

Jojoba

Jej lipidový a proteínový podiel

VÁCLAV KOMAN - BENDIAB S. A. TALEB - MILOŠ VALLA

Súhrn. V nadväznosti na predbežné oznámenie [2] uvádzame niektoré bližšie poznatky o jojobe, perspektívnej rastline z hľadiska pôdných a klimatických podmienok pestovania i z hľadiska možností uplatnenia jej produktu – kvapalných voskov – vo viacerých oblastiach priemyselných výrob a spoločenských potrieb. Zdá sa, že prostredníctvom jojoby by mohlo dôjsť k prehodnoteniu názorov na neúrodnosť niektorých pôd či nevyužitost rozsiahlych plôch viacerých krajín i k zlepšeniu značne napätých relácií medzi nárastom civilizačných potrieb a prírodnými možnosťami ich krytia.

Z hľadiska potrieb potravín, surovín a energie možno našu dobu označiť ako kritickú. Jedným z rozhodujúcich zdrojov uvedených potrieb je pôda, ňou podmienené rastlinstvo a potom živočíšstvo. Ich globálne zemepisné rozdelenie je značne nerovnomerné.

Takmer všetky rastliny, ktoré dnes slúžia na produkciu potravín, energie a vlákien, boli známe už predchádzajúcim generáciám. Z 250 tisíc dnes známych rastlín sa na výrobu potravín využíva iba asi 150. Z nich iba 1/5 kryje takmer 95 % potreby energie a bielkovín človeka. Z toho 80 % tvoria ryža, pšenica, raž, jačmeň, ovos, kukurica a proso. Rozdiel medzi populáciou a jej životnými potrebami na jednej strane a úžitkovými produktmi na strane druhej sa zväčšuje. Potreby znásobené populačným a civilizačným faktorom narastajú, pričom nárast potrieb nie je priamoúmerný možnostiam. K limitujúcim faktorom objemu pôd pristupujú ešte klimatické podmienky, intenzita ich využívania i ekonomické možnosti.

Keďže surovínové i energetické požiadavky súčasnosti presahujú doterajšiu výrobu zaužívaných a známych rastlín a ich plodov, riešenie tohto problému vyžaduje orientáciu na nové druhy rastlín, ktoré by mohli využívať i extrémne

Doc. Ing. Václav Koman, DrSc., Katedra technickej mikrobiológie a biochémie, Chemicko-technologická fakulta SVŠT, Jánska 1, 812 37 Bratislava.

Prof. dr. Bendiab S. A. Taleb, INES de Biologie, BP 358, 130 00 Tlemcen, Alžírsko.

Doc. Dr. Miloš Valla, CSc., Vysoká škola zemědělská, Fakulta půdoznavectví, Praha 6.

klimatické podmienky včítane deficitov vlhky. Takýmito perspektívnymi druhmi môžu byť: jojoba, sezam, guar, crambe a iné. Tieto perspektívne rastlinné suroviny vyžadujú rozvinutý spracovateľský priemysel. Špecifické postavenie v tejto sfére patrí spracovaniu rastlinných olejov, ktoré najkomplexnejšie používa rad fyzikálno-chemických procesov na využitie nielen lipidickej, ale aj bielkovinovej časti prírodnej suroviny (klasickým príkladom je sója a repka).

Stručná história jojoby

Rastlina pôvodne endemická, bola známa už pred storočiami. Orechy jojoby jedli, surové alebo upražené, pravdepodobne všetci obyvatelia oblastí jej rozšírenia. Botanicky sa jojoba pôvodne označovala *Buxux chinensis* (na základe predpokladu, že je čínskeho pôvodu). Podľa rastliny, pôvodom zo San Diega, bola premenovaná na *Simmondsia californica* a potom podľa Schneidera z roku 1907 na *Simmondsia chinensis*. Pretože jej čínsky pôvod je dokazateľne nesprávny, používa sa botanický názov *Simondsia chinensis* s prívlastkom *californica*.

Prvá písomná zmienka o jojobe pochádza z roku 1789 od jezuitu Clavijera. Informuje o používaní jej plodov indiánskymi domorodcami na polostrove Baja California a okrem výživnej zdôrazňuje aj liečivú hodnotu plodov jojoby pri chorobách močových ciest, uľahčovaní pôrodov a hojení rán. „Olej“ z orechov jojoby sa používal pri utišovaní bolestí, chorobách žalúdka a rakovine.

Pôvodní obyvatelia používali „olej“ jojoby pre jeho dobrú chuť namiesto olivového oleja.

Až roku 1935 zistili na arizonskej univerzite, že lipidná časť, kvapalný „olej“ z orechov jojoby, nie je esterom mastných kyselín s glycerolom, t.j. acylglycerol, ako väčšina rastlinných olejov, ale voskom, pretože mastné kyseliny sú v ňom viazané na rovnoreťazcové vysokomolekulové mastné alkoholy. Súčasne sa zistilo, že tento kvapalný vosk jojoby má takmer rovnaké vlastnosti ako spermacetový olej – kvapalný živočíšny vosk získavaný dovtedy iba z čelných dutín vorvaňov.

