10 cm di profondità nel terreno pacclamato con PE, con PVC nel periodo 8-18 Luglio 1990.

Fig. 7 - Andamento delle temperature a 20 cm di profondità nel terreno pacclamato con PE, con PVC e senza pacclamatura, nel periodo 8-18 Luglio 1990.

Fig. 8 - Andamento delle temperature a 50 cm di profondità nel terreno pacclamato con PE, con PVC e senza pacclamatura, nel periodo 8-18 Luglio 1990.

Fig. 9 - Andamento della temperatura dell'aria e della radiazione solare incidente e riflessa, nel periodo 8-18 Luglio 1990.

Fig. 10 - Contenuto idrico del terreno pacclamato con PE, con PVC e senza pacclamatura, nel corso dei 60 giorni di prova.

strato da Mahrer & Katan (5) secondo cui a distanze dal perimetro della pacciamatura superiori a 1 m non si risentono gli effetti di bordo. Ad intervalli di un'ora sono stati rilevati, da un data-logger TECNO-EL Kampus 2326.DLM, i valori di temperatura medi e istantanei del terreno e dell'aria, la velocità e direzione del vento, la radiazione solare incidente e riflessa. Allo scopo di indagare gli effetti dei livelli termici raggiunti nel terreno sulla sopravvivenza di microrganismi patogeni, le prove sono state svolte in collaborazione con il Dipartimento di Protezione delle Piante dalle Malattie dell'Università di Bari, inserendo sotto le due parcelle pacciamate, per ciascuna profondità delle sonde di rilievo della temperatura, 100 sclerozoi (*Sclerotium rolfsii* Sacc.) contenuti in sacchetti di rete.

3.2. Risultati e discussione

Nel caso del terreno pacciamato con film di PE sono state ottenute temperature superiori a 40°C a 20 cm di profondità e temperature superiori a 50°C a 5 cm (tab. 3); temperature superiori a 40°C sono state registrate al di sotto della pacciamatura in PVC per profondità fino a 10 cm mentre, per quanto riguarda il terreno non pacciamato, sono stati raggiunti valori superiori a 40°C solo per le profondità di 1 e 5 cm.

Dalle figure 4, 5, 6, 7, 8 e 9 si possono ricavare gli andamenti delle temperature del terreno, dell'aria e della radiazione solare, relativamente al periodo di riferimento 8-18 Luglio 1990, che si ritiene rappresentativo dell'intera durata della prova.

Nel corso della prova sono stati effettuati campionamenti del terreno allo scopo di determinarne le variazioni di contenuto idrico (fig. 10).

Dai risultati di carattere patologico vegetale si può rilevare che nel terreno pacciamato con PE si è registrata una mortalità dei microrganismi patogeni pari al 100% alle profondità di 1, 5 e 10 cm, mentre nel terreno pacciamato con PVC la mortalità degli sclerozoi è stata del 100% e superiore al 50% rispettivamente a 1 e 5 cm e a 10 cm di profondità, a fronte di una completa sopravvivenza degli sclerozoi disposti alle stesse profondità nel terreno non pacciamato. Per quanto attiene alle profondità di 20 e 50 cm i risultati ottenuti non sembrano dipendere in modo significativo dai livelli termici raggiunti, poiché la mortalità dei microrganismi patogeni è stata probabilmente influenzata da fattori diversi da quello termico.

Dall'esame dei risultati su riportati si può evidenziare quanto segue:

- i valori massimi di temperatura nel terreno pacciamato con film di PE sono sempre stati superiori, a tutte le profondità, rispetto a quello pacciamato con PVC, raggiungendo scarti mediamente pari a 2-3°C per profondità sino a 10 cm (figg. 4, 5 e 6);

- il terreno non pacciamato è risultato sempre più freddo di quello coperto con film plastico tranne che in superficie (1 cm), probabilmente a causa dell'effetto che possono aver avuto, sul ridotto spessore di terreno di copertura della sonda, gli agenti atmosferici quali vento e pioggia;

