

K VÝVOJU REPELENTOV NA OCHRANU KMEŇOV LESNÝCH DREVÍN PROTI POŠKODZOVANIU ZVEROU

Slavomír Findo

Úvod

Naše pracovisko sa od roku 1996 zaoberá vývojom repelentov na ochranu lesných drevín proti poškodzovaniu raticovou zverou. V prvej fáze výskumu sme sa orientovali na prípravky proti odhryzu a vytĺkaniu mladých drevín v počiatočných rastových štádiách (FINDO 1998). Cieľom bolo aspoň čiastočne nahradiť resp. doplniť sortiment existujúcich zahraničných prípravkov, ktorých receptúra často obsahovala chemické látky nepriaznivé pre životné prostredie alebo menej vhodné z hľadiska hygieny práce (CONNOLLY 1980, FINDO 1999a, 1999b, 1999c, UECKERMANN 1988). Napriek veľmi dôslednému procesu certifikácie repelentov, ktoré spadajú do kompetencie Ústredného kontrolného a skúšobného ústavu poľnohospodárskeho v Bratislave, niektoré repelenty obsahovali kancerogénne chemické látky, ktorých použitie EÚ povoľuje dodnes. Ide napr. o účinnú látku TMTD (tetrametyltiuram-disulfid), ktorá má repelentné účinky proti zajacovitým a len okrajovo pôsobí na čuchovo-čuchové orgány raticovej zveri. Okrem toho je to karcinogén a má tiež fungicídne účinky. Cieľom vývoja ekologických repelentov na báze neškodných prírodných látok tuzemskej proveniencie bolo tiež využitie našich domácich surovín a do výskumu zapojiť slovenské firmy, ktoré boli schopné vývojové formy prípravkov finalizovať a vyrábať v adekvátnych množstvách pre potreby lesníctva. Ako príklad hmotných realizačných výstupov môžeme uviesť repelenty proti zimnému odhryzu Repelan a Trial (Fytofarm, s. r. o., Bratislava, Agrochemix, Sereď). Hlavnými účinnými látkami obidvoch týchto prípravkov boli živočíšne tuky.

Neskôr sa ukázala potreba vyvinúť prípravky na ochranu kôry lesných drevín proti obhryzu, prípadne lúpaniu kôry (FINDO 2003, NEMTZOV 1999). Situácia na trhu s repelentmi sa po vstupe SR do EÚ dramaticky zmenila a v súčasnosti je u nás registrovaný iba jediný prípravok na ochranu kôry Pelacol, ktorý je však predovšetkým určený na ochranu rán stromov proti hubovým infekciám, pričom jeho použitie proti obhryzu je príliš drahé a účinok krátkodobý. V rokoch 2003 – 2007 NLC - LVÚ Zvolen riešilo výskumnú úlohu „Fytopesticídy pre integrovanú ochranu lesa“ a v náväznosti na sľubné výsledky tejto úlohy sa začalo s veľkoplošným overovaním najperspektívnejšieho vývojového repelentu v rámci nového projektu „Využitie biopreparátu Repelak na báze ekologicky účinných prírodných látok proti poškodzovaniu lesných drevín zverou“. V tomto príspevku podávame krátky prehľad o vývoji repelentov na náter kmeňov proti obhryzu kôry.

Postup výberu účinných látok a ostatných východiskových surovín a určenie kritérií pre výrobu repelentu

Repelenty na ochranu rastlín proti poškodzovaniu veľkými byľožravcami sú zmesi látok, ktoré sa vzájomne dopĺňajú pri vytváraní účinku proti pôvodcovi poškodenia. Zatiaľ nie je známy repelent proti zveri, ktorý obsahuje jednu chemicky čistú, prírodnú alebo synteticky vyrobenú účinnú látku. Pri výbere vhodných účinných látok, zamerali sme sa na už existujúce sekundárne metabolity vytypovaných rastlinných taxónov a následného testovania ich vplyvu na čuchové a chuťové orgány zveri. Účinky viacerých týchto látok však neboli otestované voči druhom zveri významným pre lesníctvo na Slovensku. Niektoré z týchto účinných látok neboli obsiahnuté v repelentoch regis-

trovaných v SR. Zohľadnili sme tiež skutočnosť, že použitie iba rastlinných extraktov pre výrobu repelentov vo veľkých množstvách (desiatky ton ročne) je nerentabilné. Extrakcia prírodných látok z rastlín je veľmi drahý proces. Z tohto dôvodu sme výskum zamerali na účinné prírodné látky, ktoré sme použili ako vzor pre ich syntetickú výrobu (výrobu kópie) na ekonomicky akceptovateľnej úrovni. V riešení sa postupovalo tým spôsobom, že zdroj získania známych účinných látok (aj iných komponentov) sa hľadal na Slovensku, resp. kooperujúci partner zrealizoval ich syntézu a následne výrobu.