Vorvaňovina sa doteraz považuje za jedinečnú surovinu pre kozmetický, chemický a farmaceutický priemysel, ako prísada do potravín, ale najmä ako vysokohodnotené mazadlo vysokoobrátkových motorov. O vorvaňovinu je veľký záujem.

Avšak po zmodernizovaní techniky lovu stav vorvaňov v svetových moriach prudko klesol. Roku 1971 vydali v USA zákaz dovážať vorvaňovinu a v roku 1981 sa v New Delhi podpísala dohoda o ochrane vorvaňov a zákaze obchodu

s vorvaňovinou. Tieto skutočnosti vedú k hľadaniu nevyhnutnej náhrady. Reálne sú iba dve možnosti, chemická syntéza alebo náhradné prírodné zdroje.

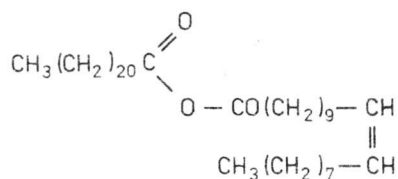
Roku 1975 vedecké inštitúcie v USA potvrdili, že v porovnaní so syntetickými náhradami je kvapalný vosk rastliny jojoba jedinečnou náhradou vorvaňoviny v celej oblasti jej požívania. Záujem o rozšírenie pestovania jojoby bol teda opodstatnený. Pri jej rozširovaní sa vychádzalo zo skromných poznatkov a začiatkom 20. storočia založili v Kalifornii 4 pokusné plantáže. Ďalšie pokusy robili v 30. rokoch Francúzi v severoafrických kolóniách a Austrália v súvislosti s využívaním hlušín na banských haldách.

Dnes už existujú plantáže jojoby nielen v USA (Kalifornia, Arizona, Texas, Havaj), ale aj v Argentíne, Mexiku, Austrálii, Brazílii, Paraguaji, Venezuele, Kolumbii, južnej a juhozápadnej Afrike, Sudáne, Kuvajte, Keni, Thajsku, Indii, Egypte a Izraeli. Práve izraelské pokusy dokazujú, že jojoba je veľmi adaptabilná. Z Európy sú známe pokusy v Španielsku a perspektívne plány v Taliansku. Tento zoznam nie je úplný, pretože záujem o jojobu narastá i v mnohých ďalších krajinách.

Prostredníctvom jojoby sa naskytuje mimoriadna šanca najmä rozvojovým krajinám tretieho sveta. Suché a púštne oblasti charakterizované chudobou sa môžu stať vďaka „kvapalnému zlatu“ jojoby oblasťou s bohatou budúcnosťou.

Zloženie a vlastnosti plodov jojoby. Ako sme uviedli, lipidová časť jojobových orechov nemá charakter olejov triacylglycerolového typu ale voskov, t.j. esterov nasýtených i nenasýtených MK s vysokomolekulárnymi rovnoreťazcovými mastnými alkoholmi (MA).

Základnou zložkou je kyselina 11, 12-*cis*-eikozenová estericky viazaná na 22-uhlíkový rovnoreťazcový alkohol – erucylalkohol. Štruktúrny vzorec 11,12-*cis*-erucyleikozeonátu je



Tento ester sumárneho vzorca $\text{C}_{40}\text{H}_{78}\text{O}_2$ s 13,14-*cis*-erucyldokozeonátom ($\text{C}_{24}\text{H}_{48}\text{O}_2$) tvoria takmer 90 % kvapalného lipidového podielu – voskov orechov jojoby. Asi 8 % a 6 % sa zúčastňujú ešte voskové estery sumárnych vzorcov $\text{C}_{44}\text{H}_{86}\text{O}_2$ a $\text{C}_{38}\text{H}_{74}\text{O}_2$. Voskový ester so 42 uhlíkovými atómami tvorí až 50 % podielu a voskový ester so 40 atómami uhlíka asi 30 % celkového podielu. Zvyšných asi 6 % tvoria voskové estery s počtom uhlíkov C_{33} až C_{50} v množstvách od 0,02 do 1,0 %. K tomu možno pripočítať približne 1 % vol-

ných MK a asi 0,8 % sterolov (sitosterol 0,21 %, kompesterol 0,05 %, stigmasterol 0,08 %) a ostatné 0,5 %. Nepatrný podiel sprievodných látok môžu tvoriť uhľovodíky. Toto pomerne veľmi homogénne zloženie spôsobuje, že kvapalný lipidový podiel jojoby je veľmi stabilný chemicky (oxidácia) i termicky, zlatožltej farby, bez zápachu a príjemnej chuti. Charakterizujú ho tieto fyzikálnochemické konštanty: jódové číslo – 82, číslo zmydelnenia – 92, teplota topenia – 6,8–7,0 °C, teplota tuhnutia – 10,6–7,0 °C, index lomu (25 °C) – 1,4650, teplota zadymenia – 195 °C, teplota vzplanutia – 295 °C, teplota vznietenia – 338 °C, index viskozity – 225, dielektrická konštanta (pri 27 °C – 2,680, povrchové napätie – 34,0 dyn cm⁻² a stredná molekulová hmotnosť – 606. Voskové estery jojoby sú rozpustené v organických rozpúšťadlách. Uvedené hodnoty konštant sú veľmi blízke hodnotám nameraným pri vorvaňovine.

