

I FITOREGOLATORI DALL'INTRODUZIONE IN ITALIA AD OGGI

A. SCHIAPARELLI
Dottore Agronomo
alberto.schiaparelli@alice.it

Inquadramento normativo

I fitoregolatori sono stati sottoposti all'obbligo di registrazione dal Ministero della Sanità con il DM 31/8/1979 che ha considerato presidi sanitari i “fitormoni impiegati su coltivazioni alimentari e non alimentari”. Successivamente il DPR 223/1988 ha incluso tra gli antiparassitari i preparati pronti all'impiego destinati a “favorire o regolare la produzione vegetale, quando non si tratti di concimi o di altre sostanze destinate al miglioramento del terreno” (art. 1, comma b).

La Direttiva 91/414/CEE ha ribadito che sono prodotti fitosanitari anche quelli destinati a “favorire o regolare i processi vitali dei vegetali, senza peraltro fungere da fertilizzanti (ad es. i regolatori di crescita)”, stabilendo l'obbligo di omologazione (revisione) europea, al termine della quale le sostanze attive approvate saranno iscritte in una lista positiva (allegato I). Il Reg. 1107/2009/CE, infine, ha confermato che tra i prodotti fitosanitari vi sono anche quelli destinati a “influire sui processi vitali dei vegetali, ad esempio nel caso di sostanze diverse dai nutrienti, che influiscono sulla loro crescita” (art. 2, comma b).

Attualmente (2/2016) le sostanze attive ad azione fitoregolatrice (*plant growth regulator* o *PGR*) approvate nella UE sono 44 mentre una è in valutazione (*pending*); quelle che non hanno superato la revisione europea e sono state quindi escluse da un impiego sono 54.

EU Pesticides database: http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/index_en.htm

Definizione

I fitoregolatori o bioregolatori (*plant bioregulators* o *PBRs*) si possono definire: “composti impiegati esogenamente, che interagendo con i meccanismi di regolazione delle piante, influenzano un determinato processo fisiologico ottenendo effetti agronomicamente utili”.

Un elenco non esaustivo degli effetti è il seguente:

Stimolo della emissione di rami e germogli anticipati (cimatura chimica)

Aumento o inibizione della differenziazione a fiore delle gemme

Riduzione della carica promuovendo l'abscissione di fiori o frutti

Miglioramento della forma e aumento della pezzatura dei frutti

Miglioramento della colorazione e riduzione della rugginosità dei frutti

Contenimento dello sviluppo vegetativo e riduzione dell'allettamento

Maschiosterilizzante nel frumento (*Chemical Hybridizing Agent*, CHA)

Incremento dell'allegagione e della partenocarpia

Accelerazione o ritardo della maturazione dei frutti

Ritardo della senescenza dei fiori

Inibizione o aumento della cascola dei frutti

Stimolo della radicazione

Inibizione dello sviluppo di polloni e germogli

Interruzione della dormienza

Aumento della resistenza agli stress e stimolo delle difese naturali

(Greene D. W., Rademacher W., 2010, modificati)

Nei fitoregolatori troviamo ormoni vegetali, altre sostanze naturali e composti sintetici senza corrispondenti in natura. La storia del loro impiego in agricoltura è iniziata con quella della scoperta degli ormoni vegetali o fitormoni: auxine, gibberelline, citochinine, etilene, acido abscissico. Nella descrizione delle sostanze attive seguiremo per semplicità questa classificazione, con riferimento alla loro prima introduzione e all'attuale sviluppo in Italia.

Le sostanze attive citate sono quelle che hanno superato la revisione europea anche se, negli anni, la ricerca italiana ne ha sottoposte a valutazione un numero maggiore.

Auxine e sostanze auxino-simili

Le auxine sono state i primi fitormoni ad essere scoperte. Tra esse l'acido indolacetico (IAA), isolato negli anni 30, è considerato la principale e più diffusa auxina naturale. Nella pratica agricola vengono usate sostanze di sintesi auxino-simili quali l'acido indolbutirrico (IBA), l'acido alfa-naftalenacetico (1-NAA) e la sua amide (1-NAD), approvate a livello UE; mentre l'acido beta-naftossiacetico (BNOA, 2-NOA), non approvato nella UE, ha ottenuto in Italia nel 2014 e 2015 un'autorizzazione temporanea in deroga per favorire l'allegagione di pomodoro e melanzana.

Tra gli effetti per i quali sono utilizzate le auxine vi sono quello radicante, allegante, stimolante l'accrescimento dei frutti, diradante, anticascola, spollonante.