Jedna z teórií významu sekundárnych metabolitov rastlín v prírode predpokladá ich obranný účinok proti živočíchom. Pokiaľ ich účinnosť proti bezstavovcom je pomerne dobrá, ich ochranný efekt proti vyšším stavovcom často zlyháva. Zatiaľ nepoznáme takú látku rastlinného pôvodu, ktorá by sama vysoko efektívne pôsobila proti veľkým bylinožravcom. Z tohto dôvodu je potrebné pre dosiahnutie postačujúcej účinnosti v repelentoch kombinovať buď viacej rastlinných látok alebo rastlinné produkty s látkami živočíšneho a prípadne aj anorganického pôvodu.

Východiskové komponenty na báze prírodných látok

Látky rastlinného pôvodu

V rokoch 2003 a 2004 sme pre výrobu východiskových formulácií použili nasledovné látky: alkaloid kapsaicín, cesnakovú silicu, kolofóniu, abiester, metylester repkového oleja, sietený Mero a lanový olej. Vzhľadom na nestabilitu a prchavosť sme v ďalšom riešení úlohy nevyužívali cesnakovú silicu ako účinnú látku repelentov.

Kapsaicín je kryštalický alkaloid obsiahnutý v čili paprike *Capsicum sp.* Je to mimoriadne silný a stabilný alkaloid, odolný voči teplu, chladu, nerozkladá sa pri dlhodobom skladovaní, ani pri zmrazení a varení. Je bezfarebný a nemá špecifický zápach. Chuťou ho možno rozlíšiť už pri riedení 1 : 17 mil. V literatúre sa opisuje viacej podobných zlúčenín obsiahnutých v štiplavej paprike pod spoločným názvom *kapsainoidy*. Kryštalický extrakt obsahuje kapsaicín (69 %), dihydrokapsaicín (22 %) a v malých množstvách nordihydrokapsaicín (7 %), homokapsaicín (1 %) a homodihydrokapsaicín (1 %). Pri chuťových skúškach mal najpálivejší účinok kapsaicín. Je natoľko silný, že pri práci v laboratóriu je potrebné okrem tváre a dýchacích orgánov chrániť celé telo ochranným odevom. Predpokladá sa, že kapsaicín má chrániť papriku proti herbivorom. Cicavce okamžite reagovali na prítomnosť kapsaicínu, ale vtáky nie. Kapsaicín je vhodným repelentom proti bylinožravcom aj mäsožravcom.

Letálna toxicita kapsainoidov sa zisťovala na myšiach, potkanoch, morčatách a králikoch. Čistý kapsaicín aplikovali intravenózne, subkutánne a perorálne až do usmrtenia zvieráťa. Letálne dávky v mg/1 kg živej hmotnosti zvieráťa sa pohybovali od 0,56 mg pri intravenózne aplikácii do 190 mg pri požití per os. Predpokladaná príčina smrti bola paralýza respiračného aparátu. Ak by bola citlivosť ľudí podobná ako myši, letálna dávka pre človeka by bola 13 g.

Vzhľadom na uvedené vlastnosti kapsaicínu, zamerali sme sa na jeho využitie, ako účinnej látky pri výrobe vývojového typu repelentu. Keďže kapsaicín nebol dostupný na Slovenskom trhu, spolupracujúci partner Fytofarm, s. r. o. Bratislava sa podujal na jeho extrahovanie z papriky, ako aj na jeho syntézu. *Extrakcia a syntéza kapsaicínu bola úspešne dokončená do konca roka 2004 na ekonomicky akceptovateľnej úrovni kooperujúcou organizáciou Fytofarm, s. r. o. Bratislava. V súčasnosti máme k dispozícii pre výrobu repelentov prakticky jeho neobmedzené množstvá. Orientačne uvádzame cenu 1 g syntetického kapsaicínu na svetovom trhu, ktorá dosahuje sumu asi 400 €. V priebehu riešenia úlohy sa zistil ďalší tuzemský producent prírodného kapsaicínu extrahovaný pre potravinárske účely. Jednalo sa o alkoholový extrakt kapsaicínu v koncentrácii dostatočnej pre použitie v repelente ako účinnej látky. Subdodávateľ extraktu prírodného kapsaicínu disponoval kompletnou dokumentáciou k produktu, pričom jeho cena bola nižšia, ako synteticky vyrobenej kópie.*

Z tohto dôvodu sme v konečnej fáze prípravy repelentu Repelak použili prírodný kapsaicín ako hlavnú účinnú látku.