Možnosti využitia

Kozmetický priemysel. Doterajšie ťažisko využitia lipidovej zložky jojoby – jej kvapalných voskov – je podobne ako pri vorvaňovine v kozmetických prípravkoch. Vlastnosti lipidov jojoby sú odlišné od vlastností triacylglycerolových rastlinných olejov a živočíšnych tukov, minerálnych olejov, vazelín a pod. Lipofilný charakter voskov jojoby (relatívne dlhé reťazce MK a MA) sa prejavuje výbornou znášanlivosťou s pokožkou bez pocitu mastnoty. Nežiaduce účinky na pokožku sa nezistili. Účinnosť prípravkov sa zvyšuje prídavkom vitamínu F (t.j. esenciálnych MK – linolovej, linolénovej a arachidónovej). Táto kombinácia zvyšuje prenikanie do hlbokých sfér pokožky a zadržiavanie vlhkosti v pokožke na jednej strane, a súčasne ich výživnosť na strane druhej, pričom výsledný efekt je spomaľovanie starnutia pokožky.

Pomocou jojoby sa môžu vyrábať oleje na vlasy, regeneračné prostriedky na vlasy a pokožku, farby na vlasy, mydlá, pomády, holiace krémy a krémy po holení, opaľovacie krémy, masážne a pleťové oleje, ochranné a výživné krémy, čistiace krémy, masky na tvár, rúže a lesky na pery, tužidlá, šampóny a spreje.

V súčasnosti veľa kozmetických firiem, napr. v Japonsku, USA, NSR a Rakúsku, využíva vo svojich prípravkoch lipidovú časť orechov jojoby (u nás o.p. Palma-Kozmetika).

Medicína – chemoterapeutiká. Viaceré vedecky doteraz nepotvrdené liečenia chorôb jojobou sa spomínajú v úvode. Roku 1949 sa zistilo, že vosky jojoby retardujú rast a rozmnožovanie mykobaktérií tuberkúzy. Ako väčšina živočíchov i človek nevie vosky jojoby stráviť v takej miere ako triacylglyceroly.

Možno ich preto využiť ako vhodný obal či nosič rôznych chemoterapeutík, s cieľom presného naprogramovania doby účinku a miesta pôsobenia. Prostredníctvom nestráviteľných voskov jojoby sa uvažuje o možnosti boja proti obezite – prvého z rizikových faktorov ochorenia kardiovaskulárneho systému. S tým súvisí aj na zvieratách experimentálne overená možnosť zníženia cholesterolu. Potvrdila sa aj vysoká resorpčná schopnosť voskových lipidov jojoby.

Farmaceutický priemysel. Perspektívne možné využitie ako lipozónový obal perorálnych chemoterapeutík. Charakteristické povrchovo aktívne vlastnosti jojobových kvapalných voskov možno využiť ako odpeňovače pri submerznom spôsobe výroby antibiotík. Ich použitím sa výroba penicilínu zvýšila o 20 %.

Chemický priemysel. Keďže je na svete pomerne málo zdrojov, z ktorých možno získať celé spektrum MK a MA, možno plody jojoby využiť na tento cieľ prostredníctvom týchto reakcií: izolovanie MK a MA uvoľnených hydrolýzou, získanie čistých esterov, esterov a VMK a VMA po chemických reakciách: a) hydrogenácii, b) oxidácii (epoxideriváty a krátenie reťazca), c) hydrolýze, d) halogenácii, e) sulfonácii, f) izomerizácii, g) polymerizácii.

Napríklad hydrolýzou uvoľnené MK a MA nachádzajú uplatnenie v najrôznejších odvetviach, predovšetkým však v oblasti chemickej syntézy a farmaceutického priemyslu.

Katalytickou hydrogenáciou sa premenia kvapalné vosky jojoby na tuhú kryštalickú hmotu teploty topenia až 70 °C. Získaná stuženina sa okrem toho, že môže nahrádzať úzkoprofilové vosky (napr. včelí, karnaubský atď.), môže uplatniť vo sfére priemyselných spotrebných tovarov, ako napr. vosky na dlážku, nábytok, karosérie automobilov, impregnácia kartonáže a obalov, izolačné materiály, sviečky, zápalky, masné ceruzky, ochranné vrstvy ovocia, zeleniny, syrov a pod.

Epoxideriváty voskov jojoby sa dajú využiť napr. na prípravu zmäkčovadiel a stabilizáciu PVC. Ich použitie zasahuje aj výroby ďalších polymérov.

Sulfónované deriváty majú mimoriadne vlastnosti organoesterov a uplatňujú sa najmä pri výrobe syntetických mazadiel, pesticídov a nosičov pesticídov, inhibítorov korózie a nehorľavých textílií.

Možnosti uplatnenia rozširuje ešte fakt, že pôvodné či chemicky upravené produkty jojoby sa dajú dobre miešať s parafínom, glycerolom a polyetylénom.