Altre sostanze auxino-simili, come triclopir, MCPA e 2,4-D, impiegate come erbicidi, sono autorizzate anche come PGR in particolari formulazioni (MCPA- estere tioetilico e triclopir acido o 3,5,6-TPA) su alcune colture, con specifiche dosi e modalità d'impiego.

Le esperienze italiane risalgono alla fine degli anni 40 (Breviglieri, Poma Treccani, Dotti, 1948), per proseguire negli anni seguenti (Carlone, 1951; Romisondo, 1956; Russo *et al.*, 1957; Faccioli, 1958; Marro, 1960; La Malfa, 1962; Cobianchi, Bini e Raddi, Bonfante, 1964; Marzi e Dellacecca, 1968; Dotti, 1967, 1970; Loreti, 1962; Loreti e Ragghianti, 1972; Mantinger 1974; Comai e Widmann, 1974; Antognozzi, Zucconi, 1978; Cassibba e Schiaparelli, 1978; Deidda e Dettori, 1980; Cargnello e Lavezzi, 1980; Forlani *et al.*, 1996, 2000).

Tra i prodotti comparsi sul mercato italiano tra la seconda metà degli anni 50 e gli anni 60, si ricordano quelli delle Società Gerlach-L. Gobbi (Obsthormon 24a, 66 F, 36 C, AF 96, Geramid-Neu, Germon), Solplant (Hortomone, Phymone), Tecniterra (Dirado, Rubrum), Rumianca (Tomatotone, Fruitone, Rootone, Amid Thin W), Sariaf (Apiren), Bayer (Apponon, Tomafix), Sipcam (Tomador), Formenti (Forset, Rooting), Monteshell (Hormo 7, Shellestone) e, dagli anni 70, Aifar (Sedlene, Gibaifar). E' invece il 2000 l'anno della commercializzazione del Maxim (triclopir acido) da parte della L.Gobbi, per impiego su agrumi e altri fruttiferi; mentre il 2009 è quello del Fengib e del KariKa (MCPA- estere tioetilico e GA3) distribuiti il primo da Sipcam e L.Gobbi e il secondo da Gowan Italia, impiegati come alleganti e per favorire l'accrescimento dei frutti su agrumi.

Tra le auxine approvate a livello europeo c'è il diclorprop-P, isomero ad azione erbicida, in commercio in Spagna e Francia anche come PGR su agrumi e altri fruttiferi come anticascola e per aumentare la pezzatura dei frutti; autorizzato recentemente su agrumi in Italia con il marchio Corasil e distribuito da Bayer CropScience. Di recente registrazione come PGR, come il nome di Fast Fruit, è anche il 2,4-D, per impiego come anticascola su arancio, distribuito da Cheminova Agro.

Gibberelline, Ritardanti di crescita, Antigermoglianti

La prima gibberellina scoperta è stata l'acido gibberellico, isolato negli anni 50 dal mezzo di coltura del fungo *Gibberella fujikuroi*, identificato chimicamente all'inizio degli anni 60 e indicato con la sigla GA3.

Ad oggi ne sono state isolate circa 140 da piante superiori e da funghi e batteri. Nella pratica agricola vengono utilizzati l'acido gibberellico (GA3) e le gibberelline GA4-7, ricavati da processi industriali di fermentazione e prodotti da diverse società.

Gli effetti più sfruttati nella pratica sono, per il GA3, quelli allegante (es. su clementine), diradante (su vite), stimolante l'accrescimento e l'anticipo di produzione (es. su carciofo); per le gibberelline GA4-7 quelli di riduzione della rugginosità della buccia su melo e, in miscela con la citochinina 6-BA, allegante su pero e miglioratore della forma del frutto su melo.

Le esperienze italiane con GA3 iniziarono alla fine degli anni 50 (Lona, 1956; Damigella e Squillaci, 1959) e continuarono dopo (Spina, 1960; Marro, 1961; Fregoni, 1962; Gorini, 1963; Zanardi e Loi, 1967; Celestre e Pierandrei, 1968; Marro e Cobianchi, 1969; Damigella *et al.*, Cutuli, Deidda, 1970; Sansavini *et al.* 1972; Coccozza Talia e Stellacci, 1975; Ferrara e Reina, 1976); successive sono quelle con GA4-7 (Eccher, 1975, 1978; Cobianchi e Dotti, 1983). Il primo prodotto in commercio a base di GA3 è stato il Berelex, nel 1969, mentre con GA4-7 si ricorda il Regulex, nel 1988, entrambi commercializzati in quegli anni dalla ICI Solplant, mentre nel 2016 il primo da Syngenta e il secondo da Sumitomo Chemical Italia.

