

Vědecký výbor výživy zvířat

Využití vedlejších produktů vznikajících při výrobě bioetanolu

**Prof. Ing. Ladislav Zeman, CSc.,
Dr. Ing. Pavel Tvrzník**

Praha, prosinec 2007



Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i.
Přátelství 815, Praha - Uhřetěves,
PŠČ: 104 01, www.vuzv.cz

Obsah	Strana
1. Úvod	3
2. Biopaliva a výroba bioetanolu	3
3. Užití bioetanolu	14
4. Suroviny pro výrobu lihu	16
5. Lihovarské výpalky	26
6. Složení výpalků	31
7. Využití výpalků pro skot	35
8. Využití výpalků pro prasata	39
9. Využití výpalků pro drůbež	43
10. Jiné využití výpalků	49
11. Závěr	50
12. Použitá literatura	51
13. Anotace	55

1. Úvod

Základním problémem nejbližší budoucnosti bude získat energii k lidské činnosti. V minulosti jsme byli svědky celé řady modelů a teorií, které předpokládají získávání energie z uranu, další těžbou fosilních zdrojů, využití energie větru, energie slunce a nebo také využití zemědělské produkce k nezemědělským účelům. Všechny tyto modely mají jednu společnou vlastnost, že vznikají na objednávku politických reprezentací, které si tyto modely přizpůsobují a vykládají tak, aby podpořili její politická (nebo ekonomická) přání. Naše studie se nezabývá jednotlivými teoriemi, ale má za cíl věnovat se jen malé části energetického komplexu a to využití odpadu, který vzniká při výrobě biolihu.

2. Biopaliva a výroba bioetanolu

Již řadu let jsou slyšet a v poslední době stále sílí hlasy upozorňující na možnost brzkého vyčerpání celosvětových zásob ropy a volající po větším využití alternativních pohonných látek pro spalovací motory. Výroba paliv z biomasy je známa již z počátku 20. století. Pro resort dopravy jsou vhodná jen taková biopaliva, která svými vlastnostmi maximálně kopírují dosud používané benzíny a naftu tak, aby mohl být bez výraznějších úprav zachován stávající vozový park. Za bioetanol je považován kvasný líh, který se vyznačuje vysokou výhřevností. Ve světě je ale bioetanol používán výhradně jako motorové palivo, a to většinou ve formě přídavku do benzínové směsi. Spaliny lihu neobsahují popel a síru a mají oproti benzínu nižší podíl oxidu uhličitého a oxidů dusíku, což dává předpoklad ke snižování znečištění životního prostředí.

Výchozí surovinou pro výrobu bioetanolu jsou zemědělské plodiny s vysokým obsahem cukrů nebo škrobu, které se následně zpracovávají kvasnými procesy. Spektrum výchozích komponent pro výrobu bioetanolu je samozřejmě do značné míry závislé na možnostech pěstování té či oné plodiny v dané zeměpisné oblasti. U největšího světového producenta biolihu v Brazílii je už od 70. let minulého století výroba postavena na využití cukrové třtiny, u druhého největšího výrobce v USA drží primát kukuřice. Z plodin pěstovaných v našich zeměpisných šířkách se nabízí využití obilovin (pšenice a tritikále), cukrovky a kukuřice. Rozhodujícím kritériem pro uplatnění jednotlivých plodin na

biolihovém trhu bude jejich výnos, výtěžnost lihu z hektaru a s tím související náklady na jednotku produkce. Při současných kalkulacích představuje cena suroviny 70 – 80 % celkových nákladů na výrobu bioetanolu, přičemž rozmezí těchto nákladů kolísá v širokém intervalu od záporných položek u využití různých škrobnatých nebo sacharidových odpadů až po velmi vysoké náklady při výrobě suroviny z bramborového škrobu. Velký zájem zemědělců o pěstování vybraných plodin určených pro výrobu biolihu je zapříčiněn snahou o využití půdního potenciálu a strojového parku k výrobě produkce, u které je smluvně zajištěn kontinuální odběr za výkupcem garantovanou cenu. Při poměrně úzkém spektru tržně zajímavých plodin lze takto udržet výměru pěstovaných obilnin na požadované úrovni a vyřešit tak případnou nadprodukcí určenou k potravinářským a krmným účelům. Význam cukrovky jako výchozí suroviny pro výrobu biolihu spočívá navíc v udržení pěstebních ploch významného přerušovače řepko – obilních osevních sledů.

Legislativa v oblasti výroby a použití bioetanolu

K výrobě etanolu ze zemědělské produkce je zapotřebí dostatečná legislativní opora. Česká republika jako členský stát EU je zavázána k dodržování nejen vlastních, ale také evropských zákonů a směrnic vztahujících se k této oblasti. Základním rysem všech zákonů, směrnic a vyhlášek by měla být jejich jednoduchost, transparentnost a realistický pohled na danou problematiku.

Základní legislativní prostředí pro implementaci bioetanolu v ČR nyní představují:

- Směrnice 2003/30/EC, „na podporu použití biopaliv nebo dalších obnovitelných paliv v dopravě“.
- Vyhláška MPO 229/2004, kterou se stanoví požadavky na pohonné hmoty pro provoz vozidel na pozemních komunikacích a způsob sledování a monitorování jejich jakosti.
- ČSN EN 228 „Motorová paliva-Bezolovnaté automobilové benziny“.
- Zákon č. 92/2004 Sb., o ochraně ovzduší stanovuje povinnost přidávat biopaliva do minerálních paliv.
- Zákon č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních podle §45 a §54 umožňuje, pokud minerální palivo obsahuje do 5% bioetanolu nebo do 15% ETBE, vrátit podle

obsaženého množství bioetanolu příslušnou část spotřební daně na benzín.

Výroba biolihu v zahraničí

Výraznějšímu rozšíření lihu jako paliva brání jeho některé odlišné vlastnosti od běžně používaných paliv – benzínů a nafty. Pokud by měl líh tvořit podstatnou složku paliva, neobešlo by se to bez výraznějších konstrukčních změn u dosud vyráběných spalovacích motorů. Řešením je přidávání etanolu do benzínu, což je ekologické opatření zvyšující mj. oktanovou hodnotu benzínu. **Evropská unie** svými předpisy limituje množství lihu v benzínu maximálním přípustným obsahem kyslíku 2,3 až 2,7 %. Po přepočtu to pro benzín znamená maximální obsah etanolu 5 %. V rámci Evropské unie byla uzákoněna možnost daňových úlev pro biopaliva ve výši 90 a více % ze stanovené sazby. Zároveň existují závazky nahradit do roku 2004 15 % energie obnovitelnými zdroji a 20 % do roku 2025. Zdaleka ne ve všech členských státech EU má bioenergie tak vysoké zastoupení, proto se počítá s rozšířením palivového využití bioetanolu i do dalších zemí.

Přidávání bioetanolu do benzínu lze po technické stránce řešit několika způsoby. V Polsku se provádí přímo u čerpacích stanic, kde se líh pomocí směšovacího zařízení dávkuje z oddělené cisterny přímo do autonádrže v podílu 5 %. Výsledná směs tak odpovídá předpisu EU. Tento způsob nemá ve světě obdoby. Obvykle je líh poskytován rafinériím, které ho zpracovávají do benzínového aditiva ETBE (etylterciátbutyléter). Tím, že se přidává přímo bez transformace na aditivum, jsou z procesu vyřazeny rafinérie a celý systém je výhradní podporou domácích zemědělců.

Česká republika - Historie výroby biolihu

Naše republika není v této problematice bez zkušeností. Na našem území se zemědělský líh využíval jako palivo v první i druhé světové válce z nedostatku jiných pohonných hmot. Za zvláštní zmínku ale stojí lihová politika Rakousko-Uherska a předválečné ČR. Státem podporovány byly tehdy lihovary zpracovávající zemědělské produkty. Mezi nimi měly výsadní postavení brambory, ze kterých se u nás dnes líh už prakticky nevyrábí.

Ve dvacátých letech tohoto století byl etanol významnou složkou pohonných hmot, jejichž spotřeba tehdy stoupla téměř desetinásobně. V roce 1932 byl po vzoru

jiných evropských států v Československu přijat zákon, který stanovil závazný 20% podíl lihu v benzínové pohonné směsi. Roční výroba etanolu poté přesáhla hranici jednoho miliónu hektolitřů, které byly ze 60 % spotřebovány v palivech. Pro srovnání, dnešní výroba lihu činí asi 600 000 hl za rok.

Po druhé světové válce byla však tato strategie zcela zapomenuta a až do nedávné doby se o kvasném lihu jako o palivu vůbec neuvažovalo.

