

POSTOPEK RAZKUŽEVANJA SEMENA

M. Dorić
Ciba-Geigy, Basel, Švica

IZVLEČEK

Za uspešni začetni razvoj rastlin v času, ko so rastline najbolj občutljive za okužbo z boleznimi in napad škodljivcev, predstavlja razkuževanje semena najbolj primeren način varstva. Pri razkuževanju semena se pripravki nanašajo izključno na objekt, ki ga želimo obvarovati. S tem se onesnaževanje okolja zmanjša na najmanjšo možno stopnjo.

Za dosego ciljev pa je potrebna izpolnitev naslednjih osnovnih zahtev:

- kakovostno seme
- učinkovit pripravek
- oblika pripravka (formulacija)
- primerna tehnična oprema za razkuževanje semena

Če le ena od teh zahtev ni izpolnjena, ni pričakovati načrtovane gostote posevka oz. višine pridelka.

Ker idealnega pripravka ni, je predpogoj pri izbiri najbolj primernega pripravka poznavanje biotičnega problema gojene rastline (vrsta in pomembnost). Vendar biotična aktivnost ni edino merilo pri izbiri pripravka. Pomembno je upoštevati tudi toksikološke lastnosti, nevarnost fitotoksičnosti, repelentnost, enostavnost uporabe.

Zgodovinsko so bile prve oblike pripravkov za razkuževanje semena prašiva (DS) ter koncentracije za vlažno razkuževanje (rapcol WS) zdaj pa vse bolj prevladujejo oblike kot so: tekoče raztopine (benit universal LS), tekoče paste (ST), koncentrirane suspenzije (beret FS), vodne emulzije (ES) in mikrokapsulirane suspenzije (promet CS).

Tekoče oblike pripravkov imajo več ekonomskih in ekoloških prednosti v primerjavi s prašivi:

- direktna uporaba brez dodajanja vode poenostavlja razkuževanje in omogoča hitrejše delo
- majhna količina pripravka (2-4 l/tono semena)
- minimalni stik s pripravkom pri razkuževanju
- lažji nanos pripravka zaradi bolj drobnih delcev aktivne snovi
- ni osipanja pripravka s površja semena po opravljenem razkuževanju, saj se večina tekočih pripravkov zelo dobro drži semena (polimerni efekt). Nanesena količina aktivne snovi ostane na semenu, s tem je zagotovljena potencialna biotična aktivnost.

Ker je razkuževanje semena čedalje bolj pomemben način varstva rastlin, se pričakujejo novi pristopi od vseh zainteresiranih kot so kemična industrija, industrija strojne opreme, zakonodajni organi, distributerji in uporabniki.

Cena pripravka ni edino merilo pri odločitvi za razkuževanje semena. Pomembna je analiza vseh značilnosti sistema in njihovih prednosti. Le takšen pristop opravičuje vlaganja v razkuževanje semena.

ABSTRACT

SEED TREATMENT

Seed treatment is the most appropriate way of the successful protection of plants during the early period of their growth, when they are most susceptible to the infection of diseases and infestation of pests. In the seed treatment process the products are applied solely to the object we want to protect. Thus the pressures to the environment are reduced to minimum.

To achieve good results the following basic conditions have to be fulfilled:

- quality seed
- effective product
- proper formulation
- appropriate technical equipment for the seed dressing.

Should one of these conditions not to be fulfilled, the crop density and the yield will not amount the expectations.

Since there is no ideal product, the condition for the choosing of the most appropriate one is the knowledge of the biotical problem of the crop (species and importance). However, the biotical problem is not the only criterion in choosing the product. It is also important to consider toxicological properties, the risk of phytotoxicity, repellence and the simplicity of application.

The first types of the seed treatment products in history were powders for dry seed treatment (DS) and concentrates for slurry treatment (Rapcol WS). Nowadays, however, the formulation types such as solutions for seed treatment (Benit universal LS), fluid pastes (ST), flowable concentrates for seed becoming more and more prevalent. Compared with powders the liquid types of products are more advantageous from the economic and ecological point of view. The reasons are following:

- immediate use without the addition of water simplifies the treatment and allows faster working
- smaller quantity of the product (2-4 l/t seed) applied
- minimum contact with the product during the process of treatment
- easier coating due to the tiny particles of the active ingredient and special solvents
- no product drift from the seed surface after the treatment, since most liquid products

stick strongly to the seed (polymeric effect). The applied quantity of the active ingredient remains on the seed and ensures the biotical effect.