Zaujímavá je aj možnosť jej uplatnenia vo výrobe povrchovo aktívnych látok, pracích, čistiacich a dezinfekčných prostriedkov. Literatúra uvádza zmienku o prepojeniach uvádzaných látok na výrobu feroménov.

Automobilový a strojársky priemysel je oblasťou mimoriadneho uplatnenia pôvodných i modifikovaných produktov jojoby. Ide najmä o ochranu a zabezpečenie namáhavých, trecích a kĺzavých častí mechanizmov. V tejto oblasti dominujú zatiaľ mazadlá na báze ropy. Vysoká termostabilita a viskozitná pružnosť pôvodných i upravených produktov jojoby nachádzajú v tom smere mimoriadne možnosti aplikácie. Výsledky pokusov s mazadlami s prídavkom produktov jojoby ukázali, že jojobový aditív vykazoval mimoriadne zvýšenie kvality bežných fosilných i syntetických mazadiel.

Ukázalo sa aj to, že stála viskozita sa dá takto stabilizovať v rozmedzí teplôt od -10 °C. Výmena upraveného mazadla v testovaných motorových vozidlách sa mohla robiť až po 100 tisíc km pri nižšej spotrebe benzínu. Okrem úspory nákladov sa súčasne zdôrazňuje zvýšená životnosť testovaných áut, pretože motor a prevodovka zaznamenávali podstatne menšie opotrebovanie. Pri svojich nekorozívnych vlastnostiach i pri vysokých teplotách možno produkt jojoby aplikovať aj ako chladiace médium v trvale uzavretých chladiacich systémoch. Priaznivé výsledky sa získali i v prípade použitia ako brzdovej kvapaliny.

Naviac, v súvislosti s automobilovým priemyslom je tu možnosť využiť kvapalnú vosk jojoby priamo ako pohonnú hmotu, najmä pre spaľovacie motory dieselového typu. V tomto prípade by mohlo ísť o analógiu použitia sójového oleja overeného v Brazílii alebo podzemnicového oleja ako paliva pre automobilový motor, ktorý vyvinuli v Austrálii pre ČLR. Z tohto aspektu by sa brali do úvahy súčasne dva vážne momenty: 1. rastlinné triacylglycerolové oleje (sója, podzemnica) by zostali v oblasti výživy, ktorá je prvoradá a 2. usporila by sa palivová nafta a využila by sa efektívnejšie v chemickom priemysle.

V týchto súvislostiach možno pripomenúť, že jojoba, v porovnaní s inými známymi druhmi energie, ako solárna, geotermálna, jadrová, môže zastúpiť (nahradiť) ropu v energetickej rovine, nie však v druhom rozmere využitia ropy, t.j. ako zdroja celého spektra chemických výrobkov. Zostávajúce zásoby ropy je vhodnejšie orientovať už iba na oblasť chemickej výroby. Ukazuje sa, že jojoba by mohla ropu substituovať v kvalitatívnych i kvantitatívnych reláciách. Prednosťou jojoby môže byť ľahšia dostupnosť a trvalosť zdroja. Termín „rastlinná pohonná hmota“ by mohol byť výstižný.

Potravinárstvo. Pri využití v potravinárstve možno predpokladať dve zložky: kvapalnú (vosky) a pevnú (proteíny).

Na rozdiel od triesterových tukov a olejov, monoesterové vosky sú pre živočíšne organizmy nestráviteľné. Lipolytické enzýmy sú špecifikované iba na triacylglycerolové štruktúry tukov a olejov. Pri prechode zažívacou sústavou sa nemenia ani neškodia. Napriek tomu možno voskové estery jojoby výhodne využiť ako ochranné obalové materiály ovocia, zeleniny, syrov, mäsových výrobkov a pod., ako aj vo forme impregnantu papiera, kartónov i

textilu ako možných obalových materiálov, napr. mlieka, nápojov a liehovín. Dobré uplatnenie by bolo možné aj pri príprave potravinárskych výrobkov pripravovaných pražením alebo pečením. Vysoká termostabilita i oxidačná stálosť mimoriadne zvýhodňujú aplikáciu voskov jojoby. Senzorické vlastnosti (chuť a vôňa) zostávajú príjemné. Výhody voskov jojoby sú ešte výraznejšie z hľadiska zdravia konzumenta. Najčastejšou chybou pri príprave smažených potravinových výrobkov je používanie hodnotných rastlinných olejov pri tepelnom spracovaní a ich viacnásobné použitie, tzv. prepaľovanie. Pri tom sa hladiny esenciálnych MK (linolová, linolénová, arachidová – tzv. vitamín F) nielen znižujú, ale vznikajú aj rôzne polymerizované a cyklizované deriváty, ktoré sú potenciálnym nebezpečenstvom vzniku gastrointestinálnych ochorení.

Pri použití jojobových voskov ako smažacieho média nevznikajú uvedené sekundárne splodiny. Pri testovaní jojobových voskov so sójovým a sezamovým olejom ako médií pri príprave smažených zemiakových hranoliek, zostalo zloženie jojobového vosku po 16 hodinách zahrievania pri 160 °C na úrovni čistého. Pri sójovom a sezamovom oleji nastal pokles polyénových MK.

