

## LUPINA A LUPININOVÉ ALKALOIDY: MÁME SE JICH BÁT? LUPIN AND LUPININ ALKALOIDS: SHOULD WE BE AFRAID OF THEM?

Jiří Patočka, Zdeněk Hon

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, katedra radiologie a toxikologie

### Summary

Lupin is the common name for members of the genus *Lupinus* in the legume family. The genus comprises between 200-300 species. The seeds of lupins, commonly called lupin beans, were quite popular in many countries, since can be eaten. These lupins are referred to as sweet lupins because they contain smaller amounts of toxic alkaloids than the bitter lupin varieties. Newly bred variants of sweet lupins are grown extensively in many countries as a cheap nourishment and food stock. Nevertheless, lupins belongs to toxic plant for theirs alkaloids content. Quinolizidine alkaloids lupinine, lupinidine (sparteine), lupanine and anagyryne as well as piperidine alkaloid ammodendrine are hepatotoxic and teratogenic and represents hazard for livestock the same way as humans. The usage of lupins in human alimentation is discussed considering lupine alkaloids from the point of view nutritional toxicology.

*Key words: lupin, lupine alkaloids – lupinine – lupinidine – anagyryne – ammodendrine – livestock poisoning – human nutrition – nutritional toxicology*

### Souhrn

Lupina je obecný název pro rostliny rodu *Lupinus*, čeledi bobovitých. Rod zahrnuje 200 až 300 druhů. Semena lupin, známá jako lupinové boby, byly velmi populární v mnoha zemích, protože jsou jedlé. Tyto lupiny jsou označovány jako jedlé lupiny, protože obsahují menší množství jedovatých alkaloidů než odrůdy hořkých lupin. V poslední době jsou varianty sladkých lupin intenzivně pěstovány v mnoha zemích jako levné krmivo pro dobytek. Nicméně, lupiny jsou řazeny mezi jedovaté rostliny pro obsah jejich alkaloidů. Chinolizidinové alkaloidy lupinin, lupinidin (spartein), lupanin a anagyryn, a rovněž tak piperidinový alkaloid ammodendrin, jsou hepatotoxické a teratogenní a představují riziko pro dobytek stejně jako pro lidi. Je diskutováno využití lupiny ve výživě lidí s ohledem na přítomnost lupininových alkaloidů z pohledu nutriční toxikologie.

*Klíčová slova: lupina – lupininové alkaloidy – lupinin – lupinidin – anagyryn – ammodendrin – otrava dobytka – lidská výživa – nutriční toxikologie*

Lupina mnoholistá (*Lupinus polyphyllus* L.), zvaná též vlčí bob, je vytrvalá, 50 až 160 cm vysoká bylina, kterou poznáme již z dálky podle květenství. Květenstvím je až 40 cm dlouhý hrozen květů modré, fialové nebo bělavé barvy. Kvete od června do září na lesních mýtinách, okrajích lesů a cest, v řídkých a prosluněných lesních porostech. Preferuje kyselé až neutrální půdy.

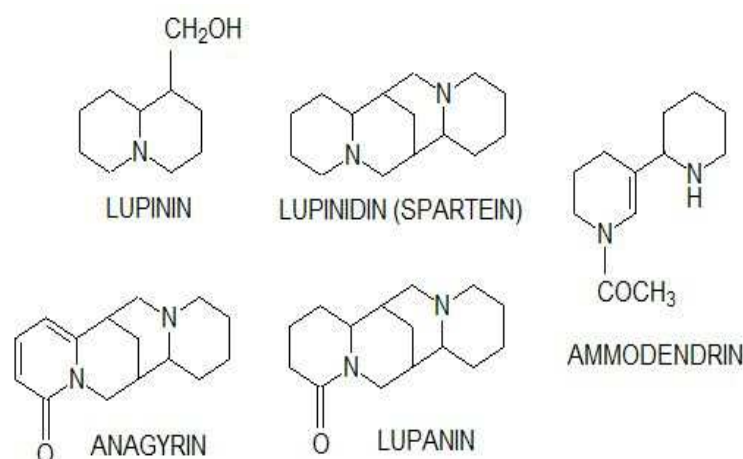
Rod *Lupinus* zahrnuje 200 až 300 druhů (bobovité, Fabaceae), které rostou v Evropě, v Severní i Jižní Americe, v severní a východní Africe a na Blízkém východě, druhotně i jinde.