ČR a výroba palivového lihu dnes

Opětovnému zvýšení zájmu o produkci biolihu jako alternativní pohonné hmoty nahrává jednak velice nestabilní situace na trhu s ropou jak z pohledu ceny tak produkce a také snaha politiků a úředníků směřovat zemědělskou politiku z původně útlumových programů na podporu domácí produkce určené pro nepotravinářské účely. Tyto záměry jsou mj. podchyceny v zákoně č. 61/1997 Sb. O lihu, účinném od 1. 7. 1997, kde se v § 13 odst. 3 mj. praví: “Láh používaný jako zdroj obnovitelné energie v pohonných hmotách a jako palivo při výrobě energie nebo tepla může být vyroben pouze ze zemědělských plodin vypěstovaných na území České republiky.”

Náš stát se zavázal, že v přechodném období od roku 2007 do roku 2010 bude podíl bioetanolu z celkové spotřeby paliv činit 3 % a od roku 2010 tento podíl vzroste na 5 %. Podle MZe bude tedy zpočátku zapotřebí v prvních 3 letech 630 tis. až 1,32 mil hektolitřů biolihu. Od roku 2010 by se měla produkce stabilizovat na 1,34 mil. hl suroviny u níž bude státem garantovaný její výkup. V pěstitelských plochách to znamená výměru 40 – 80 tis. ha obilovin a 15 tis ha cukrovky.

Celý bioetanolový program by měl fungovat tak, že se plocha půdy nepotřebná k produkci potravin (v ČR je to cca 100 000 ha) oseje “bioetanolovými” plodinami, které vykoupí lihovary a státem garantované množství etanolu vyrobí. Následovat bude zapracování etanolu do aditiva ETBE a konečně jeho mísení s benzínem.

Pro výrobu biolihu mají v České republice závažné uplatnění obilniny a cukrovka, přičemž každá z těchto skupin plodin má své přednosti i nevýhody co se týče uplatnění v bioetanolovém programu. Pěstování cukrovky představuje důležitý prvek v udržení osevních postupů, proto při snižujícím se rozsahu cukerné produkce je třeba hledat alternativní cesty využití této plodiny. Výhodou je větší výtěžnost lihu z jednoho hektaru a méně náročná technologie zpracování naproti tomu vysoká výtěžnost je vykoupena vysokými hektarovými náklady a nevýhodou je též úzký rozsah oblastí pěstování. Naproti tomu obilniny lze s

úspěchem pěstovat od nížin kukuřičného výrobního typu až po méně úrodné půdy v kopcovitých oblastech, kde jsou dominantní plodinou brambory a jednoleté píce. Technologie zpracování obilí na líh je sice náročnější a výtěžnost z 1 ha menší než obilí obsahuje nezkvasitelný škrob, který je nutné před vlastní fermentací hydrolyticky rozštěpit, ale celkové náklady na produkci obilní suroviny vztažené na hektar jsou nižší. Nezanedbatelnou výhodou obilí oproti cukrovce je jeho lepší skladovatelnost a možnost kontinuálního zásobování lihovaru touto komoditou.

Maximální výtěžnost lihu z 1 ha při pěstování obilovin je výsledkem interakce mezi průběhem ročníku, zejména srážek a teploty v období setí, v zimním mimovegetačním období a ve fázi jarního nástupu vegetace a tvorby prvků výnosu. S tím úzce souvisí také úroveň a správné načasování výživy dusíkem a volba správné odrůdy. V současné době se k tomuto účelu šlechtí odrůdy s vysokým výnosem a vyšším obsahem škrobu na úkor bílkovinných frakcí (odrůdy typu C) a odolností proti napadení fuzariózami v klasu. V tomto směru je např. šlechtitelská firma RAGT obchodně zastupovaná v ČR firmou VP Agro schopna nabídnout hned několik perspektivních odrůd.

Strategie pro biopaliva v ČR do roku 2010.

Z hlediska blízké budoucnosti se jeví nejvhodnější taková alternativní paliva, která nevyžadují zásadní úpravy motorů - ideálně která nevyžadují vůbec žádnou úpravu. Tato paliva reprezentuje zejména bionafta a bioetanol. Z dlouhodobého hlediska je nutno počítat i s dalšími alternativními palivy, která však budou vyžadovat zásadní úpravy palivového systému v motorech.

Přínosy biopaliv mimo dopravní sektor :

- a) biopaliva představují pomoc při řešení strukturálních problémů,
- b) pomáhají řešit závislost na dovozu minerálních paliv, zejména v době, kdy cena ropy stoupá, je tento argument velice závažný,
- c) vytváří se nové příležitosti pro zemědělství,
- d) nové pracovní příležitosti,
- e) snížení emisí a příspěvek k plnění Kjótského protokolu.

Z výše uvedeného (tj. historie a přínosy biopaliv) je zřejmé, proč se ČR hlásí k programu biopaliv a považuje jej za nosný program pro nepotravinářské využití zemědělské půdy. Zejména pomoc sektoru zemědělství a rozvoji venkova jsou považovány za nosné záměry

podpory výroby biopaliv a to i po vstupu ČR do EU.

Indikativní cíle pro ČR v oblasti biopaliv:

Tab 1: Spotřeba motorových paliv v ČR

Spotřeba motorových paliv v ČR							
	Rok (od r. 2004 - 2007 jde pouze o výhled)						
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
	tis.t						
Bezolovnatý benzín	1 974,40	2 033,63	2 094,64	2 157,48	2 222,20	2 288,87	2 357,54
Motorová nafta	2 668,40	2 975,27	3 317,42	3 698,93	4 124,30	4 598,60	5 127,43
Bionafta	206,00	210,00	210,00	210,00	210,00	210,00	210,00
LPG	72,00	84,24	98,56	115,32	134,92	157,86	184,69
Celkem	4 920,80	5 303,14	5 720,62	6 181,72	6 691,43	7 255,32	7 879,66

Tab 2: Výroba biopaliv a jejich podíl na tekutých palivech

(skutečnost a výhled)

	Měrná jedn.	Rok a nebo výhled					
		2001	2002	2003	2004	2006	2010
Výroba MEŘO	tis.t	39,6	68,8	70	80	100	120
Výroba biolihu	tis. t					174	220
Prodej nafty v ČR	tis.t	2668	2838	3000	3200	3300	3500
Prodej benzínu v ČR		1 974	2 033	2094	2157	2222	2357
Prodej kapalných paliv v ČR (nafta + benzín)	tis.t	4642	4871	5094	5357	5522	5857
Podíl MEŘO na množství prodané nafty v ČR	%	1,48	2,42	2,33	2,5	3,03	3,43
Podíl bioetanolu na množství prodaného benzínu	%		-	-	-	7,8	9,3
						5,2e	6,6e

Poznámka: „e“ za číselným údajem znamená energetickou hodnotu

Tab 3 Dopady výroby bioetanolu na ostatní sektory:

	Rok 2006	Rok 2010
výroba bioetanolu v tunách	174 020	220 000
výroba bioetanolu v hektolitrech	2 000 000	2 800 000
obdělávané hektary	130 000	175 000
pracovníci v zemědělství	2 545	3 274
pracovníci v průmyslu	8 692	11 183
pracovníci celkem	11 237	14 457

BIOETANOL

Charakteristika, vlastnosti

Bioetanol jako motorové palivo je bezvodý etylalkohol vyrobený z přírodních obnovitelných surovin.

Jako motorové palivo se používá v čisté formě, jako přídavek do benzínů nebo po chemické transformaci na etyl-terciátbutyléter (obsahuje 47% etanolu).

Bioetanol má vysoké oktanové číslo 109 oproti benzínu (97) a z tohoto hlediska je vhodným palivem pro zážehové motory. Cetanové číslo je nízké (11), proto se obtížně vzněcuje a je méně vhodný pro vznětové motory (Cetanové číslo motorové nafty je 51 a FAME 54) .

Vzhledem k nižší výhřevnosti 26,8 GJ/kg oproti benzínu (43,8 GJ/kg), což je 1,6-krát menší je jeho spotřeba při provozu motorů vyšší.

Požadavky na kvalitu jsou specifikovány v ČSN 65 6511 a v připravované normě EN:

Tabulka č. 4 Kvalitativní ukazatele etanolu

Ukazatel	ČSN EN 65 6511	Návrh EN
Vzhled	čirý, bez zákalů a sedlin	Dtto
Obsah EtOH před denurací	min. 99,7% V/V	min. 99,7% m/m*
Obsah vody	max. 0,39 % V/V	max. 0,3% m/m
Hustota při 20 °C	min. 791	
Obsah EtOH po denuraci	min. 95,6 % V/V	
Obsah volných kyselin	max. 50 mg/le	max. 0,007 m/m
Odparek	max. 15 mg/le	max. 10 mg/100 ml
Obsah denatur. prostředku	2,0 – 4,0 V/V	

Bioetanol se vyrábí fermentací jednak ze škrobnatých surovin (brambory, obilí, kukuřice), jednak z cukernatých surovin (cukrová řepa, cukrová třtina). Použitá surovina nemá vliv na vlastnosti konečného výrobku. Odlišná výrobní technologie ovlivňuje náklady na jeho výrobu. V poslední době je věnována velká pozornost výrobě etanolu z lignocelulóзовých surovin jako je sláma, dřevní odpady, rychle rostoucí energetické

plodiny, řepné řízky, vylisovaná třtina aj., což je motivováno relativně nízkou cenou suroviny a jejich dostupností.