Osobitnú pozornosť treba venovať druhému, tuhému podielu jojobových orechov, ktorý tvorí asi 40 % proteínov. Ich využitie v ľudskej výžive môže byť dvojaké: nepriame, využitím jojobových bielkovín ako krmoviny, t.j. cez živočíšny medzičlánok a priame, analogicky ako v prípade sóje.

Bielkovinová časť jojoby je zvyškom po získaní kvapalných voskov. Na účinné využitie oboch zložiek je potrebné komplexné technologické spracovanie jojoby. Kvapalná časť (vosky) sa získa lisovaním a prípadne ešte extrakciou výliskov benzínom. Takáto technológia zaručuje 98 % výťažnosť voskov, resp. iba 1 % ich zvyšku v zostatku, tzv. šrotoch jojoby, čo je v podstate surová jojobová bielkovina.

Pretože vylisovaním získané voskové estery sú veľmi čisté, odpadajú procesy ich čistenia. V prípade nadväznej extrakcie pristupuje ešte proces destilácie voskovej miscely, t.j. oddelenie rozpúšťadla.

Bielkovinová časť by sa pre krmovinárske účely i pre priamu ľudskú výživu musela zbaviť toxického heteroglykozidu – simonalzínu. Možno to urobiť klimatizáciou, t.j. pôsobením pary za zvýšenej teploty, analogicky ako pri výrobe rastlinných jedlých olejov. Takto upravená bielkovinová časť jojoby je dobré jadrové krmivo.

Výroba jojobovej krmoviny pre priamu ľudskú výživu môže byť obdobná ako v prípade komplexného využitia sóje. Boli by teda potrebné procesy prípravy bielkovinového koncentrátu, izolátu a textúrovania. Pre ľudskú výživu sa za najhodnotnejšiu pokladá mliečna bielkovina s vysokým zastúpením esenciálnych aminokyselín (lyzín a i.). Porovnanie zastúpenia jednotlivých aminokyselín mliečnej, sójovej a jojobovej bielkoviny je v tabuľke 1.

T a b u l k a 1. Percentuálne zastúpenie aminokyselín v bielkovinách sóje, mlieka a jojoby
T a b l e 1. Amino acids percentage in soya, milk and yoyoba proteins

Aminokyselina ¹	Druh bielkoviny ²		
	sója ³	mlieko ⁴	jojoba ⁵
arginín ⁶	3,19	1,46	7,8
histidín ⁷	1,03	0,88	2,5
lysín ⁸	2,61	2,55	5,7
tyrosín ⁹	1,85	1,80	4,5
tryptofán ¹⁰	0,54	0,54	–
fenylalanín ¹¹	2,57	1,94	4,9
cistín ¹²	0,85	0,34	2,4
metionín ¹³	0,90	1,16	0,4
treonín ¹⁴	1,80	1,53	5,3
leucín ¹⁵	2,97	3,84	7,3
izoleucín ¹⁶	2,11	2,89	3,7
valín ¹⁷	1,89	2,86	6,1
alanín ¹⁸			4,5
glycín ¹⁹			9,8
serín ²⁰			5,3
kys. glutamová ²¹			13,1
kys. asparagová ²²			10,6
prolín ²³			6,1

¹Amino acid; ²Kind of protein; ³Soya; ⁴Milk; ⁵Yoyoba; ⁶Arginine; ⁷Histidine; ⁸Lysine; ⁹Tyrosine; ¹⁰Tryptophane; ¹¹Phenylalanine; ¹²Cystine; ¹³Methionine; ¹⁴Threonine; ¹⁵Leucine; ¹⁶Isoleucine; ¹⁷Valine; ¹⁸Alanine; ¹⁹Glycine; ²⁰Serine; ²¹Glutamic acid; ²²Aspartic acid; ²³Proline.

Všeobecné pôdno-klimatické podmienky jojoby

Jojoba je trvalá, kríkovitá, drevotvorná rastlina dvojdomého typu. Označuje sa za paleoendemickú, t.j. za takú, ktorá bola v minulosti rozšírená po celom zemskom povrchu. Listy sú stále, kožovité, zelenomodrého sfarbenia, drevo citrónovožlté, tvrdé ale nie trvalé.

Určujúce podmienky pre rozsiahlejšie pestovanie jojoby sú podobné podmienkam v juhoamerickej púšti Sonora. Odtiaľ sa jojoba rozšírila do iných krajín. V pôvodnom púštnom prostredí je hustota kríkov jojoby okolo 500 na hektár. Priestor, ktorý sa v súčasnosti považuje pre jojobu za pôvodný, sa nachádza medzi 25 a 34 rovnobežkou severnej šírky a 109 a 117 poludníkom východnej dĺžky, na ploche asi 250 tisíc km².

Rast a kvitnutie jojoby závisia od výdatnosti zimných a jarných zrážok. Inak rastie na nenáročných zrnitých pôdach, ktoré nezadržujú vodu. Iné pôdy nevhodné druhy nevyhovujú. Najpriaznivejšími sú suché svahy. Iba v Kalifornii a

Mexiku sa darí jojobe na úrovni mora. Bežné sú nadmorské výšky v rozmedzí 300 až 1600 m.

