

HERBICIDI I MEHANIZMI DJELOVANJA II (nastavak) ²

INHIBITORI FOTOSINTEZE

Proces fotosinteze predstavlja mjesto djelovanja većeg broja herbicida iz različitih kemijskih skupina koji svoje djelovanje očituju inhibirajući svjetlosne reakcije odnosno fotosistem II i fotosistem I. Prema HRAC-u, svrstani su ovisno o mjestu djelovanja i kemijskoj pripadnosti u 4 skupine (C₁-C₃ i D).

Fotosinteza je jedinstvena sposobnost zelenih biljaka kojom one svjetlosnu energiju pretvaraju u kemijsku, odnosno kojom iz vode i CO₂ uz pomoć svjetlosti sintetiziraju energijom bogate spojeve potrebne za rast i razvoj. Iako nisu u potpunosti razjašnjeni svi segmenti i spojevi koji sudjeluju u procesu, poznato je da se fotosinteza odvija kroz dvije etape: svjetlosnih reakcija i reakcija u tami. Kako je za shvaćanje mehanizma djelovanja herbicida koji inhibiraju fotosintezu važno poznavati svjetlosne reakcije, one se u daljnjem tekstu ukratko opisuju.

Svjetlosne reakcije se odvijaju kroz dva međusobno povezana sistema (fotosistem I i fotosistem II) u tilakoidima kloroplasta. Svaki fotosistem sadrži specifične polipeptide, donatore i akceptore elektrona, prenosioc te pigmente (klorofil a i druge) koji su locirani unutar reakcijskih područja p680 i p700. U fotosistemu II, klorofil apsorbiranjem kvanta svjetlosti prelazi u nestabilan, viši energetske nivo te uz pomoć oksidacijsko-redukcijskog kompleksa vrši oksidaciju vode. Fotooksidacijom vode oslobođeni elektroni prenose se do kvinon b (Q_b) prenosioca, nestabilno vezanog na D₁ protein. Sa D₁ proteina se elektroni, preko niza prenosioca (plastokvinon, citokrom b₆-f kompleks), prenose do proteina plastocijanin, prvom donatoru elektrona u fotosistemu I.

U fotosistemu I klorofil a, lociran unutar reakcijskog centra p700, apsorbira novi kvant svjetlosti, čime biva pobuđen, te gubi elektron koji se zatim, preko niza prenosioca (A₀, A₁=vitamin k₁, FeS centar) transportira do feredoksina. Feredoksin u konačnici vrši redukciju NADP⁺ u NADPH. Stvaranjem NADPH⁺ i ATP završavaju svjetlosne reakcije, a energijom bogati spojevi zatim se koriste u tamnoj reakciji za redukciju CO₂ i sintezu ugljikohidrata.

¹ *mr. sc. Darko Topolovec, Agromais d.o.o.*

² *Rad se nastavlja u sljedećim brojevima. Prvi dio se nalazi u br. 3/2007. „Povrtne kulture“.*

Inhibitori fotosistema II

Fotosistem II inhibira veliki broj herbicida različitih kemijskih skupina (triazini, triazinoni, uracili, piridazini, fenil karbamati, neki ureati i amidi, hidroksibenzonitrili, benzotiadiazoli i fenil piridazini).

Prema dosadašnjim spoznajama, kemijska veza kvinona b (Q_b) s D_1 proteinom predstavlja glavno mjesto djelovanja herbicida iz gore navedenih kemijskih skupina. Peptidna veza kvinona s D_1 proteinom ostvaruje se vodikovim vezama karbonilnih skupina kvinona s kiselinskim ostatkom aminokiselina histidin 215 i serin 264. Kako je ta veza vrlo nestabilna, herbicidi iz rečenih kemijskih skupina zamjenjuju kvinon stupajući u reakciju s proteinom na rečenim područjima. Pri tomu su herbicidi s karbonilnom ili sličnim ostatkom (ureati, triazini, triazinoni, uracili, karbamati, amidi i piridazini) orijentirani na položaj 264 aminokiseline serin, a herbicidi s fenolnom ili sličnim ostatkom (hidroksibenzonitrili) na položaj 215 aminokiseline histidin.