The efficacy of the product is also influenced by the quality of the technical equipment used in seed treatment. In case of the bad preparation of the seed, none of the products will show the corresponding biological efficacy, which leads to dissatisfaction with the low effect and the economic unjustifiableness of the chosen product. The seed treatment equipment should suit the following requirements:

- easy handling
- the possibility of quick seed (hybrid, cultivar) exchange
- the possibility of various crops seed treatment (universality)
- the possibility of using various products
- minimum product waste during the treatment
- even coating with the product
- hermetically sealed system from the moment of unpacking the product to packaging of the seed
- easy cleansing and maintenance

Since the seed treatment is becoming more and more important way of plant protection, the change of attitude is expected from the side of all the interested parties, namely the chemical and equipment industries, legislative bodies, distributors and the users themselves.

The price of the product is not the only criterion when deciding for the seed treatment. It is important to analyse all the characteristics of the seed treatment systems and its benefits. Only such an approach can justify the investment into the seed treatment.

Prvi pisani viri o razkuževanju semena izvirajo še iz 17. stoletja. Vzporedno z razvojem moderne fitopatologije pa je poln pomen razkuževanje semena dobilo šele na začetku 20. stoletja, ko je postalo pomemben del varstva rastlin. Z razvojem sistemskih insekticidov je postalo razkuževanje semena nezamenljiv ukrep pri varstvu rastlin.

Osnovni razlogi za takšno trditev so:

- z razkuževanjem semena se lahko zagotovi popolno varstvo semena in rastline pred boleznimi, ki se prenašajo s semenom, prek tal ali zraka ter pred škodljivci, ki se pojavljajo v začetku rasti. Ob razkuževanju semena se lahko poleg fungicidov in insekticidov dodajajo tudi mikroelementi, ki so nujno potrebni ob začetku rasti, tako je na primer pri sladkorni pesi in zelenjavi
- mikroorganizmi, ki se prenašajo s semenom ali prek zemlje, se lahko uspešno zatirajo le, če so izpostavljeni neposrednemu stiku z aktivnimi snovmi. V

takšnih primerih je razkuževanje semena najbolj ustrezen, v primeru bolezni kot so *Tilletia* in *Ustilago* spp., pa celo edini način uspešnega zatiranja

- pripravek je nanesen izključno na varovani objekt, zato odpade stik z ostalimi objekti človekovega okolja (ekološki vidik)
- količina aktivne snovi na enoto zemljišča je daleč manjša kot pri vseh drugih oblikah varstva rastlin (ekološki in ekonomski vidik)
- razkuževanje se opravlja v nadzorovanih razmerah, ni odvisno od vremena, sam postopek pa zagotavlja pravočasnost varstva rastlin, kar vse zagotavlja veliko stopnjo zanesljivosti varstva posevkov.
- razkuževanje semena navadno opravljajo centri za dodelavo semena, kjer je zaradi usposobljenega tehničnega osebja, zagotovljena kakovost dodelave semena. S tem odpade nevarnost nepravilne uporabe sredstev za varstvo rastlin, kar se pogosto dogaja pri uporabi pripravkov med rastno dobo, ko varstvo rastlin opravljajo uporabniki z različno stopnjo znanja in uporabljajo škropilno tehniko zelo različne kakovosti in zmogljivosti
- proizvajalci semena so z razkuževanjem semena izboljšali kakovost svojih proizvodov in s tem nudijo trgu poleg semena še uslugo varovanja posevkov ter si zagotavljajo dodaten vir dohodka.

Če želimo, da dosežemo zelene učinke, je potrebno izpolnjevati naslednje pogoje:

- seme visoke kakovosti in potenciala
- učinkovitost izbranega pripravka
- ustrezna oblika pripravka
- primerna oprema za razkuževanje semena

Če le eden od teh pogojev ni izpolnjen, zaradi nezadostnega delovanja pripravka ne moremo pričakovati, da bo biotični potencial za pridelek posevka izkoriščen.