Gli studi sul metabolismo delle gibberelline hanno permesso di chiarire il meccanismo di azione dei ritardanti di crescita o brachizzanti che agiscono inibendone la via biosintetica. In Italia le esperienze con queste sostanze sono iniziate a metà degli anni 60 con il clormequat (CCC) (Luppi, Lovato, Landi, Sisto, 1965; Moschini, 1967; Fiorino e Loreti, 1968; Nicotra e Malagodi, 1970), per proseguire con il daminozide (SADH) (Sansavini *et al.*, 1970; Carletti, 1972; Cobianchi e Rivalta, 1972; Costa, 1979; Marangoni, 1980), il paclobutrazolo (Cobianchi *et al.*, 1983; Costa *et al.* 1984; Ramina *et al.*, 1985; Bargioni, Intrieri, 1986; Sansavini *et al.*, 1986; Cobianchi, 1988) e infine con il calcio-proesadione (Costa *et al.*, 2001, 2004).

Recentemente a questo gruppo si è aggiunto il trinexapac-etile per impiego su tappeti erbosi (2001) e su frumento (2012). Tutti i principi attivi citati hanno superato la revisione europea insieme a mepiquat e imazaquin. In Italia, con esclusione degli ultimi due, i loro formulati sono tutti in commercio. All'azione di contenimento vegetativo su cereali (antiallettamento), tappeti erbosi, specie floricole e fruttiferi sono spesso associati altri effetti positivi, di entità variabile a seconda della specie e varietà e delle diverse condizioni colturali, quali ad esempio, in frutticoltura: aumento della differenziazione florale e dell'allegagione, miglioramento delle caratteristiche organolettiche dei frutti, riduzione della cascola. Inoltre certi ritardanti di crescita possono stimolare risposte di difesa della pianta dimostrando attività fitoiatrica, come il calcio-proesadione nei confronti di patogeni (Bazzi *et al.*, 2004) e insetti delle pomacee, effetti autorizzati in Francia e recentemente anche in Italia per il colpo di fuoco batterico.

Tra i primi formulati entrati in commercio dalla seconda metà degli anni 60-primi anni 70, vi sono quelli delle Società Cyanamid, con il Cycocel (CCC) e della Rumianca, con Alar e B-Nine (SADH). Il 2001 è l'anno del Primo Maxx, per tappeti erbosi di graminacee, mentre il 2012 è quello del Moddus, per il frumento, entrambi con trinexapac-etile, della Syngenta. Contenente il medesimo principio attivo è stato autorizzato recentemente il Trimaxx, della società Adama, per impiego su frumento e altri cereali. Il 2003 ha visto l'introduzione su pomacee del Regalis, a base di calcio-proesadione, della Basf, proposto di recente con una nuova formulazione che ne migliora l'efficacia, denominata Regalis Plus. Alla fine del 2015 il paclobutrazolo, oggetto di un'ampia sperimentazione negli anni 80, ha ottenuto la registrazione per il contenimento vegetativo di pomacee, drupacee e vite, con i marchi Paclot

New, Ragtime 250 e Romulan, distribuiti da diverse società, mentre in alcuni paesi europei è conosciuto come Cultar. Syngenta prevede nei primi mesi del 2016 la commercializzazione, con il marchio Bonzi, di un formulato per impiego su floricole e ornamentali; per lo stesso uso è stato recentemente registrato anche il prodotto Pretender.

Per gli effetti di inibizione della crescita, ma con meccanismi di azione non collegabili al metabolismo delle gibberelline, si ricorda il gruppo degli antigerminogliaanti, con clorprofam (CIPC), impiegato su patata; idrazide maleica (MH), su patata, aglio, cipolla e tabacco; carvone, su patata; alcoli grassi, su tabacco.

Le prime esperienze italiane con miscele di alcoli grassi su tabacco sono degli anni 70 (Cremaschi, 1972), periodo dell'inizio commercializzazione dell'Off-Shoot-T 85 distribuito dalla Verchim Asterias, seguito negli anni 80 dal Royaltac (1-decanolo) e dal Royal MH, della Uniroyal. Le dinitroaniline, sostanze con effetto diserbante, sono state impiegate come antigerminogliaanti del tabacco negli anni 70 con il butralin, in commercio dalla Rumianca come Tamex (Cremaschi, 1977) e negli anni 90 con il pendimetalin, venduto dalla Cyanamid come Accotab. Su tabacco è stato approvato di recente il flumetralin, già presente in Italia negli anni 90, come Prime Plus, della Ciba-Geigy. Sostanza di origine naturale è il carvone, in commercio come Biox-M, ammesso in agricoltura biologica.