Technologie výroby bioetanolu a bio-ETBE

Výroba bioetanolu je založena na fermentačním procesu, tj. působení enzymů (bílkovinných katalyzátorů) mikrobiální buňky některých kvasinek, který se též nazývá kvašení. Proces probíhá převážně bez přístupu vzduchu (anaerobně), přičemž provzdušnění kvasného media, hlavně na počátku fermentace, je příznivé pro nárůst buněk a jejich aktivitu.

Přímo zkvasitelné jsou jen monosacharidy, jejichž molekula obsahuje 6 uhlíků (tzv. hexózy). Složitější sacharidy musí být před zkvašováním hydrolyzovány na monosacharidy působením vlastních enzymů mikroorganismů, nebo přidáním látek, zpravidla kyselin, které hydrolyzu způsobí. Pro průmyslové využití se používají tzv. pravé kvasinky, které se řadí do druhu *Saccharomyces cerevisiae*.

Pro výrobu kvasného etanolu lze použít následující sacharidy:

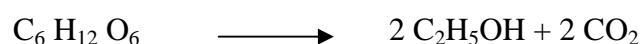
- monosacharidy - glukóza, fruktóza, manóza, galaktóza
- disacharidy – sacharóza, maltóza, laktóza, celobióza, které mohou kvasinky z větší části převést na monosacharidy
- trisacharidy - rafinóza, které musí být schopny převést na monosacharidy
- polysacharidy- škrob, dextriny, inulin, celulóza musí být nejprve převedeny na monosacharidy

Výroba bioetanolu zahrnuje tyto základní technologické stupně:

1. Příprava suroviny (mletí)
2. Přeměnu polysacharidů na monosachridy (zkapalnění a zcukernatění)



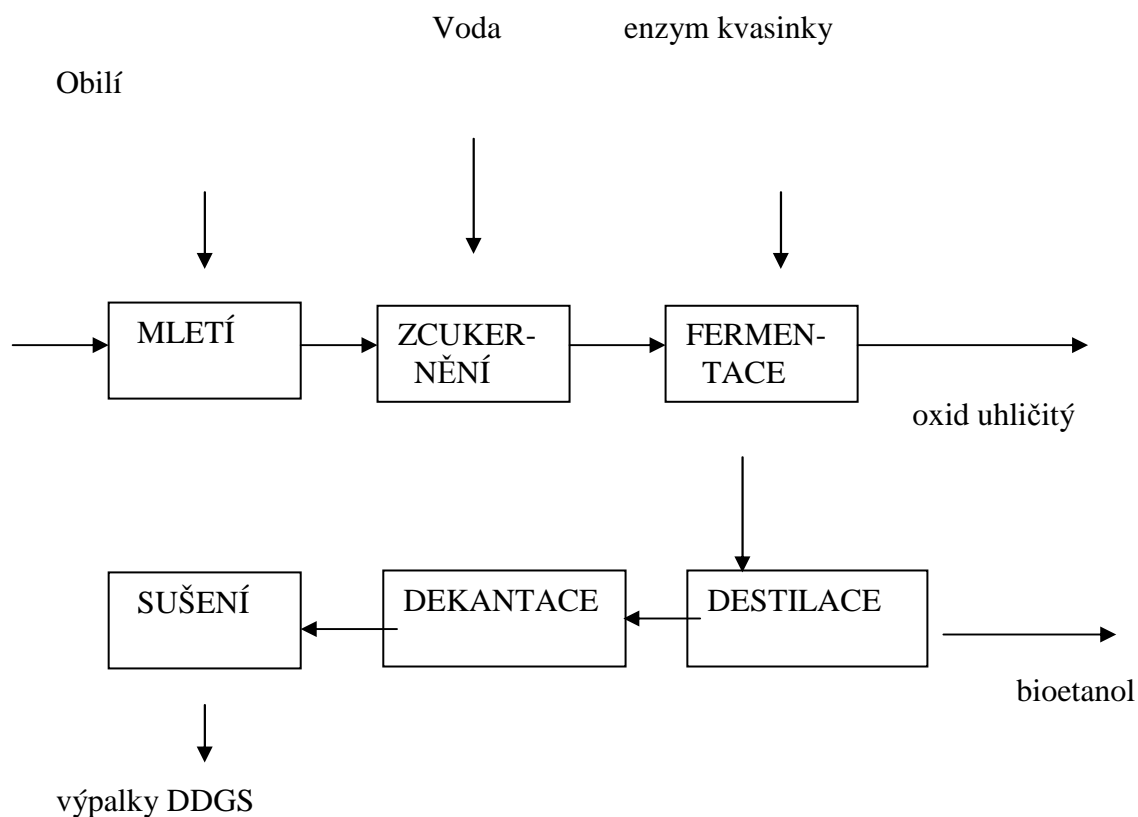
3. Fermentace



4. Koncentrace (destilace a rektifikace)
5. Zpracování odpadů (dekantace, sušení)

Výroba bioetanolu z obilí

Výroba bioetanolu z obilovin je znázorněna na následujícím blokovém schématu:



Prvním stupněm výroby bioetanolu z obilí nebo kukuřice je mechanická předúprava, tj. drcení a mletí za sucha nebo za mokra, při kterém se odstraní slupky zrn a příměsi. Dalším stupněm je zcukernatění, ve kterém se působením enzymů při zvýšené teplotě případně i tlaku převede obsažený škrob v obilí na zkvasitelný sacharid, převážně na glukózu.

Vzniklá ztekucená zápara se v dalším stupni zkvašuje ve fermentorech působením kvasinek a vzniká etanol a oxid uhličitý, který se z procesu odvádí, čistí, případně zkapalňuje k dalšímu prodeji. Fermentace probíhá bez přístupu vzduchu při pH 4-6 a teplotě 27 – 32 °C. Je prováděna vsádkově nebo kontinuálně. Obsah etanolu ve zkvašené zápaře je 6 – 14% a vedle etanolu obsahuje v menším množství i vedlejší látky jako jsou organické kyseliny, aldehydy, ketony, metanol, vyšší alkoholy, estery, glycerol aj.

Zkvašená zápara se dále podrobuje destilaci, při které se získá destilát, což je surový etanol a destilační zbytek tj. obilní výpalky. Při výrobě bioetanolu určeného jako motorové palivo je další rafinace tj. čištění surového etanolu zaměřena na odstranění vedlejších látek

jako jsou kyseliny, aldehydy, ketony a přiboudlinu (výše vroucí látky), které mohou nepříznivě působit na palivový systém motoru a nepříznivě ovlivňovat odvodňování etanolu. Provádí se na soustavě účinných rektifikačních kolon, kde se získá bioetanol s obsahem max. 95,5 % hm. etanolu, což je azeotropická směs vody a etanolu. S ohledem na snížení spotřeby tepelné energie jsou kolony propojeny tak, že páry produktu z jedné kolony ohřívají vařák druhé kolony a pracují při různých tlacích (snížený tlak v jedné koloně).

Výpalky z destilace se podrobují separaci dekantací, zahušťováním na odparkách a sušením. Usušené výpalky v granulované formě se používají jako krmivo. Tekuté výpalky lze využít též k výrobě bioplynu.

Výroba bioetanolu z jiných surovin

Výroba bioetanolu z cukrové řepy nebo cukrové třtiny je obdobná a nevyžaduje operaci zcukernění. V ČR se jako surovina používá i melasa. Uvažuje se i s použitím cukrovarnických poloproduktů jako je surová šťáva, těžká šťáva a sirob.

Výroba bioetanolu z lignocelulóзовých surovin se zatím komerčně nerozšířila, vzhledem k obtížnosti převedení polysacharidů na jednoduché fermentovatelné cukry.

Odvodnění bioetanolu

Bioetanol určený jako motorové palivo musí být bezvodý, proto získaný etanol rektifikací v cca 95 %-ní koncentraci, je nutné odvodnit. Tato operace se provádí buď azeotropickou destilací, nebo s použitím molekulárních sít, anebo membránových procesů.

Azeotropické odvodnění etanolu je založeno na posunu azeotropického bodu vlivem třetí látky – ternární činidlo (heptan, cyklohexan, n-pentan aj.), které tvoří s etanolem a vodou ternární azeotrop s nižším bodem varu než azeotrop voda-etanol. K vodnému etanolu se přidá cyklohexan a tato směs se dělí na dvou rektifikačních kolonách. V první se získá jako patní produkt bezvodý etanol a hlavový produkt (azeotrop voda, etanol - činidlo) se dělí ve druhé koloně na čisté činidlo a vodný etanol, který se vrací zpět do výroby.