1. Kakovostno seme z visoko energijo kalivosti je prvi pogoj, ki zagotavlja pričakovan sklop rastlin, izenačen vzrok in hiter prehod začetnih faz rasti, ko je rastlina najbolj občutljiva za napad bolezni in škodljivcev. Uporaba semena s slabimi biotičnimi lastnostmi, čeprav je bilo razkuženo, ni ekonomsko najbolj upravičena, saj je potrebno uporabiti bistveno več semena (razkuženega), če želimo zagotoviti primeren sklop posevka.

2. Pri izbiri pripravka za razkuževanje semena je prvi pogoj poznavanje biotičnega problema za določeno gojeno rastlino in območje. Zelo pogosto trg zahteva idealni pripravek, ki omogoča varstvo kar največ vrst rastlin in zatiranje kar največ vrst različnih boleznih in škodljivcev. Ker idealnega pripravka ni, proizvajalci v želji, da vseeno ponudijo rešitve za takšne zahteve, ponujajo pripravke, ki so kombinacije zelo različnih aktivnih snovi, kar pa seveda povečuje ceno pripravkov. Uporaba takšnih pripravkov zaradi slabega poznavanja ekonomsko pomembnih biotičnih problemov, pogosto razočara uporabnike, ker je ekonomičnost lahko nizka. Na bolj razvitih trgih zahodne Evrope imajo za skoraj vse gojene rastline določene skupine biotičnih problemov in tudi ponujajo pripravke za vsako skupino posebej. Zato je izbira primernih pripravkov bolj preprosta, takšni pripravki pa zagotavljajo tudi večjo ekonomičnost. Da se prepreči manipuliranje na trgu s premalo učinkovitimi pripravki, številne komisije za registracijo od pripravkov zahtevajo maksimalno biotično aktivnost predpisano z zakonodajo. Zato je moral v Švici fungicid beret za pridobitev registracije pokazati minimalno učinkovitost 99,5 % pri zatiranju *Tilletia tritici* in 95 % pri *Fusarium nivale*. Poleg biotičnega delovanja in ekonomičnosti, je pri izbiri pripravka potrebno upoštevati tudi toksikološke lastnosti, nevarnost fitotoksičnosti, repelentnost ter enostavnost uporabe.

3. Zgodovinsko so bile prve oblike pripravkov za razkuževanje semena prašiva (DS) ter koncentradi za vlažno tretiranje (rapcol WS), danes pa vse bolj prevladujejo oblike kot so: tekoče raztopine (benit universal LS), tekoče paste (ST), koncentrirane suspenzije (beret FS), vodne emulzije (ES) in mikrokapsulirane suspenzije (promet CS). Da bi se izognili napačnemu razumevanju, se oznake oblik pripravkov (formulacij) dogovarjajo in potrjujejo v okviru GIFAP (mednarodna grupacija nacionalnih združenj proizvajalcev pesticidov).

- Zapraševanje semena je najbolj preprosta oblika razkuževanja semena, kjer se prašivo nanaša neposredno na suho seme ali pa je seme predhodno navlaženo z vodo. Pri tem je glavna slabost osipanje pripravka s semena, ki dosega tudi do 60 % predpisanega odmerka pripravka. Delavci so pri zapraševanju semena izpostavljeni visoki stopnji kontaminacije, zato morajo uporabljati ustrezna varovalna delovna sredstva. Prašiva so brezbarvna ali pa le ne-intenzivno obarvana.
- Koncentradi za vlažno razkuževanje se pred uporabo razredčijo v določeni količini vode in se nato nanašajo na seme. Delci v formulaciji so relativno veliki, do 40 mikronov, zato je potrebna dokaj velika količina vode, da se zagotovi enakomeren nanos pripravka na seme. Vendar, ko voda izpari se zaradi velikosti delcev, slabe adhezije in trenja, pripravek osipa pri nadaljnji uporabi razkuženega semena. Izgube nihajo v razponu od 30 - 40 %.