Come antigerminogliaante della patata è stato autorizzato in Europa l'1,4-dimetilnaftalene (DMN) ed è in revisione europea il 3-decen-2-one, usati entrambi per termonebulizzazione, tecnica impiegata anche per il clorprofam.

Citochinine

La prima citochinina isolata e identificata è stata la zeatina, estratta dai semi di mais all'inizio degli anni 60. Le citochinine partecipano al controllo di molti processi fisiologici tra i quali divisione e differenziamento cellulare, accrescimento dei frutti, dominanza apicale. Nella pratica agricola vengono usate la 6-benziladenina (6-BA), con effetto cimante su melo e pero e diradante su melo e la sua miscela con GA4-7 come miglioratrice della forma del frutto su melo e allegante su pero. Più recente è l'approvazione del forchlorfenuron (CPPU), con effetto di stimolo dell'accrescimento del frutto su uva da tavola e actinidia. Su quest'ultima specie, prove neozelandesi attribuirebbero al CPPU un effetto di contenimento dei sintomi causati dal cancro batterico (Hawes, 2015); aspetto oggetto di valutazione sperimentale anche in Italia (Bucci *et al.*, 2016).

Le esperienze italiane con citochinine risalgono agli anni 70 (Baldini *et al.*, 1973; Forlani *et al.*, 1979); successive sono quelle con CPPU (Costa *et al.*, Sansavini *et al.*, Ferrara *et al.*, 1990) e con 6-BA (Costa, Comai e Dorigoni, Vigl, 2000). La miscela della 6-BA con GA4-7 (Rosati e Grandi, 1977), denominata Promalin, è dei primi anni 80, venduta allora dalla Schering e ora da Sumitomo Chemical Italia; mentre la 6-BA è stata commercializzata nel 2003 dalla Agrimport con il nome di Brancher Dirado e dalla Scam come Exilis e nel 2005 da Isagro Italia come MaxCel. Il CPPU, della AlzChem AG, è in commercio dal 2006 con il marchio Sitofex.

Etilene, Etilen-produttori, Etilen-inibitori

L'attribuzione del gas etilene come ormone vegetale risale all'inizio degli anni 60. Ad esso si riconosce un ruolo importante nella regolazione di numerosi processi primo fra tutti la maturazione dei frutti climaterici (es. mela, pera, pesca, actinidia, pomodoro, banana, melone) ma anche la senescenza delle foglie, l'abscissione dei fiori e frutti. L'effetto sulla maturazione è alla base di applicazioni pratiche del gas come tale per la "maturazione accelerata" di banane, kaki, actinidia, pere e per lo sverdimento della buccia negli agrumi (D. Min. Salute

del 13/12/2005) e, in agricoltura biologica, anche per l'induzione di fioritura nell'ananas e come antigerminante di patate e cipolle (tecnologia autorizzata in Francia).

Gli anni 70 vedono l'introduzione degli etilen-produttori che liberano l'ormone nei tessuti vegetali, come l'ethephon (CEPA). In Italia le prime esperienze risalgono alla fine degli anni 60 - inizio anni 70 (si citano, tra gli altri: Vitagliano e Zucconi, Fiorino *et al.*, Eynard e Cassano, Jacoboni *et al.*, Cigliano e De Bono, Cobianchi e Rivalta, Tombesi, Salamini *et al.*, Bianco, Costa *et al.*, Bergamini e Giulivo, Cremaschi, Gerin *et al.*, Dellacecca, Cassibba *et al.*, Tesi e Graifenberg, Poma Treccani *et al.*), mentre la sua commercializzazione, con il marchio Ethrel, ebbe inizio nel 1971 da parte della Rumianca, in principio per accelerare e concentrare la maturazione del pomodoro da industria, aumentando il rendimento alla raccolta meccanica, in sviluppo dagli anni 80 e per favorire la cascola delle olive (Cassibba e Schiaparelli, 1975); successivamente per promuovere la maturazione (ingiallimento) delle foglie di tabacco e la colorazione dell'uva da tavola, per diradare i frutticini nel pesco (con il formulato Direfon, dal 1982) e per ridurre l'allettamento nell'orzo (con il Cerone, della Ciba-Geigy e con il Terpal C, in miscela con clomequat, della Solplant). Attualmente Ethrel, commercializzato da Bayer CropScience, è autorizzato su pomodoro da industria, melo (diradamento dei fiori), tabacco, olivo da olio e da mensa.