V poslední době se k odvodňování bioetanolu používají molekulová síta, nejčastěji zeolity tj. přírodní nebo syntetické hlinitokřemičitany. Využívá se zde rozdílného průměru molekul etanolu (4,4 Å) a vody (2,8 Å). Odvodňování se provádí ve dvou kolonách. Při průchodu vodného etanolu kolonou naplněnou zeolity se zachytí obsažená voda a z kolony

odchází odvodněný etanol. Po nasycení se přepne odvodnění na druhou kolonu. První kolona se regeneruje propařením vodní parou, která se zbytky etanolu zkondenzuje a vrací se zpět do výroby. Tento způsob je energeticky úspornější než azeotropické odvodnění.

K odvodnění etanolu lze použít i membránové procesy. Jde o použití polymerních membrán využívající různou velikost molekul etanolu a vody nebo rozdílnou polaritu.

Výroba bio-ETBE (etyl-terciátbutyléteru)

Pro zvýšení oktanového čísla, dokonalejšího spalování a jiných vlastností benzínů se do nich přidává MTBE (metyl-terciátbutyléter), což je produkt vyrobený z fosilních surovin. Jestliže se místo metanolu použije bioetanol získá se ETBE, který z 47% obsahuje přírodní složku z obnovitelných surovin.

ETBE se vyrábí stejnou technologií jako MTBE. Jde o reakci izobutenu s etanolem v reaktoru s pevným ložem kyselého katalyzátoru (katexy, zeolity) při teplotě 50 – 90 °C a izolaci produktu z reakční směsi.

Produkce bioetanolu

Světová roční produkce bioetanolu využívaného jako motorové palivo je cca 20 mil. tun. Z toho se 50 % vyrábí v Brazílii, přes 40 % v USA a v Evropě pouze 5%. Bioetanol jako pohonná hmota se v EU používá nejvíce ve Francii, Španělsku, Švédsku a v SRN.

V ČR se bioetanol jako motorové palivo v současné době prakticky nevyužívá. Jsou instalovány kapacity pro výrobu bezvodého bioetanolu ve výši 300 tis. hl/rok, které se mají rozšířit do roku 2010 na 2 300 tis. hl/rok.

Podle směrnice EU by se mělo v ČR v roce 2007 spotřebovat bioetanolu do pohonných hmot 130 kt tj. 1.650 tis. hl a v roce 2010 asi 230 kt, tj. 2.900 hl bioetanolu. Rozvoj výroby má být zajištěn výstavbou nových lihovarů o kapacitách 400 tis. hl/rok a více.

V ČR je provozována výroba MTBE s kapacitou cca 60 kt/rok a předpokládá se přechod na výrobu ETBE, jehož produkce by v roce 2010 mohla dosáhnout 90 kt/rok.

3. UŽITÍ BIOETANOLU

Bioetanol se používá jako přímý přídatek do motorových benzínů a v množství do 5% obj. nebo ve formě ETBE v množství do 15 % obj. je palivo použitelné do všech typů

zážehových motorů. V současné době se v rámci EU pracuje na palivu s vysokým obsahem etanolu E85 vhodné pro upravená vozidla typu FFV (flexi fuel vehicle), jejichž rozvoj se očekává v Evropě. Paliva s přídavkem bioetanolu se používají v USA, ve Francii, v SRN a paliva s vysokým obsahem bioetanolu se používají hlavně ve Švédsku a ve velké míře v Brazílii, kde se používá jak 95%ní, tak odvodněný. V ČR se přídavek bioetanolu do motorových benzínů realizuje od roku 2007.

Použití bioetanolu ve formě ETBE je bezproblémové a je omezeno prakticky pouze normovaným obsahem kyslíku v palivu 2,7 % hm., což umožňuje maximální přídavek ETBE do benzínů 17,2 % hm. Pozitivní vlastností ETBE oproti MTBE je jeho nižší rozpustnost ve vodě a vyšší biologická odbouratelnost.

Při použití bioetanolu jako motorového paliva je nutné omezit některé jeho negativní vlastnosti jako je hygroskopičnost způsobující vysazování směsi voda-etanol, korozivní působení na některé součástky motorů, zvýšená těkavost a nižší výhřevnost.

4. SUROVINY PRO VÝROBU LIHU

V ČR se v současné době bioetanol vyrábí z melasy a částečně z obilí. Perspektivní výroba bioetanolu je orientována na hustě seté obilí, jehož produkce překračuje tuzemskou spotřebu a vývoz tohoto obilí, s ohledem na světové ceny, je problematický. Produkce obilovin by v období 2007 až 2010 měla být v ČR asi 8,3 až 8,6 mil. t/rok. Z tohoto množství lze použít na výrobu bioetanolu 1,9 až 2,3 mil t/rok, což vysoce překračuje předpokládané množství 0,45 až 0,80 mil. tun obilí za rok.

Kromě obilí je vhodnou surovinou pro výrobu bioetanolu i cukrová řepa, jejíž použití se v ČR zvažuje s ohledem na útlum výroby cukru z této plodiny v rámci EU.

Nejvýhodnější surovinou pro výrobu bioetanolu je cukrová třtina, která se ve velkém množství používá v Brazílii, která nabízí bioetanol na evropském trhu za velmi nízké ceny.

Obiloviny pro výrobu lihu

Charakteristika obilovin – krmivářská jakost

Obilniny jsou ve výživě zejména monogastričních zvířat především nositelem energie, ale i velké části dusíkatých látek rostlinného původu. Na stavbě obilních zrn se podílí hlavně bezdusíkaté látky výtažkové, a to skoro výlučně ve formě škrobu; podíl jednoduchých lehkou rozpustných cukrů je nepatrný. Obsah hrubého proteinu je 6-7krát nižší než obsah škrobu. Biologická hodnota bílkovin je v průměru nízká. Obsah vlákniny je v obilninách nízký, s výjimkou ovesa, u kterého je vyšší obsah vlákniny dán přítomností pluch. Oves a kukuřice se vyznačují vysokým obsahem tuku. Zrna obilnin patří ke krmivům, která jsou nejchudobnější na minerální látky. Nízký je zejména obsah vápníku. Výjimku tvoří jen vysoký obsah fosforu. Obilniny obsahují dostatek vitamínu B a E. Ostatní vitamíny jsou zastoupeny pouze v nepatrných množstvích (ZELENKA, 1987).

V současné době dosahuje zastoupení obilovin v krmných směsích 80 - 90% a z celkové produkce obilovin se ke krmným účelům používají dvě třetiny. Obiloviny jsou obecně považovány za donory energie, ale při vysoké ceně bílkovinných komponentů se hledí i na jejich bílkovinnou složku. Ta může při výše uvedeném podílu obilovin v krmných směsích představovat pokrytí 60 - 70% celkového množství dusíkatých látek. Pak je pro krmnou

hodnotu použité směsi důležitá i nutriční hodnota dusíkatých látek. Z toho zcela zřetelně vyplývají požadavky na jakost krmného obilí.

Rozhodující význam obilí v krmné dávce leží v přínosu energie dané obsahem sacharidů. Nutriční hodnotu představuje bílkovinná složka obilního zrna. Samotný obsah bílkovin bez znalosti jejich aminokyselinového složení ještě nic neřeší. Obilovinám chybějí některé esenciální aminokyseliny, hlavně lyzin, ale i obsah ostatních aminokyselin je nevyvážený.

Bílkovinný komplex zrna je velmi heterogenní, složený z více frakcí. Klasické dělení je podle rozpustnosti. K rozpustným počítáme *albuminy* a *globuliny* a k nerozpustným *gliadiny* (*prolaminy*) a *gluteniny*, což jsou lepkové frakce. V poslední době se třídí podle funkčního významu na protoplazmatické a zásobní bílkoviny. Ty se dále dělí na katalytické a konstituční. ***Albuminy a globuliny*** patří do skupiny katalytických bílkovin a jsou součástí enzymů, enzymatických inhibitorů a mají tedy funkci metabolickou a strukturální. Z hlediska nutriční hodnoty se v pšenici **pro krmné účely tyto frakce nejvíce cení**. Jejich obsah je ve velké míře podmíněn geneticky, je tedy odrůdovou vlastností, a poměrně málo ovlivnitelný podmínkami pěstování a agrotechnikou.

Zásobní bílkoviny tvoří frakce ***prolaminů*** (u pšenice gliadinů, u ječmene hordeinů) a ***gluteninů***. Ty jsou **z hlediska krmné hodnoty nežádoucí (nejméně žádoucí)**, naopak u potravinářské pšenice jsou velmi žádoucí. Tyto bílkovinné frakce jsou nerozpustné a u monogastričních zvířat mnohdy procházejí zažívacím traktem bez užitku v podobě shluků a u drůbeže zalepují zobák a řitní otvor. Vyznačují se vysokým obsahem kyseliny glutamové a prolinu. Limitující aminokyselinou je lyzin.

Pro zvýšení nutriční hodnoty zrna obilovin má rozhodující význam obsah albuminů a globulinů, z důvodu vyššího obsahu lyzinu. Tritikále má oproti pšenici a ječmenu vyšší obsah albuminové a globulinové frakce, viz **tabulka č.5**.

Tabulka 5. Relativní obsah jednotlivých frakcí bílkovin v % u ječmene, tritikále a pšenice (podle ČERESŇÁKOVÉ 1991, uvádí NĚMEC, PETR 1996).