Kolofónia je zmesou čistých prírodných živíc alebo čiastočne upravených prírodných živíc. Prírodné živice – smoly sa vylučujú najmä pri poškodení živých kanálikov ihličnatých drevín a majú odpudivý účinok na veľké byľožravce. Živice sú vhodným doplnkovým komponentom repelentu pre umocnenie odpudivého účinku, ale samostatne nedosahujú požadovaný repelentný efekt. Obdobou kolofónie je *abiester*, ktorého vlastnosti sme tiež využili pri vývoji odpudzovadiel.

Z *rastlinných olejov* sme použili *metylester repkového oleja*, sietený polymér repkového oleja *MERO* a *lanový olej*. Tieto oleje sú nosiče účinných látok a minerálnych abrazných frakcií a dotvárajú vhodnú aplikačnú formu. Ako pomocnú látku sme tiež využili zmes rastlinných fosfolipidov *Lecitín*, éter celulózy *Tylózu*, a sacharid *Aditol*.

Rastlinné látky resp. ich syntetické kópie, okrem kolofónie (ČR) sú dostupné na slovenskom trhu v potrebných množstvách a primeraných cenách.

Východiskové komponenty na báze prírodných látok živočíšneho pôvodu

Lanolín živočíšny tuk primárne získavaný pri praní ovčej vlny. Látka sa používa na umocnenie repelentného účinku rastlinných sekundárnych metabolitov. Odpudivé účinky lanolínu na raticovú zver sú známe z výskumu a vývoja repelentov proti odhryzu.

Ichtyol primárne obsahuje rybí tuk, resp. celé fosilizované ryby. Používa sa tiež na umocnenie repelentného účinku rastlinných sekundárnych metabolitov. Obidva živočíšne komponenty neboli dostupné na slovenskom trhu.

Inertné minerálne frakcie a ďalšie komponenty

Perlit a *kremičitý piesok* sa používajú na zdrsnenie povrchu nanoseného repelentu za účelom vyvolania nepríjemného vnemu u zveri pri prípadnej konzumácii. Veľké byľožravce sa vyhýbajú konzumácii potravy obsahujúcej tvrdé anorganické látky typu piesku. Pri konzumácii takejto potravy dochádza k rýchlejšiemu opotrebovaniu zubov prežúvavcov, čo je z hľadiska stratégie prežitia jedinca nevýhodné. Obsah abraznej zložky veľmi efektívne zvyšuje účinnosť kontaktných repelentov. Doplnovou zložkou bol tiež akrylát *Lipatol*.

Laboratórna príprava vývojových typov

Laboratórnu prípravu vývojových repelentov zabezpečili kooperujúci partneri, Fytofarm, s. r. o., Bratislava a Agrochemix Sereď. Laboratórnu prípravu dvoch perspektívnych východiskových foriem s pracovnými názvami *Repelak* a *Repos* sme použili pre následné terénne testovanie.

Terénne testovanie vývojových typov

Terénne pokusy za účelom overenia účinnosti repelentov na ochranu kôry proti poškodzovaniu zverou, odolnosti voči poveternostným vplyvom, ÚV žiareniu a ich potenciálneho vplyvu na kôru stromov sa realizovali v geomorfologickom celku Veporské vrchy, predovšetkým v oblasti Poľany, ktorá je známa chovom jelenej zveri (Chránená poľovná oblasť Poľana). Vysoká populačná hustota zveri umožňovala odskúšanie účinnosti repelentov v relatívne krátkom čase. Pokusy s obidvoimi perspektívnymi prípravkami sa založili v dňoch 16. a 18. 11. 2004. Následné kontroly účinnosti, kvality náteru a potenciálnej fytotoxickosti sa vykonali v termínoch 16. 12. 2004, 29. 5. 2005, 4. 11. 2005 a 20. 7. 2006.