Per favorire la cascola delle olive merita ricordare l'etacelasil, sviluppato dalla Ciba-Geigy negli anni 70 con il nome di Alsol 80 (Rufener e Della Pietà, 1974).

Le conoscenze sugli effetti e sulla biosintesi dell'etilene hanno reso possibile individuare composti etilen-inibitori che ne bloccano l'azione, come l'amminoetossivinilglicina (AVG), in commercio in USA come ReTain, della Valent BioSciences Corporation (VBC) e l'1-metilciclopropene (1-MCP), autorizzato in USA e in altri Paesi come Harvista, della AgroFresh, impiegati per ritardare la maturazione, la cascola dei frutti e prolungarne la conservabilità.

In Italia l'1-MCP, registrato nel 2006 con il marchio SmartFresh, viene impiegato nelle celle di conservazione della frutta dove il formulato passa allo stato di vapore mediante un diffusore; nel 2016 è prevista la commercializzazione di un prodotto con il marchio RipeLock, specifico per le banane e già autorizzato in Francia.

Un'altra sostanza di questo gruppo, il tiosolfato di argento (STS), utilizzato per ritardare la senescenza nei fiori recisi è stato approvato nella UE nel 2014.

Acido abscissico

L'acido abscissico (ABA), così denominato da Addicott F.T. *et al.* nel 1968, è il principale rappresentante e il solo considerato ormone di un gruppo di sostanze che nei test mostrano effetti di inibizione dell'accrescimento e sviluppo. Sperimentalmente l'ABA esplica numerosi effetti quali lo stimolo dell'abscissione di frutti (es. su pesco, susino, melo, vite), fiori e foglie; la chiusura degli stomi indotta da stress idrici; la maturazione dei frutti (es. su melo e ciliegio) e la colorazione (es. su ciliegio) (Falchi *et al.*, 2014).

Recentemente ha superato la revisione europea l'enantiomero S-ABA, derivato per fermentazione dalla Valent BioSciences Corporation e già impiegato in diversi paesi produttori di uva da tavola (Australia, Cile, Sudafrica, California, Messico, Perù, Egitto, Israele, Libano) con i marchi ProTone ed Excelero, per favorire e incrementare la colorazione delle varietà a buccia rossa (Crimson Seedless, Red Globe, Flame Seedless) consentendo l'anticipo della raccolta e la massimizzazione della resa. Il formulato, in prova su vite in Italia (Ferrara *et al.*, 2015), ha ottenuto nel 2015 l'autorizzazione in deroga e la registrazione definitiva alla fine dello stesso anno ed è commercializzato dalla Sumitomo Chemical Italia.

Mercato dei fitoregolatori

A livello mondiale, nel 2008, in un mercato degli agrofarmaci di circa 41,7 miliardi di dollari i fitoregolatori partecipano con 1 miliardo, pari al 2,5%, con esclusione dei disseccanti e defoglianti. Tra i principali settori di impiego vi sono i cereali e il riso con il 30%; i fruttiferi e l'uva da tavola con il 25%; il cotone con il 15% (Rademacher, 2010).

In Italia il mercato degli agrofarmaci nel 2014 è stato di circa 900 milioni di euro al quale i fitoregolatori contribuiscono con 18 milioni di euro, pari al 2% (Agrofarma, fonti varie). In questo valore non è incluso quello dell'1-MCP, che ha avuto negli ultimi anni un sensibile incremento dei consumi. Le regioni e province con maggior utilizzo sono: Veneto (VR), Sicilia (RG, CT), Emilia-Romagna (BO, FE), Trentino-Alto Adige (TN, BZ), Piemonte (CN), Lazio (LT), Toscana (PT, AR), Calabria (CS), Campania (SA, NA) (ISTAT 2012-2013).

Nel 1979 il loro consumo in Italia era stimato in 3 miliardi di lire, rappresentando l'1% di quello dei fitofarmaci (Schiaparelli, 1981); nel 1993, in un mercato dei fitofarmaci di 1.260 miliardi di lire, i fitoregolatori concorrevano con circa 15 miliardi (Schiaparelli *et al.*, 1995).