Ostvarivanjem veze između herbicida i proteina, poticajna energija s reakcijskog centra p680 ne može biti prenešena normalnom strujom elektrona već aktivira povećanu sintezu vrlo reaktivnih toksičnih radikala kisika (1O_2 , O_2^- , O_2^{2-} , OH) koji su u stanju kidati kovalentne veze nezasićenih masnih kiselina stvarajući vrlo jake oksidanse - vodikove perokside.

Peroksidi su u stanju izdvajati atom vodika iz nezasićenih masnih kiselina te tako pokrenuti lančane reakcije degradacije masnih kiselina i ostalih lipida, proteina i drugih spojeva što isprva rezultira raspadom tilakoida, a ubrzo i kloroplasta te čitave stanice. Opisane reakcije toksičnog učinka radikala kisika zbivaju se samo u slučaju njihove pretjerane sinteze kada ih normalna količina staničnih antioksidansa (karotenoida i drugih spojeva), nije u mogućnosti inaktivirati ili u slučaju kada su inhibirani procesi sinteze antioksidansa.

Simptomi koji se javljaju kao posljedica učinka herbicida donekle su slični kod većine predstavnika inhibitora fotosinteze u fotosistemu II. Tako triazini, triazinoni, uracili, piridazoni, fenilkarbamati izazivaju klorozu koja se prvo javlja na rubovima ili na vrhu lista da bi se zatim postupno proširila po cijelom listu. Nakon kloroze ubrzo uslijedi potpuna nekroza lista.

Ureati izazivaju nešto drugačije vidljive simptome. Prvi simptomi, u vidu kloroza, uočavaju se duž nervature lista. Kloroza se postupno proširi po cijeloj plojci nakon čega uslijedi nekroza. Kod osjetljivih monokotiledona vrsta, nekrotizirani list poprima bijelu, a kod dikotiledonskih smečkastu boju.

Triazini se u tolerantnim biljkama procesima N-demetilacije, hidrolize, dealkilacije i konjugacije detoksificiraju u netoksične spojeve. Triazinoni se, osim selektivnosti

ostvarene prostornom izolacijom, u tolerantnim biljkama rapidno deaminiraju.

Inhibitori fotosistema I (skupina D)

Odvijanje svjetlosne reakcije u fotosistemu I inhibira samo jedna kemijska skupina herbicida - bipiridili.

Inhibicija fotosistema I događa se pri prijenosu elektrona s feredoksina na NADP⁺. Iako sam tijek inhibicije nije u potpunosti poznat, pretpostavlja se da herbicidna molekula koja egzistira kao dikation prima elektron s feredoksina spriječavajući redukciju NADP⁺. Primitkom elektrona, herbicidna molekula prelazi u stabilni radikal koji potom biva oksidiran molekularnim kisikom, otpuštajući toksični radikal kisika. Oksidacijom je molekula herbicida sposobna primiti sljedeći elektron s feredoksina te se čitava reakcija kontinuirano ponavlja dovodeći do prekoprodukcije toksičnih radikala kisika.

Učinak toksičnih radikala kisika je ranije opisan kod inhibitora fotosistema II.

U PONUDI: SJEME ULJANE REPICE

NK TOCCATA - hibrid

- srednje rani, srednje visok hibrid
- ekstra visoki prirodni zrna i ulja, jednakomjerno dozrijevanje
- snažan korjenov sustav, ekstra razvijena i žilava biljka (nema polijeganja)
- odlična otpornost na sušu i laka tla, odlično prezimljavanje, visoka tolerancija na stres
- povećana otpornost na bolesti, posebice Phomu

P

HIBRID

N

S



Rudeška cesta 156

10110 Zagreb

Tel: 01/3874-408

fax: 01/3874-409

GSM: 098/355-147 i 098/693-040

ba-mi.agro@zg.t-com.hr