Frakce	Ječmen	Tritikále	Pšenice
Albuminy	8,9	17,1	12,7
Globuliny	3,2	12,7	9,9
Prolaminy	49,3	40,8	49,7
Gluteniny	27,1	18,4	20,1
Zbytky	1,4	10,9	7,6

Z toho, co dosud víme o nutriční hodnotě bílkovin, by bylo při šlechtění krmných odrůd pšenice třeba snížit obsah prolaminů a gluteninů a zvýšit obsah albuminů a globulinů.

Zvyšovat obecně obsah dusíkatých látek, například hnojením, předplodinou a jinými agrotechnickými zásahy, nemá zvláštní význam pro zlepšení nutriční hodnoty, neboť se zvyšuje jen obsah prolaminové a gluteninové frakce a nikoliv žádané skupiny albuminů a globulinů, jejichž obsah je vysloveně odrůdovou vlastností.

To dokázala ve své práci BOJŇANSKÁ (1993), která sledovala vliv hnojení NPK na obsah jednotlivých frakcí bílkovin. Zjistila, že hnojení ovlivňovalo jen frakci gliadinů a nerozpustného zbytku, ale neovlivňovalo albuminy, globuliny a gluteniny. Uvádí ovšem, že na obsah těchto frakcí měly vliv podmínky ročníku.

Krmné obilí je samostatný užitkový směr stejného významu, jako je jakost mlynářská a pekařská u pšenice a sladařská u ječmene. Vyplývá to z požadavku na rentabilní výkrm hospodářských zvířat (NĚMEC, PETR, 1996).

PŠENICE

Bezpluché pšeničné obilky se velmi dobře zpracovávají. Výtěžky lihu u pšenice s objemovou hmotností 75 až 80 kg a škrobnatostí 67 % jsou asi 390 litrů na tunu sušiny. Při zcukřování pšeničného škrobu nelze počítat s účinkem vlastních enzymů, což vyžaduje adekvátně zvýšené dávkování obchodních enzymových preparátů. V moderních provozech, kde bylo

paření suroviny nahrazeno mletím, je pšenice velmi vhodnou surovinou. Jsou tam upřednostněny partie s moučnatým endospermem proti sklovitému.

Pšenice je v našich podmínkách jednou z hlavních krmných obilovin, v krmné dávce zvířat obvykle uhrazuje velkou část dusíkatých látek a energie. Ve srovnání s ostatními obilovinami má pšenice vyšší obsah dusíkatých látek. Vyznačuje se dobrými dietetickými vlastnostmi. Ve výživě zvířat má obecné použití – pro všechny druhy a kategorie hospodářských zvířat i v poměrně vysokých podílech v krmné dávce, případně jako jediná zrnina. Jen u prasat a drůbeže je vhodné vzhledem k obsahu lepku ji kombinovat s kukuřicí (u drůbeže), nebo (pro prasata) s ječmenem (ZELENKA, 1987).

Z hlediska objemu vypěstovaných obilovin v České republice zaujímá pšenice první místo, viz. **tabulka č.6.**

Tabulka 6. Statistické údaje o slizni obilovin 1998 – Český statistický úřad

Plodina	plocha v ha	výnos v t/ha	sklizeň v t
Pšenice ozimá	847 900	4,29	3 637 835
Pšenice jarní	64 400	3,21	206 906
Pšenice celkem	912 301	4,21	3 844 741
Žito	71 861	3,63	261 167
Ječmen ozimý	186 196	3,90	725 412
Ječmen jarní	391 498	3,49	1 367 690
Ječmen celkem	577 694	3,62	2 093 101
Oves	57 688	3,11	179 671
Tritikále	20 308	3,90	79 137
Kukuřice na zrno	32 907	6,09	200 562
Ostatní obiloviny	5 526	1,91	10 541
Obilí celkem	1 678 285	3,97	6 668 920

Z hlediska spotřeby pro lidskou výživu je v rámci ČR zapotřebí pouze 1,2 milionu tun vysoce kvalitní potravinářské pšenice pro pekárenské, pečivářenské a těstářenské zpracování (HUBÍK, TICHÝ, 1999).

ŽITO

Nejpoužívanější obilovinou pro výrobu lihu se stalo žito. Při výrobě lihu je ceněno pro nízký obsah vlákniny (2-3 %). Šarže žita s objemovou hmotností asi 74 kg představují obsah škrobu asi 58 % a velice dobrý výtěžek 370 litrů lihu na tunu sušiny. Žádoucí je nižší obsah bílkovin, který kolísá od 9 do 12 %. Škrob žita se velice dobře zcukřuje, čemuž napomáhá aktivita vlastních amylolytických a proteolytických enzymů. Problémem při zpracování žita bývá vyšší viskozita, jež je způsobena obsahem pentozanů (slizovitých látek). Lih vyrobený z žita má také výborné chuťové vlastnosti. V minulosti se luh ze žita používal celkem úspěšně na výrobu konzumního alkoholu (tzv. Prostějovská starorežná).

TRITIKÁLE

Tritikále, kříženec pšenice a žita, je známo již více než 100 let, plodného křížence poprvé získal v roce 1888 německý šlechtitel W. Rimpau. První odrůdou tritikále byla odrůda Rosner vyšlechtěná v Kanadě v roce 1969. V 70. letech nastal rozmach jeho šlechtění a pěstování i v Evropě a to zejména v Polsku (HRUBÝ, BADALÍKOVÁ, PELIKÁN, 1997).

Tento kříženec žita a pšenice zachovává důležité lihovarské vlastnosti žita. Zvýšená aktivita amylolytických a proteolytických enzymů umožňuje snížení spotřeby obchodních enzymových preparátů až o 50 %. Současně pěstované odrůdy tritikále navíc vykazují obsah škrobu 64 až 68 % (ŠIMUNEK, 1996). To je více než u klasických odrůd žita. Laboratorní zcukřovací procesy také poukázaly na lepší odbouratelnost tritikálového škrobu například v porovnání s druhým rodičem, tj. pšenicí. Proto bude tritikále silně konkurovat žitu a bude lihovarnicky žádáno. Výtěžky z tritikále o objemové hmotnosti 72 kg a obsahu škrobu 65 % dosahují 390 litrů na tunu sušiny.

Krmná hodnota tritikále je dobrá . V obsahu živin při pěstování ve srovnatelných podmínkách vykazuje tritikále ve srovnání s pšenicí a ječmenem:

- stejný obsah vlákniny s mírně lepší stravitelností,
- zpravidla mírně vyšší obsah bílkovin,
- výrazně vyšší obsah bílkovin proti ječmeni (cca 2%),
- nad všemi krmnými hodnotami vyniká v obsahu fosforu.

Obilní složka diety by mohla být podle skupin zvířat pokryta ze 40 až 60 % touto ekonomicky výhodnou plodinou.

Ostatní údaje o tritikále ve srovnání s vybranými obilovinami viz. **tabulka č.7.**
(MEDUNA, POCHOBRADSKÁ, 1999).

Tabulka 7. Obsah živin a minerál.látek (obsah v 1 kg krmiva při 12 % vlhkosti)

Druh	Tuk (g)	NL (g)	Škrob. jednot ky	ME (MJ)	Vápník (g)	Fosfor (g)	Lyzin (g)	Met+Cy s (g)
Oves	102	110	0,617	11,3	1,1	3,0	4,3	4,1
Ječmen	60	105	0,696	12,4	0,8	3,4	3,7	3,6
Žito	25	98	0,724	13,3	0,8	2,9	3,7	3,2
Pšenice	26	119	0,761	13,8	0,8	3,2	3,2	4,3
Tritikále	26	139	0,765	13,7	0,5	4,8	4,8	5,3

Při využití tritikále je obecně preferována krmná hodnota a v tomto směru je tritikále zařazováno do skupiny krmných obilnin. Obsah bílkovin kolísá v širokém rozmezí 11 - 21 %, podle podmínek prostředí. Polské prameny uvádějí průměr 12,5 %, který je vyšší než dosahují kontrolní odrůdy pšenice a žita. Významnější než množství je vysoká biologická hodnota bílkovin, daná dvojnásobným podílem rozpustných bílkovinných frakcí oproti pšenici, takže celkový obsah esenciálních aminokyselin v tritikále je vyšší než u pšenice a žita. Na druhé straně uplatňují se některé antinutriční faktory a inhibitory trypsinu, které využití bílkovin a krmnou hodnotu tritikále snižují.