Altre sostanze bioregolatrici

Rappresentano un gruppo eterogeneo di sostanze di crescita di origine naturale alle quali si attribuisce un ruolo nella regolazione di numerosi processi quali, ad esempio, accrescimento, allegagione, dominanza apicale, germinazione, maturazione, miglioramento delle caratteristiche qualitative dei frutti, abscissione dei frutti; talune agiscono anche come fattori di protezione dagli stress e intervengono nei meccanismi di difesa dagli attacchi di patogeni fungendo da elicitori, come gli oligosaccaridi (oligosaccarine) chitosano, heptamaloxyloglucano e laminarina, approvate nella UE; quest'ultima, della società Goëmar, è distribuita dal 2016 dalla Arysta LifeScience con il nome Vacciplant. Tra gli oligosaccaridi di più recente autorizzazione europea c'è il COS-OGA, messo a punto dalla società FytoFend per la lotta contro l'oidio e commercializzato con il marchio Ibisco dalla Gowan Italia. L'elenco delle sostanze bioregolatrici comprende inoltre: brassinosteroidi (es. homobrassinolide o HBR), giasmonati (es. propil-diidrogiasmonato o PDJ), poliammine, strigolattoni, nitrofenolati. Alcune di esse hanno superato la revisione europea e i relativi formulati sono in commercio in alcuni Paesi e in valutazione negli USA. In Italia sono in sperimentazione da parte di numerose Università e Istituti di ricerca.

Lo studio di influenze positive sulla fisiologia delle piante esercitate da agrofarmaci valutati inizialmente come fungicidi o diserbanti è un settore di indagine che ha portato a risultati interessanti e può permettere sviluppi futuri: si ricordano a riguardo i composti triazolici con effetto fungicida e ritardante della crescita (es. tebuconazolo, sulla colza) o solo brachizzante come il paclobutrazolo; lo sedaxane, fungicida della Syngenta per la concia delle sementi, con effetti positivi sulla crescita ed efficienza dell'apparato radicale (Barchietto *et al.*, 2012).

Un accenno particolare merita il pyraclostrobin (F500), sostanza appartenente agli analoghi delle strobilurine, metaboliti secondari di origine fungina, noti come fungicidi. Recentemente la Basf ha dimostrato, attraverso specifici studi effettuati su diverse colture, che pyraclostrobin riesce a modificare positivamente alcuni aspetti legati al metabolismo delle piante. Quest'azione complementare di fitoregolazione, come riportato nella Dir. 2009/25/CE, insieme a quella fungicida, è stata denominata effetto AgCelence®. Osservazioni di laboratorio hanno evidenziato, in particolare, la possibilità di influire sull'efficienza fotosintetica, ridotta in condizioni critiche quali alte temperature, stress idrico, forte irraggiamento; di aumentare l'assimilazione dell'azoto, di rallentare i fenomeni di senescenza inibendo la sintesi di etilene. Numerose sono le miscele fungicide contenenti F500 che in campo hanno permesso di ottenere risultati positivi, ad esempio: su lattuga, aumenti di

produzione e prolungamento del periodo di conservabilità; su pomodoro, incremento di produzione e maggiore grado Brix; su frumento, aumento della resa e del tenore proteico nelle cariossidi; su mais, migliore *stay green* e maggiore resa; su drupacee e melo, allungamento della *shelf-life*. Tra i diserbanti si ricordano quelli impiegati come PGR, in formulazioni specifiche, con effetto auxino-simile (es. diclorprop-P, MCPA-estere tioetilico, triclopir acido, 2,4-D), antigerminoglia (es. clorprofam, flumetralin), diradante (es. metamitron, di recente immissione sul mercato con il marchio Brevis), spollonante e disseccante (es. carfentrazzone-etile, piraflufen-etile).

Considerazioni generali

I fitoregolatori rappresentano una categoria di prodotti fitosanitari che ha subito nell'ultimo quindicennio una sensibile riduzione sia nel numero dei principi attivi che nei consumi. Le motivazioni sono molteplici, tra le quali:

- gli elevati costi per la revisione europea, tossicologici e di impatto ambientale, non sempre hanno giustificato il loro mercato di riferimento;
- i risultati ottenuti nel miglioramento genetico e i progressi nelle tecniche agronomiche hanno reso meno utile e generalizzabile il loro impiego, consigliato ora in situazioni colturali e periodi particolari (es. gli alleganti su pomodoro e melanzana in serra, il maturante sul pomodoro da industria, il ritardante di crescita su pomacee);
- gli insuccessi nel risolvere certe problematiche, come il diradamento dei frutticini nel pesco;
- la maggiore propensione verso l'adozione di interventi non chimici, favorita da una legislazione europea sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari.