Lupiny jsou řazeny mezi jedovaté rostliny. Obsahují řadu jedovatých látek, z nichž nejvýznamnější skupinou jsou chinolizidinové alkaloidy. Některé se nacházejí i v jiných rostli-

nách, ale jejich přítomnost v lupinách je natolik charakteristická, že dostaly skupinový název lupininové alkaloidy. Z těch nejvýznamnějších je to lupinin, lupanin a lupinidin (spartein). Toxikologicky nejvýznamnějším je však možná anagyrin. Anagyrin byl v roce 1976 identifikován Keelerem (1976) jako teratogenní látka, zodpovědná za vznik vrozených deformit telat. Tato nemoc je v anglosaské literatuře označována jako „crooked calf disease“ a v některých oblastech světa, např. některých státech USA, je poměrně častá (Lee et al., 2007). Deformity byly ale pozorovány i u koz (Panter et al., 1999). Nicméně není

dosud jasné, proč některá zvířata onemocní, a jiná nikoliv (Lopez-Ortiz et al., 2004). Není však žádných pochyb o tom, že teratogenní účinek je vázán na alkaloid anagyrin, který způsobuje i vrozené vady u dětí (Finnell a Chernoff, 1988). Teratogenní je zřejmě i další, pro změnu piperidinový alkaloid nacházející se v lupinách, ammodendrin (Lee et al., 2008). Množství anagyrinu v různých druzích lupin velmi kolísá a vyšší obsah je v hořkých druzích, zatímco ty sladké anagyrin neobsahují vůbec nebo jen ve stopách (Keller a Gross 1980). Chemická struktura nejvýznamnějších alkaloidů lupiny je na obr. č. 1.

Obr. č. 1 Chemická struktura nejvýznamnějších alkaloidů lupiny mnoholisté (*Lupinus polyphyllus* L.)



Nejvyšší obsah lupininových alkaloidů je v semenech. I když i lupina může vyvolávat alergické reakce (Brennecke et al., 2007; Qaresma et al., 2007; Lindvik et al., 2008; Wüthrich, 2008) zejména u těch, kteří jsou alergičtí na sóju (Shaw et al., 2008), zdá se, že se jedná o rostlinu bezpečnou, z pohledu nutriční toxikologie nerizikovou. Nicméně v literatuře je popsáno několik případů otrav lidí po konzumaci lupiny (DiGrande et al., 2004; Litkey a Dailey, 2007). Otrava probíhá

pod obrazem anticholinergní intoxikace, tzn. že je doprovázena pocitem úzkosti, suchými sliznicemi, tachykardií, poklesem víček, oboustrannou mydriázou (DiGrande et al., 2004), poruchami srdečního rytmu, potížemi s polykáním, v těžkých případech dochází k ochrnutí dýchacích orgánů a následné smrti za plného vědomí (Altmann, 2004). Lupanové alkaloidy se totiž chovají jako reverzibilní inhibitory cholinesteráz (Rozengart, 2002). U dětí se objevily otravy po požití lupinových semen.

Z dalších jedovatých látek jsou v lupinách obsaženy glykosidy a aminokyseliny. Byly však vyšlechtěny i odrůdy jen s nepatrným množstvím alkaloidů, které lze konzumovat. Lupina má své místo i v lidské výživě. Semena různých druhů lupiny jsou po více než 3 000 let využívána jako potravina ve Středomoří a více než 6 000 let v oblasti And. Obyvatelé těchto oblastí máčeli semena v tekoucí vodě, aby odstranili většinu hořčin a toxických látek, následně semena vařili a opékali nebo sušili. Některé druhy, zejména lupina bílá (*Lupinus albus* L.), mají dnes svou tradici v zemích jako je Egypt, Brazílie, Itálie či Portugalsko. Dle směrnice komise evropských společenství lze osivo lupiny bílé uvádět na trh i v členských státech EU. V současné době je hlavním světovým producentem lupiny Austrálie, která produkuje přibližně 80 % světové produkce. Lupina se zde často pěstuje jako rostlina likvidující choroby v rámci systému střídání plodin a také jako zdroj dusíku pro plodiny pěstované v následujícím roce.