Přestože je tritikále kříženec žita a pšenice, neprokázalo se, že jeho mouka bude vhodnou surovinou pro výrobu chleba, který se např. u nás vyrábí ze směsi pšeničné a žitné mouky v poměru 1:1. Z mlynářského pohledu má mouka z tritikále výrazně vyšší obsah popelu, což nepříznivě ovlivňuje její barvu, a dosahuje se rovněž nižší výtěžnosti mouky, což je způsobeno morfologickými anomáliemi zrna. Povrch zrna tritikále je drsný, zvrásněný, vyskytují se prázdné prostory mezi perikarpem a endospermem a zvlněná vrstva aleuronových buněk zasahuje místy do endospermu, což způsobuje potíže při zpracování zrna

v mlýnské čistírně. Struktura zrna je volnější, takže tritikále má oproti pšenici menší tvrdost, což je při krupicovém mletí nevýhoda. Z uvedených důvodů není dosud vypracován standardní mlecí postup pro tritikále. Zlepšení mlecích výsledků lze podle některých poznatků docílit např. společným mletím s pšenicí.

Při hodnocení pekařské jakosti tritikále se hlavní kritéria ukázala jako značně variabilní a vesměs nízké úrovně. Jako hlavní nedostatek je označována vysoká enzymatická zejména amylolytická aktivita a silná lepivost těsta.

Charakteristika těsta je odvislá od množství a zejména vlastností bílkovin. Tritikále obsahuje oproti pšenici větší podíl disperzních bílkovin, kromě toho jsou lepkové bílkoviny obklopeny slizovitými neškrobovými polysacharidy (pentozany), které znesnadňují utváření lepkové kostry. Z toho důvodu je vypírání lepku při jeho stanovení obtížné a jeho obsah je rozdílný. U některých odrůd nejde lepek vůbec vyprat, na druhé straně u polské odrůdy Dagro jsou uváděny hodnoty přes 30 %.

Při výrobě chleba se doporučuje použít mouku z tritikále jen jako částečnou náhradu žita, zejména pokud žito vykazuje nízké hodnoty amylografické, jako posílení cukrotravné schopnosti mouky. U nás je tritikále v současné době pro výrobu chleba neperspektivní, je však reálné jeho použití do celozrnných výrobků jako zdroj nutričně hodnotných látek.

V oblasti lidské výživy je tedy tritikále oceňováno jako surovina k výrobě speciálních výrobků v rámci racionální výživy, pro rozšíření spektra obilovin jako zdroje vlákniny, existují technologie na výrobu těstovin, sucharů, tyčinek a jiných trvanlivých výrobků.

Vysoká enzymatická aktivita tritikále naznačuje možnosti jeho použití při výrobě piva a zejména jako suroviny při výrobě etanolu. Již první pokusy v 70. letech ukázaly na blízké hodnoty sladu tritikále a ječmene. Vysoká diastatická mohutnost tritikále umožňuje docílit hluboké rozluštění i vysoký obsah extraktu a současně krátká doba máčení jsou dobrým předpokladem pro průmyslové využití k výrobě sladu. Nevýhodou je však nízká klíčivá energie a vyšší obsah bílkovin i značný obsah pentozanů, což dává sladiny s vysokou viskozitou, projevující se delším stékáním, jež přináší problémy při filtraci piva, nevyhovující je i vysoká barva sladiny. Reálné je použití sladu tritikále jako částečné náhrady ječného sladu (surogace).

Snad největší možnost využití tritikále je při výrobě lihu (HRUBÝ, BADALÍKOVÁ, PELIKÁN, 1997).

JEČMEN

Na líh se zpracovává velmi zřídka. Ječné pluchy způsobují při nedostatečném promíchání ucpání potrubí destilačního aparátu a jsou navíc snadným zdrojem infekce. Pro alternativní výrobu lihu by byly nejvhodnější partie s vyšší objemovou hmotností a nízkým obsahem dusíkatých látek. V severských zemích a v Anglii jsou povoleny odrůdy, u kterých je 40 % veškerého škrobu tvořeno snadno zcukřitelnou amylázou. U našich odrůd ječmene je tento podíl 25 až 27 %. Při výnosovém potenciálu ječmene by tato vlastnost mohla přispět ke zvýšení jeho atraktivnosti pro lihovarské využití.

OVES

Tato obilovina se zpracovává na líh jen velmi zřídka. Obsahuje totiž 23 až 35 % pluch, které způsobují podobné problémy jako v případě ječmene. Obsah škrobu je nízký, zhruba 52 % a to z ovsu dělá poměrně neperspektivní obilí pro výrobu biolihu.

KUKUŘICE

Jde o hlavní surovinu pro výrobu lihu v USA a některých jihoamerických státech. Pro tento účel lze používat všechny druhy kukuřice. Obsah škrobu se pohybuje v rozmezí 65-70 % a výtěžky alkoholu dosahují až 400 litrů na tunu sušiny. Pětiprocentní obsah tuku v zrna kukuřice zajišťuje nízkou pěnivost při kvašení. Navíc tento tuk zvyšuje krmnou hodnotu výpalků. Výhodně se dá k výrobě lihu používat i kukuřice silážovaná. **Kukuřice je z celosvětového pohledu nejčastěji používanou rostlinou pro výrobu bioetanolu**

Kukuřice na zrno se pěstuje jen v jižních oblastech ČR, a proto její podíl pro lihovarské využití bude poměrně nízký. Ze stejného důvodu pravděpodobně nedojde k využití čiroku zrnového a prosa.

CUKROVÁ ŘEPA

V současné době je v České republice spuštěn jeden lihovar, který využívá produkty z cukrové řepy na výrobu biolihu. V minulosti se na výrobu lihu používal také odpadní produkt z výroby cukru a tím byla melasa. Zavedením odcukřovacích technologií do výroby melasy, však tato původní technologie se stala méně efektivní a velké lihovary, které byly na tuto technologii zavedeny, byly nuceny od výroby lihu z melasy ustoupit. Cukrová řepa v souvislosti s novou cukernou politikou v EU hledá svoje místo v českém zemědělství. Výroba biolihu by jí dala nový směr a možnosti

BRAMBORY

Tato plodina se pro výrobu lihu používá víc jak 100 let, avšak jejím problémem je vysoká pracnost a také vysoké fixní náklady na jeden ha. V letech, kdy je dostatek srážek je výroba lihovarských brambor velmi úspěšná, avšak v letech suchých pak je to poměrně problematická surovina. Protože tyto lihovary jsou umístěny na Vysočině, jejich efektivnost je závislá na ceně suroviny (lihovarské a škrobářské brambory) a ta odvisí od výnosu a od odrůdy.

ZÁVĚRY K SUROVINÁM PRO VÝROBU LIHU

Pravděpodobně velmi významné zdroje budou kukuřice, pšenice, tritikále a žito. Lokálně lze uvažovat také o okopaninách , především o cukrovce. Zavedení biolihu umožní současné řešení několika problémů. Těmito problémy jsou:

1. Agrární problém přebytku zemědělské půdy, především v marginálních oblastech a s tím související ekologie krajiny a sociální otázky venkova, která nabývá v současné situaci vážné krize v zemědělství na aktuálnosti.
2. Snížení škodlivých emisí ve výfukových zplodinách bezkatalyzátorových motorů v ČR zatím masivně používaných vozidel, vyžadujících olovnaté benzíny jako palivo, pomocí přídavku etanolu produkovaného z obilovin nebo jeho organických derivátů (ETBE – etylterciátbutyléteru).
3. Snížení dovozu ropy a tím závislosti na politicky rizikových oblastech producentů ropy, současně snížení pasivního salda zahraničního obchodu.

Při výběru jednotlivých odrůd je určujícím parametrem výtěžnosti etanolu množství zkvasitelných cukrů. U obilovin je dominujícím polysacharidem zrna škrob. Ten je ve ztekuceném stavu působením syntetického amylázového komplexu převáděn na zkvasitelné cukry. Jeho obsah je hlavním parametrem při výběru obiloviny a odrůdové skladby. Obsah tohoto polysacharidu musí být u genotypu obiloviny vhodného pro výrobu etanolu vyšší než 65 % v sušině. Při porovnání obsahu škrobu v zrně, z pohledu výše uvedeného argumentu, u odrůd z povoleného sortimentu ozimých obilovin jsme zjistili, že velmi příznivé obsahy škrobu v zrně pro výrobu etanolu vykazovalo tritikále a ozimá pšenice.

Nedílnou součástí chemického složení zrna jsou bílkoviny. Na rozdíl od obilovin určených pro potravinářské a krmné využití je požadován při výběru obiloviny a odrůdové skladby jejich nízký obsah (negativní korelační vztah s obsahem škrobu v zrně pšenice a tritikále) i přes následné využití destilačních výpalků jako krmiva s podstatně zvýšenou nutriční hodnotou z pohledu obsahu esenciálních aminokyselin (TICHÝ, HUBÍK, 1998).

Pro „etanolový program“ připadají v úvahu již uvedené odrůdy ozimé pšenice a tritikále. Co se týká tritikále – zde se příznivě uplatňuje vysoká amylolytická aktivita zejména alfa-amylasy, která je rozhodující při zcukřování škrobu. Při dnes převládajícím „studeném“ způsobu zcukřování pomocí bakteriálních enzymů (vesměs dovozových) je zpracování tritikále výhodné i ekonomicky, a co se týče lihových výtěžků, podle našich výsledků se tritikále plně vyrovná nejvhodnější surovině pro výrobu lihu, jíž je žito. Tritikále lze tedy označit jako perspektivní surovinu pro výrobu lihu, což má velký význam v souvislosti s restrukturalizací našeho lihovarnictví a také vzhledem k uvažovanému 5 - 10 % přídavku etanolu do benzínu (HRUBÝ, BADALÍKOVÁ, PELIKÁN, 1997).