Da bi zmanjšali te izgube, se v številnih državah pri pripravi suspenzij ("slurry") dodajajo različne oblike organskih in neorganskih polimerov. Slaba stran takšnih polimerov je zapletena priprava in omejen čas delovanja.

- Tekoče formulacije pripravkov imajo ekonomske in ekološke prednosti pred prašivi. Če vzamemo kot primer benit universal LS, lahko ugotovimo naslednje:

- a) velikost delcev aktivne snovi je med 2,5 - 4 mikroni, kar omogoča hitro in zanesljivo porazdelitev po površju semena. Poleg tega posebni nosilci v LS formulaciji zagotavljajo polimerni efekt. Izgube pripravka niso večje od 5 - 10%, kar je po mednarodnih merilih sprejemljivo.
 - b) predpisani odmerek 2 litra na tono semena zagotavlja programirano kakovost razkuževanja brez dodajanja vode. Uporaba je torej neposredna (iz embalaže na seme), kar omogoča bolj enostavno in hitro delo. Večja ekonomičnost je očitna.
 - c) pri uporabi samega pripravka kot tudi razkuženega semena, je nevarnost stika s pripravkom zmanjšana na minimum. Ker se pri proizvodnji tekočih formulacij ne uporabljajo več organska topila, odpade nevarnost zastrupitve prek inhalacije.
 - d) ker je koncentracija aktivne snovi v formulaciji nizka, je toksikološko pripravek bistveno bolj sprejemljiv.
 - e) veliko standardnih strojev za razkuževanje semena, kot na primer niklas, heid, roeber, gustafson, se lahko uporablja za razkuževanje z majhnimi odmerki in se vseeno zagotovi ustrezno kakovost nanosa. To pomeni, da ni nujno investirati v novo specialno opremo.
 - f) za nerazvite trge, kjer temperatura skladiščenja ni nadzorovana (pod 0 °C), so na voljo razni antifrizi, ki ohranijo pripravke tekoče oz. ohranijo biotične lastnosti aktivne snovi. Nekateri pripravki, kot beret FS, zadržijo fizikalno-kemične in biotične lastnosti tudi po odmrznjenju zamrznjenega pripravka, kar omogoča večjo prilagodljivost pri skladiščenju.
- V zadnjem času so na voljo posebne formulacije suspenzije kapsul (CS), ki pomenijo še en korak pri izpopolnjevanju tretiranja semena. Osnova te tehnologije so delci aktivne snovi, ki so obloženi s polimernim filmom pomešani v suspenziji. S tem so zagotovljene te lastnosti:

- a) velikost kapsul niha od 3 - 7 mikronov

- b) aktivna snov se aktivira šele po razpadu mikrokapsule, na kar vpliva vlaga in temperatura v tleh
- c) močno strupene snovi v mikrokapsuli so dejansko izolirane od zunanjega stika, kar vpliva na stopnjo toksičnosti pripravka. Furatiokarb (insekticid) ima LD_{50} 53 mg/kg ter draži oči in kožo. Uporabljen v formulaciji promet 400 CS, ima bistveno boljše toksikološke lastnosti (LD_{50} 3000 mg/kg) in ne draži oči in kože. S takšnim postopkom postane močno strupena snov dejansko nenevarna za človeka in okolje.
- d) z debelino polimernega filma se lahko vpliva na delovanje aktivne snovi. Tanjši kot je film, hitreje se sprošča aktivna snov, kar pospeši začetni učinek, vendar je delovanje krajše, in nasprotno.
- e) polimer v formulaciji zagotavlja idealno oprijemljivost pripravka na seme, sama metoda tretiranja se imenuje inkrustacija ("coating"). Da se seme ne zlepi in da se zadrži naravna sipkost semena se v drugi fazi tretiranja dodaja adsorbent (smukec).
4. Učinkovitost pripravka je odvisna od kakovosti tretiranja semena, ki ga zagotavlja strojna oprema. Če je kakovost obdelave semena slaba, noben pripravek ne more biti ustrezno biotično aktiven, kar pogosto vodi do nezadovoljstva zaradi slabega delovanja in domnevne ekonomske neupravičenosti zbranega pripravka. Zaradi specifičnosti uporabe pripravkov za razkuževanje semena, ni mogoča korektivna uporaba istega ali nekega drugega pripravka, kar še posebno kaže na zahtevnost pristopa. Nakup stroja oz. sistema za tretiranje semena je sorazmerno velik strošek, zato je potrebno upoštevati dejavnike:
- preprosto ravnanje pospešuje celoten postopek tretiranja in omogoča, da delo opravlja nespecializirana delovna moč
 - možna hitra zamenjava semenskega materiala (hibrida, kultivarja) skrajšuje čas priprave in omogoča dodelavo manjših partij semena brez zastojev
 - možnost tretiranja semena različnih gojenih rastlin (univerzalnost) je pomembna predvsem za velike centre za dodelavo semena in semenarne, ki imajo v programu več vrst kultur
 - možnost uporabe različnih oblik pripravkov omogoča uporabo vseh pripravkov na tržišču, ki so primerni za posamezne rastline in tudi novih, ki so šele prišli na tržišče, ne da bi bile potrebne modifikacije ali dodatna vlaganja