Lupina je bohatá na proteiny (32,2 %) čímž se vyrovná sóji, ale na rozdíl od ní má jen poloviční (5,95 %) množství tuků. Mezi luštěninami má největší množství vlákniny (16,2 %) a neobsahuje téměř žádné sacharidy (5,82 %). Olej obsažených v semenech se skládá z 13,5 % nasycených, z 55,4 % mononenasycených a z 31,1 % polynenasycených mastných kyselin. Sacharóza představuje 71 % celkového obsahu cukru v semenech. Semena lupiny bílé obsahují 3,9 mg/kg tiaminu (vitamin B<sub>1</sub>), 2,3 mg/kg riboflavinu (vitamin B<sub>2</sub>) a 39 mg/kg niacinu (vitamin B<sub>3</sub>) (Erba et al., 2005). Z minerálních látek obsahuje lupina draslík, fosfor, vápník, hořčík a velmi nízký obsah sodíku. Rovněž je významný vysoký obsah antioxidantů a emulgačních látek, a to v jejich nejpřirozenější formě. Vláknina lupiny má značnou schopnost snižovat hladinu cholesterolu, zlepšovat střevní peristaltiku a zkracovat dobu průchodu stolice. To vše dělá z lupiny prakticky ideální potravina a potravinářskou surovinu, použitelnou v mnoha aplikacích (Mariotti et al., 2002). Ze semen lze vyrobit mouku s charakteristickou vůní a chutí, která je vhodná do pekařských směsí, k výrobě těstovin a cukrářských výrobků. Mouka z lupiny, která má vysoký obsah bílko-

vin kombinovaný s nízkým obsahem tuku, dokáže prodloužit spotřebitelskou trvanlivost pekařských výrobků i běžného pečiva. Ve spektru aminokyselin je u lupinové mouky nápadný obsah lysinu a spektrum mastných kyselin ukazuje velmi vysoký obsah nenasyčených mastných kyselin ideálních pro zdravou výživu (Arnoldi et al., 2007). Výrobky z lupinové mouky jsou také vhodné pro nemocné celiakií, kterých neustále přibývá. Podobně jako ze sóji, lze i z lupiny vyrábět náhražku kravského mléka, například do kojenecké výživy a bílkovinnou náhražku masa (tofu). S lupinou se počítá jako s rostlinou, která by mohla pomoci nasycit stále se zvyšující počet obyvatel, zejména v zemích třetího světa.

Další potenciální využití semen lupiny je v kosmetickém průmyslu. Součástí některých kosmetických přípravků jsou peptidy, vznikající hydrolýzou proteinů z lupiny, které pronikají vlasovými folikuly a pomáhají chránit nebo obnovovat poškozené vlasy a poskytovat kůži ochranu (Watson et al., 2008). Stále více společností v kosmetickém průmyslu se snaží nahradit pšeničné a sójové proteiny zejména kvůli alergenům, na které jsou někteří lidé citliví. Proto jednou z oblastí výzkumu je možnost náhrady těchto proteinů lupinovými peptidy. Rovněž se zkoumá i využití dalších složek lupiny, například pro farmaceutické a veterinární přípravky.

Lupina žlutá (*Lupinus luteus* L.) s upravenou bakterií *Burkholderia cepacia* se stává i pomocníkem pro dekontaminaci prostředí zamořeného toluenem. Vědci vložili gen z bakterie *Burkholderia cepacia* G4, která dokáže štěpit toluen, do druhého typu bakterie, *Burkholderia cepacia* L.S.2.4., která se běžně v žluté lupině vyskytuje. Lupina vybavená takto modifikovanými bakteriemi je velmi efektivní při odstraňování toxických zbytků z půdy. Bakterie rozloží chemikálii uvnitř rostliny a ta se dále neuvolňuje do prostředí. Množství toluenu uvolňovaného listy do atmosféry klesne o 50–70 % (Barac et al., 2004).

Lupina je po všech stránkách velice zajímavou rostlinou, ale v našich podmínkách dosud nezískala oblibu pro kulinární nebo potravinářské využití. Do budoucna snad doplní mozaiku luštěnin, které jsou doposud vysévány a požívány v České republice.