Z agroekologického pohledu výroba etanolu z obilovin také umožní rajonizaci pěstování z hlediska užití produkce, což se jeví také nezanedbatelným přínosem. Pěstování potravinářských obilovin, tj. především potravinářské pšenice a sladovnického ječmene, bude orientováno do oblastí, které zaručují vysokou technologickou jakost dané komodity a jen v množství, které je nutné pro následující potravinářské zpracování. V ostatních oblastech, tedy v tomto případě podhorských od 300 m nad mořem do výšky 600 m nad mořem, je nutné pěstovat obilovinu pro krmné, pečivářské a technické využití, tedy i pro výrobu etanolu. Tato rajonizace pěstování pšenice ozimé umožní ekonomicky výhodnou specializaci výroby. Lze konstatovat, že i v České republice lze v budoucnosti počítat se vzrůstající nadvýrobou obilovin. Tuto nadvýrobu se nepodaří zmenšit pomocí státních dotací směřovaných do útlumových programů jako je zalesňování, zatravňování či ponechání půdy ladem. Tato cesta vede k omezování zemědělské výroby spojené se sociálním a ekologickým rizikem. Možným východiskem z tohoto spletitého problému, který se jeví jako aktuální v řadě vyspělých zemí, je pěstování obilovin pro technické využití, především pro výrobu etanolu a jeho následné využití v pohonných hmotách pro spalovací motory (TICHÝ, HUBÍK, 1998).

Nejpalčivějším problémem, který může ohrozit celý „etanolový program“, se jeví absolutní absence finanční motivace pěstování nepotravinářských pšenic v přechodných výrobních oblastech (HUBÍK, TICHÝ, 1999).

5. LIHOVARSKÉ VÝPALKY

Příklad zpracování 1 tuny kukuřice:

Produkce z 1000 kg kukuřice

Ethanol	402 litrů
DDGS = suché výpalky	322 kg
CO ₂	321 kg

Složení výpalků z kukuřice

		Výpalky				
		Kukuřice	Výpalky	Výpalky	Výpalky	Sojový
		zrno	tuhá	tekutá	tekutá	extrahovaný
			frakce	frakce	frakce	šrot
N-látky	g/kg	100	295	298	296	480
Vláknina	g/kg	22	128	42	90	59
Tuk	g/kg	35	80	90	84	13
Vápník	g/kg	0,2	1	3	1,5	3
Fosfor	g/kg	2,6	7	14	7,8	7
NEL	MJ/kg	0,20	1,00	3,00	1,50	3,00
Lysin	g/kg	2,5	8,6	12,5	9,8	31,2

V tabulce uvedené výše uvádíme typické složení jednotlivých frakcí získaných při výrobě alkoholu a současně v této tabulce uvádíme složení původního zdroje (zrno kukuřice) a pro porovnání složení bílkovinného zdroje a tím je sójový extrahovaný šrot.

Charakteristika lihovarských výpalků

Výpalky lihovarské – zbytek po oddestilování lihu z lihovarských zápar.

Výpalky – ze zpracování škrobnatých surovin na lých (brambory, obilí apod.) se používají pro svou biologickou hodnotu především ke krmení a k výrobě krmiv. Lihovarské výpalky se zkrmují převážně čerstvé a jen někdy i sušené. (GRÉGR, MOTYČKA, 1989).

Je to řídká tekutina s viditelnými jemnými až hrubšími částicemi. Barva je závislá na použité surovině, pach typický výpalkový po zpracované surovině. Jsou to nevydestilované zbytky prokvašených zápar nebo kvasů škrobnatých a cukernatých surovin po destilaci. Podle použitých surovin k výrobě jsou výpalky bramborové, melasové, obilní (ječné, kukuřičné, ovesné, pšeničné, rýžové, žitné), ovocné, ze zadních a odpadních škrobů a z odpadů cukrovinkářské výroby, dextroveru a výroby bramborových poživatin.

V průměru obsahují výpalky: 92 - 96 % vody, 0,6 - 1,2 % SNL, 1,9 - 3,1 ŠJ (KODEŠ, 1989).

Po výrobě lihu zbývají výpalky bramborové, obilní, cukrovkové a melasové. Ze 100 kg brambor se získá asi 150 kg výpalků, ze 100 kg obilí asi 400 kg výpalků.

Výpalky jsou velmi vodnaté krmivo obsahující jen asi 4 - 6 % sušiny. Zůstává v nich zachována značná část organických živin z původní suroviny až na bezdusíkaté látky výtažkové, které byly zkvašeny. Dusíkaté látky mají vysokou biologickou hodnotu, protože v nich zůstává část kvasinek. Jsou chudé na vápník. Stravitelnost organických živin je průměrná. Největší hodnotu mají obilní výpalky, nižší bramborové, podřadné jsou řepné. Snadno se kazí, a proto se mají zkrmovat čerstvé a teplé. Protože jsou chutné, lze jimi polévat krmiva ve žlabech nebo podávat jako nápoj. Působí příznivě na produkci mléka i hmotnostní přírůstky skotu. Zkrmují se především skotu ve výkrmu a dojnícím. Nejsou vhodné pro plemence, mladý chovný skot, jehňata a prasata.

Použití výpalků ve výživě hospodářských zvířat je omezené a možnosti využití záleží především na vzdálenosti od lihovaru, protože se musejí denně dovážet čerstvé. Sušení je velmi nákladné. Prostřednictvím mikroorganismů lze z nich vyrábět kvalitní krmiva (KOVÁČ, 1989).

Výpalky jsou zbytkem zápary zbavené lihu a jako takové obsahují všechny netěkavé složky zápary. Množství a jakost výpalků značně kolísá a je závislá na složení použité suroviny, zejména na poměru látek lihotvorných k ostatní sušině. Dále závisí na dokonalosti

výrobního postupu, zejména na upaření a zcukření díla, na množství sladu a druhu použitého destilačního aparátu. Čím je technologický postup dokonalejší, tím je jejich jakost horší. V průměru se počítá u kontinuálního destilačního aparátu jednokolonového 110 – 120 litrů a u dvoukolonového 100 litrů ze 100 kg zpracovaných brambor; 350 – 400 litrů ze 100 kg obilovin.

Nejdůležitější složkou výpalků jsou dusíkaté látky. Ačkoliv v bramborách jsou amidy a bílkoviny téměř v rovnováze, ve výpalcích jsou bílkoviny v převaze nad amidy, neboť asi 1/3 amidové substance se změnila na kvasničnou bílkovinu. K jejich výživné hodnotě přispívá také vysoký obsah vitamínů, zejména skupiny B, enzymů a růstových látek, které kvasinky syntetizovaly (PELIKÁN, DUDÁŠ, MÍŠA, 1996).

U čerstvých lihovarských výpalků kolísá vláknina od 0,8 – 1,2 %, u výpalků sušených od 10 – 16 %. Výpalky jsou vesměs chudé na vápník, neboť se touto vlastností vyznačuje i surovina (brambory, obilí, melasa). Výpalky bramborové a melasové jsou bohaté na draslík. Lihovarské výpalky mají vynikající zchutňovací vlastnosti, a proto se hodí při zkrmování balastních krmiv (sláma, plevy apod.). Současně s nimi musíme zajistit v krmné dávce dostatek minerálních krmných přísad. Sušené lihovarské výpalky jsou typickým jadřným krmivem s vysokým obsahem dusíkatých látek, z nichž značnou část tvoří amidy. Ke krmení se pro vysoký obsah draselných solí téměř nehodí samotné výpalky melasové, které se proto uplatňují jen ve směsi s bramborovými (Anonym, 1971).

VÝPALKY

Podle dnešního poznání můžeme výpalky rozdělit na dva druhy podle principu jak se získávají :

- 1) Výpalky klasické (k výrobě použito klasických kvasinek) – někdy označované jako **WDG** (wet distillery grain). V případě, že se výpalky konzervují silážováním jsou označovány jako **EWDG** (ensiled wet distillery grain)
- 2) Výpalky nového typu (k výrobě bylo využito enzymů) – tento typ někdy je označován anglickou zkratkou **DDG**. (dry distillery grain)
- 3) Pokud se výpalky suší spolu s tekutou frakcí (solubles) používá se zkratka **DDGS** (dry distillery grain with solubles) Pokud se používá nových termostabilních enzymů tak tyto

výpalky mají často název **NDDGS** (new dry distillery grain with solubles) a nebo pokud se jedná o novou enzymatickou výrobu, kde pro výrobu enzymů nebylo použito GM organismů, označují se někdy jako „**koji**“.