- minimalne izgube pri tretiranju so pomembne tako zaradi gospodarnosti kot ekologije ter zaradi zagotavljanja predvidene biotične učinkovitosti pripravka. Čim manjše morajo biti izgube semena v "mrtvih kotih" stroja, to je zaostajanje semena po tretiranju, da se zmanjšajo stroški dodelave semena. Za hitro oceno kakovosti tretiranja semena je firma Ciba razvila priročni laboratorij "SLAK", ki omogoča, da se v nekaj minutah na kraju samem oceni kakovost tretiranja (% nanesenega pripravka)
- enakomeren nanos pripravka na seme zagotavlja bolj zanesljivo učinkovanje pripravka, kar je izredno pomembno predvsem za pripravke, ki delujejo kontaktno. Obenem ima tretirano seme lepši videz, kar prav tako predstavlja element kakovosti semena. To je pomembno za proizvajalce in razpečevalce semenskega blaga
- hermetično zaprt sistem od embaliranega pripravka do linije za pakiranje semena je ekološka in higienska zahteva. Nevarnost stika s pripravkom ali z že tretiranim semenom je minimalna. Na ta način se doseže večja storilnost, verjetnost individualnih napak posebno pri odmerjanju pripravka pa je zelo majhna.

Za takšno strojno opremo se pripravki embalirajo v posebne kontejnerje od 500-1000 l, kot na primer beret 050 FS za Švico in Nemčijo. Hermetično zaprti kontejnerji, se priklopijo na strojno linijo, po izpraznjenju pa se vrnejo proizvajalcu pripravka na ponovno polnjenje. S tem je rešen tudi problem ravnanja z izpraznjeno embalažo.

- enostavno čiščenje in vzdrževanje zagotavlja dolgo življenjsko dobo strojne opreme za tretiranje semena. Ker se navadno čiščenje opravlja po končanem tretiranju (konec delovnega časa ali partije semena, prehod na drug pripravek), je dokazano, da strojniki to delo opravljajo nezadovoljivo, zaradi zahtevnega postopka in izgube časa. Če se čiščenje in vzdrževanje zanemari, se kakovost tretiranja slabša, povečuje pa se poraba pripravka in se pogosto zamaši ali lomi strojna linija zaradi ostankov tretiranega semena.

Ker je tretiranje semena čedalje bolj pomemben način varstva rastlin, se pričakujejo novi pristopi od vseh zainteresiranih kot so kemična industrija, industrija strojne opreme, zakonodajni organi, razpečevalci in sami uporabniki. Potrebno je poudariti, da se le malo podjetij, posebno v kemični industriji, celostno ukvarja s problematiko tretiranja semena. Ena od takšnih firm je Ciba, ki z uvajanjem svojih kompleksnih rešitev prevzema na tem področju vodilno vlogo v svetu. Cena pripravka ni edino merilo pri odločitvi za tretiranje semena. Pomembna je analiza vseh značilnosti sistema in njihovih prednosti. Le takšen pristop opravičuje vlaganja v tretiranje semena.