Denné rozpätie teplôt, ktoré jojoba znáša, je 0 °C (nočná) až nad 45 °C počas dňa. Staršie rastliny jojoby odolávajú teplotám pod -8 °C, kým mladšie (1–3-ročné) sú už teplotami okolo -3 °C ohrozené (kvety odumrú). Avšak po obdobiach viacročného sucha, keď opadne i listie rastliny, ale neboli poškodené korene, po obnovení vlahy jojoba pokračuje vo vegetácii. Je zaujímavé, že rastlina je schopná prežiť aj lesný požiar, úroda jojobových orechov býva údajne znásobená. Koreň rastliny dosahuje bežne hĺbku 4 m a vo svojom geocentrickom smere by nemal natrafiť na kameň; jojoba by teda mala rásť na nekamenitej pôde. Podmienky pre zakorenenie jojoby sú špecifické, klíčok neprerazí povrch zeme skôr, ako korienok dosiahol hĺbku okolo 40 cm. Za dobrých podmienok jojoba dozrieva pri plnej plodnosti až 200 rokov.

Na kvet nasadzuje jojoba po jarných dažďoch, bežne v apríli. Prvá úroda orechov býva už po treťom roku, avšak pravidelné úrody začínajú priemerne až od štvrtého roka života rastliny. Vtedy plody jojoby (orechy) dosahujú asi 2 kg na rastlinu. Sypná váha týchto orechov býva 750 až 5150 orechov na kilogram.

Orechy podobné podzemnici olejnej obsahujú málo alebo nijaký endosperm. Obsahujú však nediferencované pletivo katyladonov a aleurónové zrná v listoch parenchymu, ktoré pri klíčení napučávajú na veľké orgány, v ktorých je veľká energetická zásoba pre mladú rastlinu. Zrelé orechy obsahujú do 60 % kvapalných voskov a do 40 % proteínov. Lipidický obsah je úmerný stupňu zrelosti, zloženie sa pritom nemení. Odchýlky môžu byť podmienené geneticky, pôdne i klimaticky.

Už 300–500 mm zrážok môže stačiť, ich optimum je však dvojnásobok. Zavlažovanie má význam iba v prvých 3–4 rokoch v systéme plantážovania. Obsah soli v krajných experimentálnych podmienkach dosiahol 2,8 mg.l⁻¹ vody.

Hodnota pH zrnitej, vodu nazadržujúcej pôdy je 6–8,5. Hustota rastlín pri ich priemernej výške okolo 2,5 m je až 2600 ks na hektár. Vzhľadom na dvojdomosť jojoby optimálny pomer medzi samičími a samčými rastlinami je 7:1, pri premenlivých smeroch vetra.

Pri všetkej svojej pôdnej i klimatickej nenáročnosti je jojoba takmer imúnna proti chorobám. Aj v prípade veľkoplošného pestovania jojoby sa ukázalo, že prevencia i akútna ochrana plantáží jojoby proti chorobám a škodcom je minimálna.

Ekonomické relácie

Dopyt po orechoch jojoby bude narastať, pretože zásob vorvaňoviny ubúda (od roku 1981 zákaz lovu) a trendy spotreby v spracovateľských odvetviach

narastajú. Roku 1981 bola cena vorvaňoviny približne 3,5 \$/kg. Roku 1970 sa vyloвило 210 tisíc ton vorvaňoviny, roku 1980 už iba 55 tisíc ton.

Pritom iba také krajiny ako USA, Anglicko, Francúzsko a NSR majú ročnú spotrebu vorvaňoviny okolo 50 tisíc ton ročne. Na získanie tohto množstva by iba v USA bolo potrebné vysadiť jojobu na 30–60 tisíc hektároch pôdy (investície asi 1,5 mld \$). Otázkou je dostatok pôdneho fondu.

Maximálne náklady na založenie jojobovej plantáže s intenzívnym obhospodarovaním i zavlažovaním sa predpokladajú 5 tisíc \$ na hektár v USA, 2 tisíc \$ na hektár v Austrálii. Iné krajiny asi 7500 \$ na hektár, z toho údržbové náklady sú asi 2000 \$, pričom v údržbe je zahrnuté všetko, od hnojenia až po zber.

Ceny orechov jojoby sú zatiaľ pomerne vysoké. Je však isté, že zvyšovaním produkcie jojoby ceny klesnú. Tým sa zvýši oblasť použitia a priaznivo sa premietnu aj menšie náklady na rafináciu a zušľachtovanie produktu jojoby, pretože vylišaný produkt je mimoriadne čistý a bez zápachu.

Predpokladá sa, že ceny produktu jojoby zostanú na úrovni roka 1977. Hoci roku 1979 sa za „olej“ jojoby platilo 18\$/kg, roku 1980 už 20 \$/kg a roku 1981 dokonca 30 \$/kg, roku 1990 sa predpokladá cena 10 \$/kg. Jedným z vplyvov na zníženie a stabilizáciu cenu bude nepochybne výška nákladov na technologické procesy, lisovanie, rafináciu a pod.