L'interesse attuale rimane legato alla soluzione di specifiche esigenze agronomiche, come esemplificato nella descrizione dei diversi gruppi o per "compensare solo in parte errori tecnici commessi al momento della messa in opera o nel corso della gestione dell'impianto" (Costa *et al.*, 2012).

Perché le ingenti spese di ricerca e sviluppo e di omologazione europea possano essere ripagate occorrerà in futuro individuare nuove sostanze o impieghi per specie largamente coltivate (es. frumento, riso, mais, canna da zucchero, soia, cotone, colza, melo, agrumi, vite) in grado di assorbire elevati consumi. L'interesse per le nuove molecole sarà legato alla possibilità di ottenere sensibili e costanti incrementi quali-quantitativi in granello, zucchero, proteine, fibra, grassi; di aumentare la resistenza delle piante agli stress; di incrementare l'efficienza nell'utilizzo dei nutrienti, acqua, luce; di prolungare la conservabilità di fiori e frutti. In questo contesto i fitoregolatori potranno avere un ruolo in un sistema colturale integrato in cui esista un giusto equilibrio fra tutti i fattori di crescita.

LAVORI CITATI

- AA.VV., 1972. Atti Giornate di studio su "Applicazione dei fitoregolatori in ortoflorofrutticoltura". Porto Cervo, 12-14 ottobre. *Riv. Ortoflorofrutt. It.*, vol. 56, 5-6, 341-1040. (*)
- AA.VV., 1974. Incontro frutticolo sul "Diradamento chimico e meccanico dei frutti nel pesco e nel melo". Bologna, 3 maggio, SOI, 87 pp. (*)
- AA.VV., 1975. Atti Seminario su "Alcuni problemi di fisiologia applicata alle piante legnose coltivate - Possibilità d'impiego dei fitoregolatori". Centro di studio del CNR sulla Propagazione delle specie legnose, Firenze, 27-28 gennaio, 208 pp. (*)
- AA.VV., 1978. Ricerche su "L'impiego dei fitoregolatori per la raccolta delle olive". CNR-Progetto finalizzato "Fitofarmaci e Fitoregolatori", Foligno, 6 aprile, 78 pp. (*)