- il film di PVC ha dato luogo, dopo pochi giorni dall'inizio delle prove, a fenomeni di condensa consistenti e diffusi su tutta la faccia interna della copertura trasparente, che si possono giustificare con le caratteristiche «no drop» del PVC. Tali proprietà antigoccia

permettono alle gocce di condensa che si formano sulle pareti inclinate delle serre, di scorrere fino alla base delle pareti stesse mentre, nel caso di pacciamatura, che presenta una superficie del film disposta in orizzontale, le gocce tendono a permanere creando uno strato uniforme di condensa. Sulla faccia esterna del film di PVC, inoltre, è stato notato accumulo di polvere e pulviscolo atmosferico, trattenuti dall'azione elettrostatica esercitata dal plastificante, per cui complessivamente tali fenomeni hanno determinato un abbattimento delle caratteristiche di trasmissività del telo sia nel visibile che nell'infrarosso solare;

- dopo alcune settimane dall'inizio della prova la superficie del terreno pacciamato con PVC, al contrario di quanto registrato sotto PE, ha presentato uno sviluppo di erbe infestanti;

- il film di PE ha dato luogo a fenomeni di condensa circoscritti ad alcune zone della pacciamatura non modificando, quindi, la trasmissività del materiale;

- le temperature massime giornaliere registrate nel terreno pacciamato con PVC, lievemente inferiori a quelle del terreno pacciamato con PE (figg. 4, 5, 6, 7 e 8), si possono giustificare con i fenomeni di condensa, di presenza di polvere e di crescita delle malerbe in precedenza indicati, che hanno influito negativamente sulla trasmissività del materiale. Le migliori caratteristiche radiometriche del PVC nella banda dell'infrarosso lungo possono invece aver contribuito a una riduzione dell'ampiezza dell'onda del regime termico alle varie profondità, generando un leggero incremento dei minimi di temperatura ottenuti sotto PVC rispetto al PE (figg. 4, 5 e 6);

- le temperature massime assolute nel terreno (tab. 4) si sono verificate in concomitanza dei giorni con le più elevate temperature dell'aria esterna, evidenziando l'importanza degli scambi convettivi tra pacciamatura e aria;

- i risultati ricavati in termini di temperatura sono stati confortati da quelli di carattere patologico vegetale, che hanno messo in evidenza una mortalità pressoché totale degli sclerozoi posti nei primi 10 cm di terreno pacciamato al contrario di quanto è avvenuto in quello non pacciamato.

4. Conclusioni

La sterilizzazione parziale mediante solarizzazione del terreno agrario attraverso pacciamatura con film plastici trasparenti può essere considerata una tecnica abbastanza valida sia nella difesa dai microrganismi patogeni che nel controllo delle malerbe per mezzo della devitalizzazione dei semi delle erbe infestanti. I risultati si possono apprezzare in termini di: maggiore produttività delle piante successivamente messe in coltivazione, economicità rispetto ad altri sistemi quali quelli chimici e ridotta influenza sull'ambiente grazie a un minore ricorso a pesticidi e diserbanti. Le prove svolte hanno dimostrato che l'applicazione di tale tecnica in Italia Meridionale nel periodo estivo consente di raggiungere temperature superiori a 40°C per profondità del terreno di oltre 10 cm, con una pressoché totale eliminazione di microrganismi patogeni quali gli sclerozoi.

Sono state notate differenze tra le temperature ottenute nel terreno pacciamato con PE rispetto al PVC, alle diverse profondità oggetto di rilievo, denotando un miglior comportamento del film in PE neutro sia per

quanto concerne i livelli termici raggiunti che per l'assenza di erbe infestanti; si è visto inoltre che, come materiale di pacciamatura, non appare opportuno l'impiego di film antigoccia ma, eventualmente, di quelli dotati di proprietà antistatiche.

Ringraziamenti

Si ringrazia il P.I. Giuseppe Traversa dell'Istituto di Costruzioni Rurali dell'Università di Bari per la collaborazione nel rilievo dei dati sperimentali.