V týchto cenových reláciách sa neuvažuje odolejovaná zvyšková časť jojoby – proteíny, ktoré sa dajú využiť v krmovinárstve alebo po úprave, podobne ako sója, aj pre ľudskú výživu. Historický vývoj trhu pri palmovom, kokosovom, repkovom, sójovom a inom oleji ukazuje, že pri zvýšenej produkcii ceny suroviny síce klesajú, ale spotreba i spektrum použitia stúpajú. Podobné možno predpokladať aj pri jojobe.

Priemerná úroda orechov jojoby býva asi 2 kg na jednej rastline (po 4. roku jej veku). Z toho vyplýva, že hektárový výnos je približne 5 ton.

Pri cene orechov jojoby 5,5 \$ za kilogram je to asi 30 tisíc dolárov za každý hektár pôdy (pri 2560 samičích rastlinách jojoby na jednom hektáre pôdy a pri cenách z roku 1981–1982).

Pôdno-klimatické pomery tlemcenskej oblasti

Tlemcen, mesto v západnej časti severnej Afriky, asi 150 km juhozápad od Oranu, sídlo Willaje, leží v hraničnej oblasti s Marokom, na rozhraní stepnej oblasti smerom k juhu, resp. uzol (východiskový bod) na 700 km severo-južnej komunikácii k Bešáru, sa dotýka severného okraja Západnej Sahary.

Pôdne a klimatické pomery tejto oblasti, vypracované na Katedre kartografie Biologického inštitútu v Tlemcene, sú v tabuľke 2.

T a b u ľ k a 2. Klimatické podmienky oblasti Tlemcen
T a b l e 2. Climate at Tlemcen region

Klimatické podmienky ¹	Pásma ²			
	pobrežie ³	pobrežné pohorie ⁴	Tlemcenské pohorie ⁵	náhorné plošiny ⁶
1. Počet slnečných dní v roku	300	300	300	320
2. Množstvo dažď. zrážok [mm/rok]	400(a)	400–700(b)	500–900(b)	300–500(c)
3. Priemerné ročné teploty				
– noci [°C]	5	4	–2(+)	–4(+)
– dni [°]	38	38	38	42
4. Teplotné odchýlky od stredných hodnôt [°]	0,0	0,0	7,0	8,0
5. Počet dní roku s podpriemernou teplotou [°]	0,0	0,0	max. 8,0	max. 7,0
6. Smery vetrov				
– október až máj: zo severu na východ				
– január až september: z juhu (siroco)				

(+) – počet dní s teplotami pod bodom mrazu, max. 10 dní/rok;
Number of days with temperatures below the freezing point, max. 10 days/year.

(a) – semiaridné mierne; Semiarid temperate climate.

(b) – podvlhkostné; Subhumid climate.

(c) – semiaridné chladné; Semiarid cold climate.

¹Climate; ²Zone; ³Coast mountains; ⁴Tlemcen Mountains; ⁶Platesux.

1 – Number of sunny days year; 2 – Rainfall [mm/year];

3 – Average temperature per year – during nights, during days;

4 – Temperature deviations from mean values; 5 – Number of days with below-average temperature per year; 6 – Wind directions – from October to May, from North to East, from January to September, from South (sirocco).

Samo zloženie pôdy sa konkretizovalo pre tlemcenské lokality Remchi a Tlemchen. Zastúpenie jednotlivých pôdnych zložiek je takéto:

	Tlemcen	Remchi
Argile	37,4 %	14,0 %
Limon	32,0 %	46,0 %
Sable	30,6 %	40,0 %

Chýba údaj o priemernej hĺbke pôdy, ktorou korene ľahko prenikajú, resp. hĺbka kamenitého podloženia pôdy.

V uvedených pôdno-klimatických podmienkach bolo v r. 1986 vysadených v lokalitách Tlemcen a Remchi niekoľko sadeníc Jojoby. Po 6 mesiacoch mali

tlemcenské rastliny priem. výšku okolo 35 cm a v Remchi okolo 40 cm. Zdravotný stav a forma rastlín lokality Remchi sa zdali o niečo lepšie.

Podľa odhadu I'INES de Biology nachádza sa iba v oblasti Tlemcen asi 130 tisíc hektárov pôdy, ktorej pôdno-klimatické podmienky sú podobné tým, ako sa vyžadujú pre pestovanie Jojoby, včítane zrážok v rozpätí 400–700 mm/rok. Na túto plochu by bolo možné vysadiť cca 285 miliónov rastlín Jojoby, z toho 40,6 miliónov samčích pre zachovanie optima opelovacieho režimu.

Podľa prv uvedených cenových relácií by to po 4. roku pestovania predstavovalo asi 0,6 miliónov ton jojobových orechov, čo je vo finančnom prepočte približne 3,13 miliárd USD/rok.

Iným variantom využitia Jojoby by mohlo byť súčasné vytvorenie zeleného ochranného pásu komunikácie – napr. Tlemcen-Bešár. Za predpokladu obojstranného 50 m širokého zeleného jojobového pásu na tejto 500 km dlhej komunikácii by vznikla zelená plocha 50 km². T. j. v prepočte asi 11 miliónov kríkov Jojoby, z toho 1,6 milióna samčích. To môže po 4 roku reprezentovať zhruba asi 120 miliónov USD/rok.