- AA.VV., 1978. Atti Seminario sul “Vivaismo e controllo della rizogenesi mediante fitoregolatori”. CNR- Progetto finalizzato “Fitofarmaci e Fitoregolatori”, Pistoia, 17 giugno, 90 pp. (*)
- AA.VV., 1979. Atti dell’incontro su “Processo di fruttificazione ed impiego dei fitoregolatori alleganti nel pomodoro da mensa”. CNR- Progetto finalizzato “Fitofarmaci e Fitoregolatori”, Ragusa, aprile. *Riv. Ortoflorofrutt. It.*, vol. 63, 3, 106 pp. (*)
- AA.VV., 1981. Atti Seminario e Incontro frutticolo su “I fitoregolatori nel controllo della produzione degli alberi da frutto”. CNR- Progetto finalizzato “Fitofarmaci e Fitoregolatori”, Ferrara, 26-27 marzo, 271 pp. (*)
- AA.VV., 1981. Atti Congresso su “I fitoregolatori in agricoltura”. CNR- Progetto finalizzato “Fitofarmaci e Fitoregolatori”, Firenze, 26-27 novembre, 572 pp. (*)
- AA.VV., 1986. Atti Giornata di studio su “Controllo della fruttificazione delle piante da frutto”, a cura di S. Sansavini e A. Ramina. CNR-Progetto finalizzato IPRA, Bologna, 18 giugno, 309 pp. (*)
- Barchietto T., Prévot C., Rambach O., Petit M., Seng J-M., Schlatter C., 2012. Le sédaxane, vers un nouveau concept en protection des plantes ? *La Défense des Végétaux*, 653, avril, 7-10.
- Bazzi C., Stefani E., Bini F., Messina C., Betti F., Brunelli A., Gianati P., 2004. Prohexadione-Ca: uno stimolo per le piante a difendersi dai patogeni. *Atti Giornate Fitopatologiche*, 2, 93-100.
- Bucci V., Donati G., Pradolesi G., 2016. Valutazione biennale delle applicazioni pre-fiorali di forchlorfenuron (Sitofex) su actinidia ed effetti collaterali nel contenimento di *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (Psa). *Atti Giornate Fitopatologiche*, in press.
- Cassibba L., Schiaparelli A., 1975. Applicazioni pratiche di Ethrel in Puglia. *L'Informatore Agrario*, 49, 21267- 21270.
- Cobianchi D., 1978. Possibilità di impiego dei fitoregolatori nella moderna frutticoltura. *Frutticoltura*, 6, 19-28.
- Costa G., Ramina A., Masia A., 2012. Segnali endogeni ed ambientali che regolano lo sviluppo dell'albero. In: *Arboricoltura generale*. Pàtron Ed., Bologna, cap. 2, 53-72.
- Falchi R., Zanon G., Vizzotto G., Noferini M., Nagpala E.G.L., Gutierrez M.S., Vidoni S., Costa G., 2014. Use of abscisic acid on climacteric (apple) and non-climacteric (cherry) fruits. Proc. XII IS on Plant Bioregulators in Fruit Production. Eds.: S.J. McArtney and T. Spann. *Acta Hort.* 1042, ISHS, 223-229.
- Ferrara G., Mazzeo A., Pacucci C., Gallo V., Gambacorta G., 2015. Il colore della Crimson Seedless migliora con acido abscissico e saccarosio. *L'Informatore Agrario*, 30, 55-58.
- Greene D. W., 2010. The Development and Use of Plant Bioregulators in Tree Fruit Production. Proc. XI IS on Plant Bioregulators in Fruit Production. Ed.: G. Costa. *Acta Hort.* 884, ISHS, 31-40.
- Hawes L., 2015. CPPU for PSA control. *New Zealand Kiwifruit Journal*, 233, September, October, 59-63.
- Muccinelli M., 1969÷2011. Fitoregolatori. In: *Prontuario dei fitofarmaci* (ed. I÷X); *Prontuario degli agrofarmaci* (ed. XI÷XIII). Edagricole, Bologna.
- Pisani P.L., 1968. L'applicazione dei fitoregolatori in frutticoltura: acquisizioni e prospettive. Estratto da *Agricoltura delle Venezie*, anno XXII, 7-8, 45 pp. (*)
- Pisani P.L., 1977. Applicazioni pratiche e prospettive dell'impiego dei fitoregolatori nel melo. Estratto da *L'Agricoltura Italiana*, 106 (32 n.s.), 285-331. (*)
- Rademacher W., 2010. Dealing with Plant Bioregulators: an industrial view. Proc. XI IS on Plant Bioregulators in Fruit Production. Ed.: G. Costa. *Acta Hort.* 884, ISHS, 717-724.

- Rufener J., Della Pietà S., 1974. Un nuovo principio attivo ad azione cascolante con possibilità di impiego per facilitare la raccolta delle olive. *Riv. Ortoflorofrutt. It.*, 4, 274-285.
- Schiaparelli A., 1981. Fitoregolatori in Agricoltura. Consumi e analisi di mercato. In: Atti Congresso su "I fitoregolatori in agricoltura". CNR- Progetto finalizzato "Fitofarmaci e Fitoregolatori", Firenze, 26-27 novembre, 549-560. (*)
- Schiaparelli A., Schreiber G., Bourlot G., 1995. Fitoregolatori in agricoltura. Edagricole, Bologna, 319 pp. (*)

(*) *L'Autore si scusa delle involontarie omissioni nella citazione di nomi e date dei numerosi Ricercatori italiani che negli anni hanno sperimentato per primi questi prodotti.*

Le principali pubblicazioni consultate a riguardo sono indicate in bibliografia con un asterisco.

Per i nomi commerciali dei formulati sono state visionate le edizioni del "Prontuario dei fitofarmaci/agrofarmaci" di Mario Muccinelli, pubblicate dal 1969 al 2011.

L'elenco aggiornato dei fitoregolatori in commercio in Italia, distinto per sostanza attiva, formulato e settore di impiego, con le relative etichette e schede di sicurezza, è contenuto nelle Banche Dati, consultabili on line.

I Fitoregolatori nelle Linee Guida Nazionali di Produzione integrata

Le Linee Guida Nazionali di Produzione integrata elencano i fitoregolatori impiegabili per le colture orticole, frutticole, floricole e tabacco. Le Norme Generali indicano che: "L'uso dei fitoregolatori deve essere normato e regolamentato nel rispetto dei principi della produzione integrata e si prevede solo per quelle colture per le quali l'applicazione di questi prodotti fitosanitari sia tecnicamente indispensabile per l'ottenimento della produzione".