## LITERATURA

1. Altmann, H.: Giftpflanzen – Gifttiere. München: BLV Verlagsgesellschaft, 2002. s. 36–37.
2. Arnoldi, A. et al.: Parameters for the evaluation of the thermal damage and nutraceutical potential of lupin-based ingredients and food products. *Mol Nutr Food Res.*, 2007. Vol. 51, no 4, s. 431–436.
3. Barac, T. et al.: Engineered endophytic bacteria improve phytoremediation of water-soluble, volatile, organic pollutants. *Nat Biotechnol.*, Vol. 22, no 5, s. 583–588.
4. Brennecke, S. et al.: Anaphylactic reaction to lupine flour. *J Dtsch Dermatol Ges.*, 2007. Vol. 5, no 9, s. 774–776.
5. Di Grande, A. et al.: Anticholinergic toxicity associated with lupin seed ingestion: case report. *Eur J Emerg Med.*, 2004. Vol. 11, no 2, s. 119–120.
6. Erba, M., Certel, M., Uslu, M. K.: Some chemical properties of white lupin seeds (*Lupinus albus* L.). *Food Chemistry*, 2005. Vol. 89, no 3, s. 341–345.
7. Finnell, R. H., Chernoff, G. F.: Anagryne-induced congenital defects. *J Pediatr.*, 1988. Vol. 112, no 2, s. 331.
8. Keeler, R. F., Gross, R.: The total alkaloid and anagryne contents of some bitter and sweet selections of lupin species used as food. *J Environ Pathol Toxicol.*, 1980. Vol. 3, no 5–6, s. 333–340.
9. Keeler, R. F.: Lupin alkaloids from teratogenic and nonteratogenic lupins. III. Identification
10. Lee, S. T. et al.: Lupine induced „crooked calf disease“ in Washington and Oregon: identification of the alkaloid profiles in *Lupinus sulfureus*, *Lupinus leucophyllus*, and *Lupinus sericeus*. *J Agric Food Chem.*, 2007. Vol. 55, no 26, s. 10649–10655.
11. Lee, S. T. et al.: The effect of body condition on serum levels of two teratogenic alkaloids (anagryne and ammodendrine) from lupines (*Lupinus* spp.) that cause „crooked calf disease“. *J Anim Sci.*, 2008. [Epub ahead of print]
12. Lindvik, H. et al.: Lupin sensitization and clinical allergy in food allergic children in Norway. *Acta Paediatr.*, 2008. Vol. 97, no 1, s. 91–95.
13. Litkey, J., Dailey, M. W.: Anticholinergic toxicity associated with the ingestion of lupini beans. *Am J Emerg Med.*, 2007. Vol. 25, no 2, s. 215–217.
14. Lopez-Ortiz, S. et al.: The effect of body condition on disposition of alkaloids from silvery lupine (*Lupinus argenteus* pursh) in sheep. *J Anim Sci.*, 2004. Vol. 82, no 9, s. 2798–2805.
15. Mariotti, F. et al.: The bioavailability and postprandial utilisation of sweet lupin (*Lupinus albus*)-flour protein is similar to that of purified soyabean protein in human subjects: a study using intrinsically <sup>15</sup>N-labelled proteins. *Br J Nitr.*, 2002. Vol. 87, no 4, s. 315–23.
16. Panter, K. E., James, L. F., Gardner, D. R.: Lupines, poison-hemlock and *Nicotiana* spp: toxicity and teratogenicity in livestock. *J Nat Toxins.*, 1999. Vol. 8, no 1, s. 117–134.
17. Quaresma, R. R. et al.: Allergic primary sensitization to lupine seed. *Allergy*, 2007. Vol. 62, no 12, s. 1473–1474.
18. Rozengart, E. V.: Bisalkaloid derivatives of dicarboxylic acids on the basis of lupinine,
19. Watson, R. E. et al.: Repair of photoaged dermal matrix by topical application of a cosmetic 'antiageing' product. *Br J Dermatol.*, 2008. Vol. 158, no 3, s. 472–477.
20. Wüthrich, B.: Anaphylactic reaction to lupine flour because of a primary sensitization. *Allergy*, 2008. Vol. 63, no 4, s. 476–477.

*Jiří Patočka a Zdeněk Hon*  
*prof.patocka@gmail.com*