Repelak

Tabuľka 1. Prehľad základných charakteristík pokusných plôch s Repelakom založených v jeseni 2004

Lokalita	JPRL	Drevina	Počet stromov	Spôsob aplikácie	Dátum aplikácie	Dátum poslednej kontroly
¹ LS Poľana	222a	JS, SM	30	Náter kmeňa	16. 11. 2004	20. 07. 2006
² LS Poľana	40a	JD, JS, JV,	30	Náter kmeňa	18. 11. 2004	20. 7. 2006
³ LS Poľana	32a	JD, JS	30	Náter kmeňa	18. 11. 2004	20. 7. 2006
⁴ LS Poľana	31	JD, JS, JV, BH	30	Náter kmeňa	18. 11. 2004	20. 7. 2006
⁵ LS Poľana	5	SM	30	Náter kmeňa	18. 11. 2004	20. 7. 2006

Aplikácia a dávka

Ochrana kmeňov na plochách 1 – 5 sa vykonala zo vzorky dodanej firmou Fytofarm, s. r. o., Bratislava dňa 15. 10. 2004. Ďalšie vzorky za účelom zistenia presnej spotreby boli aplikované na dreviny jaseň, javor, smrek a buk dňa 28. 9. 2006. Prípravok sme nanášali na kmene stromov plochým maliarskym štetcom s dlhou zahnutou rúčkou. Priemerná dávka na 100 stromov s prsnou hrúbkou $d_{13} = 10 - 20$ cm bola 16 – 18 kg alebo 0,33 kg/1 m² kôry.

Náter hustej hmoty štetcom na kôru bol pomerne namáhavý a teda z hľadiska ergonomických parametrov menej výhodný. Pri finalizácii repelentu sa dosiahlo riešenie vyhovujúce vhodnej aplikácii. Náter veľmi dobre komunikoval s povrchom a na kmeni vytvoril súvislý film o hrúbke 3 – 6 mm.

Hodnotenie kvality náteru a jeho vplyvu na kôru stromov

Od aplikácie prípravku v novembri 2004 sa vykonali štyri kontroly pokusných plôch. Prípravok na kôre všetkých piatich druhov drevín zaradených do pokusu (SM, JD, JS, JV, BH) nespôsobil nijaké patologické zmeny.

Hodnotenie účinnosti proti zveri

Výsledky hodnotenia účinnosti Repelaku proti obhryzu jeleňou zverou za obdobie 2004 – 2006 a proti lúpaniu vo vegetačnom období sú zhrnuté v tabuľke 2. Chránené stromy na všetkých plochách neboli poškodené zverou od založenia pokusu až do poslednej kontroly vykonanej 20. 7. 2006. Rozdiely v poškodení na všetkých plochách boli štatisticky vysoko významné ($P < 0,01$).

Tabuľka 2. Hodnotenie účinnosti Repelaku proti obhryzu 2004 – 2006

Lokalita	JPRL	Stromy chránené			Neošetrená kontrola			Účinnosť %
		N _{spolu}	N _{pošk.}	%	N _{spolu}	N _{pošk.}	%	
¹ LS Poľana	222a	30	0	0,0	30	4	13,3	100
² LS Poľana	40a	30	0	0,0	30	5	16,7	100
³ LS Poľana	32a	30	0	0,0	30	1	3,3	100
⁴ LS Poľana	31	30	0	0,0	30	3	10,0	100
⁵ LS Poľana	5	30	0	0,0	30	1	3,3	100
Spolu		150	0	0,0	150	14	9,3	100

Repos

Repos sa od prípravku Repelak líši absenciou rastlinných olejov, vyšším obsahom živíc a voskov, ako aj použitím inej abráznej zložky.

Tabuľka 3. Prehľad pokusných plôch s Reposom založených v jeseni 2004

Lokalita	JPRL	Drevina	Počet stromov	Spôsob aplikácie	Dátum aplikácie	Dátum poslednej kontroly
¹ LS Poľana	222a	JS, SM	30	Náter kmeňa	16. 11. 2004	20. 7. 2006
² LS Poľana	108	JD, JS, JV, BH	30	Náter kmeňa	18. 11. 2004	20. 7. 2006

Aplikácia a dávka

Repos sme nanášali na kmene plochým maliarskym štetcom v súvislej vrstve po celom obvode. Na kmene stromov sa nanášal veľmi ľahko, na hladkú kôru jaseňa, jedle ľahšie, ako na hrubšiu borku smreka a brestu. Prsná hrúbka d_{13} sa pohybovala od 15 – 20 cm. Priemerná spotreba prípravku bola 9,5 kg na 100 stromov.