Tento, možno povedať, prvostupňový variant v podobe ochranných pásov popri spojoch a komunikáciách, by mal výhody z hľadísk: prístupnosti, operatívnosti pri prácach, ochrane a zbere úrody Jojoby. Súčasne s tým by sa vytvorila prirodzená ochrana spojov a komunikácií proti návejom piesku a tým proti prerušovaniu spojov a komunikácií a tiež aj ochrana iných kultúr či priestorov už skultivovaných. (Namiesto doterajších cyprišov). Z týchto miest by potom mohlo pokračovať plantážovanie a výsadba Jojoby do všetkých smerov. V prípade osadenia uvažovaných plôch obojpohlavnými rastlinami Jojoby, ktoré sa v priebehu času vypestovali, efektívnosť pestovania by sa úmerne zvýšila o počet neproduktívnych samčích rastlín.

Hrubý odhad aridnej pôdy vyhovujúcej pestovaniu Jojoby v celej ADLR je cca 2,5 mil. ha.

Okrem uvedených predností významných pre národné hospodárstvo, má Jojoba ešte ďalšie, finančne skoro nevyčísliteľné pozitíva ako sú: ekológia krajiny, zlepšenie životného prostredia a zvýšenie životnej úrovne obyvateľstva v dôsledku trvalých pracovných príležitostí a príjmov; to môže mať súčasne význam politický.

Záver

Článok mal za cieľ oboznámiť čitateľov s „novoobjavenou“ teplo a suchomilnou rastlinou – Jojobou. Jej vstup na scénu potrieb sa deje v pravý čas: ľudská populácia narastá: krytie potrieb zaostáva, pôdne fony v dôsledku eró-

zií klesajú. Zdá sa, že prostredníctvom Jojoby prestáva byť táto situácia antagonistickou – púšte sa môžu stať bohatstvom doteraz chudobných krajín. Prívlasky „Zlatá rastlina“ alebo „Kvapalné zlato“, pre jej voskový produkt, budú oprávnené. Priemyselná produkcia Jojoby, resp. exploatácia púští ňou, je jedinečnou príležitosťou pre mnohonárodné kooperácie – priemyselne vyspelých s rozvojovými krajinami. Návratnosť vkladov do investície s menom „Jojoba“ môže sa stať nevyčísliteľnou pre všetkých.

Článok bol voľne spracovaný podľa podkladov uvedenej literatúry, ktorá je preto zoradené iba podľa poradia významnosti.

Literatúra

- [1] SCHWAB, A.: Vysokohodnotný rastlinný olej z púšte. Bad-Vörschafen, Ledermann-Verlag 1981.
- [2] KOMAN, V. – KOMANOVÁ, E. – TALEB, B. S. A., Bull. PV, 26 (6) 1987, č. 3–4, s. 299.
- [3] Jojoba (*Simondsia chinensis*). Bull. Tech. For. (spécial), INRF, Cheraga 1985.
- [4] MEHDADI, Z.: Vosky a nepolárne lipidy jojoby. Seminárna práca. Tlemcen, INES de Biologie, 1987.
- [5] KADIK, B.: Bohatstvo chudobných. Horizon, Algérie, 31. 11. 1986.
- [6] KADIK, B.: Rastlinná nafta. Horizon, Algérie, 24. 12. 1986.
- [7] KOMAN, V.: Výživa a zdravie, 1983, č. 4, s. 94.
- [8] SPADARO, J. J. – EAVES, P. H. – GASTROCK, E. A., J. Am. Oil Chem. Soc., 37, 1960, s. 121.
- [9] MANGOLD, M. K. – MALINS, D. C., J. Am. Oil Chem. Soc., 37, 1960, s. 121.
- [10] FORE, S. A. – PASTOR, H. P. – HUGHES, J. P. – BICFORD, W. G., J. Am. Oil Chem. Soc., 37, 1960, s. 387.

Йойоба

Её липидовый и протеиновый вклад

Резюме

В связи с предыдущим сообщением [2] приводит эта наглядная часть некоторые более конкретные сведения этого перспективного растения и с точки зрения возможностей применения его продукта – жидких восков – в большинстве областей промышленных производств и общественных потребностей. Кажется, что посредством йойобы возможно было бы переоценить взгляды на неурожайность некоторых земель, или недоиспользованность размерных участков большинства стран и на улучшение более напряженных реляций между ростом цивилизационных потребностей и природными возможностями их покрытия.

Yoyoba

Content of lipids and proteins

Summary

Following up with preliminary report [2] presents this survey some detailed information about this perspective plant in regard to the soil and climate growing conditions as well as from the viewpoint of its product – liquid waxes – application possibilities in various areas of industrial production and social necessities. It seems through the yoyoba could be reevaluated the opinion on the unfertility of some soils or on the unutilization of extensive areas of many countries and in results in improving of the strained relations between the accrual of civilization necessities and their settlement by natural possibilities.