RIASSUNTO

Allo scopo di esaminare in Italia Meridionale l'efficacia del procedimento di solarizzazione mediante pacciamatura del terreno con film plastici trasparenti, sono state effettuate prove sperimentali su terreno coperto con film di PE e PVC, in modo da ottenere indicazioni sul regime termico a diverse profondità del suolo.

La ricerca ha dimostrato che nel terreno pacciamato fino ad una profondità di 20 cm sono state registrate temperature di oltre 40°C, mentre nel terreno non pacciamato tali valori sono stati superati solo sino alla profondità di 5 cm; nel terreno pacciamato con PE, inoltre, sono state ottenute temperature superiori a 50°C per profondità di 5 cm.

Le prove sono state completate mediante la verifica della mortalità di scleroziosi posti nel terreno che, a fine prova, è risultata del 100% nei primi 10 cm di terreno pacciamato.

SUMMARY

SOIL SOLARIZATION TESTS BY MULCHING WITH TRANSPARENT PLASTIC FILMS

Experimental tests on soil mulched with PE and PVC films have been conducted, obtaining informations about thermal levels at diffe-

rent soil depths, in order to investigate in Southern Italy soil solarization by mulching with transparent plastic films. The research showed soil temperature values higher than 40°C obtained at 20 cm depth under mulching, while in bare soil such values have been reached at a depth of 5 cm. Moreover, at 5 cm depth under PE mulching, more than 50°C soil temperatures were registered.

At the end of the tests 100% of sclerotia-inoculum incorporated in the mulched soil were eradicated to a depth lesser than 10 cm.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Failla A., Fichera C.R., Cascone G. (1990) - «Simulazione dei processi termici attivati dalla solarizzazione del terreno sotto serra ed in pieno campo». *Culture Protette*, 19, (2), 133-138.
- 2) Katan J., Greenberger A., Alon H., Grinstein A. (1976) - «Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogens». *Phytopathology*, 66, 683-688.
- 3) Katan J. (1981) - «Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests». *Ann. Rev. Phytopathol.*, 19, 211-236.
- 4) Mahrer Y. (1979) - «Prediction of soil temperatures of a soil mulched with transparent polyethylene». *J. Appl. Meteorol.*, 18, 1263-1267.
- 5) Mahrer Y., Katan J. (1981) - «Spatial soil temperature regime under transparent polyethylene mulch: numerical and experimental studies». *Soil Science*, 131, (2), 82-87.
- 6) Mahrer Y., Naot O., Rawitz E., Katan J. (1984) - «Temperature and moisture regimes in soils mulched with transparent polyethylene». *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 48, 362-367.
- 7) Tamiotti G., Garibaldi A. (1981) - «Il riscaldamento solare del terreno mediante pacciamatura con materiali plastici nella lotta contro la radice suberosa del pomodoro di serra». *La difesa delle piante*, 3, 143-150.
- 8) Zito G., Tramacere A. (1983) - «Proprietà termiche del terreno agrario a diverso contenuto d'acqua». *Studi geologici e geofisici sulle regioni pugliese e lucana*, (24), 1-13.

VENTILAZIONE REGOLATA Apertura continua regolabile
ACCESSIBILITÀ

APERTURA LATERALE - Brevetto N. 190588

T8 - T8C - T8CL
SERIE SERRE A TUNNEL

Brevettate con aperture di colmo, laterali e porte scorrevoli sulle testate. Costruite in ferro zincato a caldo, coperture in vetroresina. Misure da 8 m, da 15,50 m, da 23 m ecc. distanza modulare degli archi 1,52 m. Tunnel adatti per l'ortofrutticoltura, il vivaismo, la funghicoltura, la lombricoltura, ecc.

Agri Serre
s.r.l.

COSTRUZIONI PER L'AGRICOLTURA
UFFICI e STABILIMENTO PESARO - Via Toscana, 5
Tel. 07217453486 - TELEX 560214 SIPREM I