Hodnotenie kvality náteru a jeho vplyvu na kôru stromov

Počas dvojročného obdobia sa kvalita náteru na kmeňoch sa zásadne nezmenila. V priebehu vegetačného obdobia sme pozorovali nepatrné opadávanie abráznej zložky – kremičitého piesku, čo nasvedčuje tomu, že finálna verzia prípravku by mala obsahovať trvanlivejšiu pojivovú zložku. Sýto oranžová farba vplyvom počasia a UV žiarenia čiastočne vybledla.

Hodnotenie účinnosti proti zveri

Na obidvoch pokusných plochách v priebehu roka 2004 – 2006 nedošlo k poškodeniu chránených kmeňov Reposom. Rozdiel bol štatisticky významný ($P < 0,01$).

Tabuľka 4. Hodnotenie účinnosti Reposu proti obhryzu a lúpaniu kôry 2004 – 2006

Lokalita	JPRL	Stromy chránené			Neošetrená kontrola			Účinnosť %
		N _{spolu}	N _{poškodené}	%	N _{spolu}	N _{poškodené}	%	
¹ LS Poľana	222a	30	0	0,0	30	4	13,3	100
² LS Poľana	108	30	0	0,0	30	5	16,7	100
Spolu		60	0	0,0	60	9	14,0	100

Výsledky terénneho testovania Reposu boli v súlade s podmienkami kladenými na repelent vhodný na ochranu lesných drevín proti obhryzu a lúpaniu raticovou zverou.

Záver

Pre vývoj repelentov proti obhryzu sa použili unikátne komponenty prírodných látok na báze sekundárnych rastlinných metabolitov, vedľajších živočíšnych produktov a inertných anorganických frakcií. Výsledkom laboratórneho a terénneho testovania viacerých vývojových typov boli dva prípravky s pracovným názvom Repelak a Repos, ktoré sa ukázali ako vhodné pre veľkoplošné overovanie a následnú registráciu pre použitie v lesníctve na Slovensku. Spolupracujúce organizácie Fytofarm, s. r. o. Bratislava a Agrochemix Sereď sú potenciálnymi výrobcami týchto prípravkov.

Podakovanie

Tento článok bol vytvorený realizáciou projektu „Využitie biopreparátu Repelak na báze ekologicke účinných prírodných látok proti poškodzovaniu lesných drevín zverou“ (ITMS kód projektu 26220220025), na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

- CONNOLLY G. E. *et al.*, 1980: Deer browsing on douglas-fir trees in relation to volatile terpene composition and in vitro fermentability. *Forest Sci.*, **26**(2): 179–193.
- FINĐO S., 1998: Repelenty v ochrane lesa. In Pesticídy v lesnom hospodárstve, zborník referátov zo seminára. Zvolen, Ústav pre výchovu a vzdelávanie LVH SR, s. 30–34.
- , 1999a: Škody spôsobené prežúvavou zverou v lesoch Slovenska v rokoch 1991 – 1997. *Folia venatoria*, 28–29: 111–117.
- , 1999b: Súčasný stav ochrany lesa proti zveri a možnosti jej zefektívnenia. In Varínsky J. (ed.): Aktuálne problémy v ochrane lesa 1999, zborník referátov z celoslovenského seminára, 8.–9. 4. 1999 v Banskej Štiavnici, s. 89–93.
- , 1999c: Biorepelenty v ochrane lesa. *Les*, **55**(10): 17–19.
- , 2003: Možnosti ochrany starších lesných porastov proti poškodzovaniu zverou. In Varínsky J. (ed.): Aktuálne problémy v ochrane lesa 2003, zborník referátov z celoslovenského seminára, 24. – 25. 4. 2003 v Banskej Štiavnici, s. 149–153.
- NEMTZOV S. C., 1999: Successful field trials of a new slow-release capsaicin-based animal repellent, for reducing variety of human-wildlife conflicts in Israel. In Field R. *et al.* (eds.): Program and Abstracts: 2nd International Wildlife Management Congress. Wildlife Land and People. Priorities for the 21st Century, s. 81.
- UECKERMANN E., 1988: Verhütung von Wildschäden im Walde. Forschungsstelle für Jagdkunde und Wildschadenverhütung des Landes Nordrhein-Westfalen, Bonn, 28 s.

Ing. Slavomír FINĐO, CSc.

Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen
T. G. Masaryka 22
SK – 960 92 Zvolen
e-mail: findo@nlcsk.org