4) Dalším problémem ve výrobě alkoholu jsou dnešní nové technologie. V těchto nových technologiích se hmota nevypaluje pouze 1 x ale 3- 4x (přepalování). To prakticky znamená, že výpalky vstupují do procesu vícekrát a tím se vytěží z původní hmoty větší množství alkoholu, ale současně se sníží i kvalita výpalků. V našich pokusech pokud jsme použili vypalování hmoty 1x a označili kvalitu výpalků jako 100% (měřeno růstem laboratorních potkanů) tak z každým přepalováním klesala kvalita výpalků a při 4 násobném přepálení byla jejich kvalita asi 63% v porovnání s výpalky 1x přepalovanými.

Nyní, když se DDGS staly běžně dostupné, rozšiřují se vědomosti získané o nutričních vlastnostech těchto produktů (ZIGGERS, 2007). Z praktického pohledu se řeší mnoho otázek ohledně využití DDGS ve výživě zvířat. Dnes je vhodné aktualizovat informace o využití vedlejších produktů z produkce biopaliv ve výživě prasat, drůbeže a skotu.

Primární vedlejší produkt z výroby etanolu jsou DDGS. Kukuřice je fermentována a alkohol je získáván destilací. Během fermentačního procesu je většina škrobu z kukuřice přeměněna na alkohol a oxid uhličitý a zbývající živiny z kukuřice jsou koncentrovány ve vedlejším produktu DDGS. Tyto sušené výpalky z nových etanolových závodů mají nové živinové složení oproti tradičním lihovarům. Výsledky ukazují, že DDGS mají stejnou sušinu a obsah energie jako kukuřičné zrno a že většina ostatních živin v DDGS je 2,5 až 3 krát koncentrovanější než v zrně.

Riziko z kontaminace mykotoxiny u “new generation” DDGS je velmi nízké, protože špatná kvalita kukuřice = špatná (nízká) produkce etanolu. Kukuřice na etanol je produkována lokálně a měla by být ošetřena proti plísním a pak má obvykle malé množství mykotoxinů.

Stanovit obsah mykotoxinů ve vzorcích se musí tenkovrstvou chromatografií (TLC) nebo HPLC. ELISA a jiné metody dávají falešné pozitivní výsledky.

Variabilita

Hlavní zájem týkající se využití DDGS jako krmiva pro zvířata je často zaměřen na variabilitu živinových a fyzikálních vlastností a také na kvalitu produktu a doporučení pro začlenění do krmných směsí.

Několik studií ukázalo, že existuje variabilita ve složení a kvalitě DDGS, nicméně je známo, jestliže existuje rozdíl mezi zdroji a výrobci, produkty jsou relativně stálé, pokud pocházejí z jednoho zdroje.

Kvalita hodnocená pomocí stravitelnosti aminokyselin zvláště lyzinu je také variabilní. Hodnoty skutečné stravitelnosti lyzinu (zjištěné u kuřat bez slepého střeva) byly v průměru okolo 70 %, ale některé individuální vzorky vykazovaly velmi nízkou stravitelnost.

Rovněž byly hodnoceny úrovně skutečně metabolizovatelné energie (korigované na dusík, MEd). Autoři sestavili (FASTINGER aj. 1998) předpovědní rovnici pro MEd založenou na tuku, vláknině, bílkovině a obsahu popelovin, ale rovnice vykazovala nízké procento variace ($R \times R$). FASTINGER aj. (1998) stanovili ME_N (v rozmezí od 10,40 do 12,62 MJ/kg (průměrně 12,02 MJ/kg). Také zjistili, že vzorky s nejnižší hodnotou energie mají nejhorší stravitelnost aminokyselin.

Přídavek rozpustných látek

Různé rozpustné látky přidané do vlhkých zrn před sušením mohou ovlivnit nutriční složení suchého produktu a možná mění dynamiku procesu sušení, a tak ovlivňují kvalitu produktu. Vyzkoušení efektu přídavku rozpustných látek bylo provedeno ve spolupráci s lihovarem v Minnesotě.

Dávky kukuřičných výpalků byly produkovány s přídavkem různých množství rozpustných látek přidaných do mokrého zrna (kaše). Bylo přidáváno 0, 30, 60 a 100 % maximálně možného přídavku sirupu do kaše. Rozdílné kombinace kaše a sirupu byly sušeny v lihovaru. Z každé výroby byl brán vzorek a byl chemicky analyzován.

Stravitelné aminokyseliny byly určeny u kuřat s odstraněným slepým střevem a MEd u mladých krůt. Fyzikální atributy byly ovlivněny částečně velikostí částic a barvou sušeného produktu.

S přídavkem rozpustných látek obsah tuku a popelovin roste společně s růstem obsahu MEd. Obsah minerálních látek, zvláště hořčíku, fosforu, draslíku, chloridů a síry rostou tak jak se zvyšuje hladina rozpustných látek. Obsah bílkovin a aminokyselin vykazovaly velmi malé změny v různých produktech.

Koeficient skutečné stravitelnosti esenciálních aminokyselin má tendenci být negativně korelován s přidavkem rozpustných látek. Výsledky indikují, že přidavek rozpustných látek má největší efekt na velikost částic, barvu, obsah tuku (a tím ME_d) a minerálních látek.

6. SLOŽENÍ VÝPALKŮ

Následující tabulka ukazuje složení výpalků. Jednak těch, které byly dodány do naší laboratoře (bez rozdílu původu a zdroje) a nebo z nových technologií otevřených v posledních letech po roce 2000 v celém světě.

Výpalky - složení podle laboratoře MZLU V Brně
(průměr ze všech vzorků dodaných do laboratoře)

Živina	Měr. jed.	průměr	min	-	MAX
Sušina	g/kg	890	871	-	924
NL	g/kg	312	285	-	330
Tuk	g/kg	105	88	-	124
Vláknina	g/kg	75	5,4	-	10,8
Popel	g/kg	65	3,1	-	10,5
ME p	MJ/kg	15,9	13,4	-	16,6
Lysin	g/kg	8,8	6,0	-	10,2
Fosfor	g/kg	7,5	4,2	-	9,8

Složení amerických výpalků uvádíme dále. Tyto rozbory pocházejí z laboratoře v Minnesotě a jsou průměrem z deseti lihovarů, které využívají moderní technologii výroby alkoholu z kukuřice.

Porovnání obsahu aminokyselin ve výpalcích (sušina 88%)

	"Nové" DDGS	"Staré" DDGS	DDGS (NRC, 1998)
Lysin, %	0,75 (17,3)	0,47 (26,5)	0,59
Methionin, %	0,63 (13,6)	0,44 (4,5)	0,48
Threonin, %	0,99 (6,4)	0,86 (7,3)	0,89
Tryptophan, %	0,22 (6,7)	0,17 (19,8)	0,24
Valin, %	1,32 (7,2)	1,22 (2,3)	1,23
Arginin, %	1,06 (9,1)	0,81 (18,7)	1,07
Histidin, %	0,67 (7,8)	0,54 (15,2)	0,65
Leucin, %	3,12 (6,4)	2,61 (12,4)	2,43
Isoleucin, %	0,99 (8,7)	0,88 (9,1)	0,98
Phenylalanin, %	1,29 (6,6)	1,12 (8,1)	1,27

V závorce uvedena hodnota rozptylu mezi výrobkami

Staré DDGS = vyrobeny bez enzymů je s kvasinkami

Nové DDGS = vyrobeny s enzymů (tzv BAN a SAN)

Porovnání zdánlivé ileální stravitelnosti aminokyselin z výpalků pro prasata (Sušina 88%)

	"Nové" DDGS	"Staré" DDGS	DDGS (NRC, 1998)
Lysine, %	0,39	0	0,27
Methionine, %	0,28	0,21	0,34
Threonine, %	0,55	0,32	0,49
Tryptophan, %	0,13	0,13	0,12
Valine, %	0,81	0,45	0,77
Arginine, %	0,79	0,53	0,77
Histidine, %	0,45	0,26	0,40
Leucine, %	2,26	1,62	1,85
Isoleucine, %	0,63	0,37	0,64
Phenylalanine, %	0,78	0,60	0,96

Analýza "Nove generace" DDGS (v sušině)

Živina	"New Generation" DDGS
Sušina, g/kg	892
N-látky, g/kg	316
Tuk, g/kg	115
Vláknina, g/kg	62
Popel, g/kg	78
BNLV, g/kg	428
ADF, g/kg	112

Obsah stravitelných aminokyselin pro drůbež
(sušina 88%)

Aminokyselina	Obsah skutečně stravitelných aminokyselin pro drůbež %	Průměr	Koeficient stravitelnosti %	Průměr
Methionin	0,35 – 0,53	0,43	86 - 90	88
Cystin	0,28 – 0,57	0,40	66 - 85	76
Lysin	0,37 – 0,74	0,53	59 - 83	71
Arginin	0,73 – 1,18	0,93	80 - 90	86
Tryptophan	0,14 – 0,21	0,18	76 - 87	82
Threonin	0,61 – 0,92	0,74	67 - 81	75

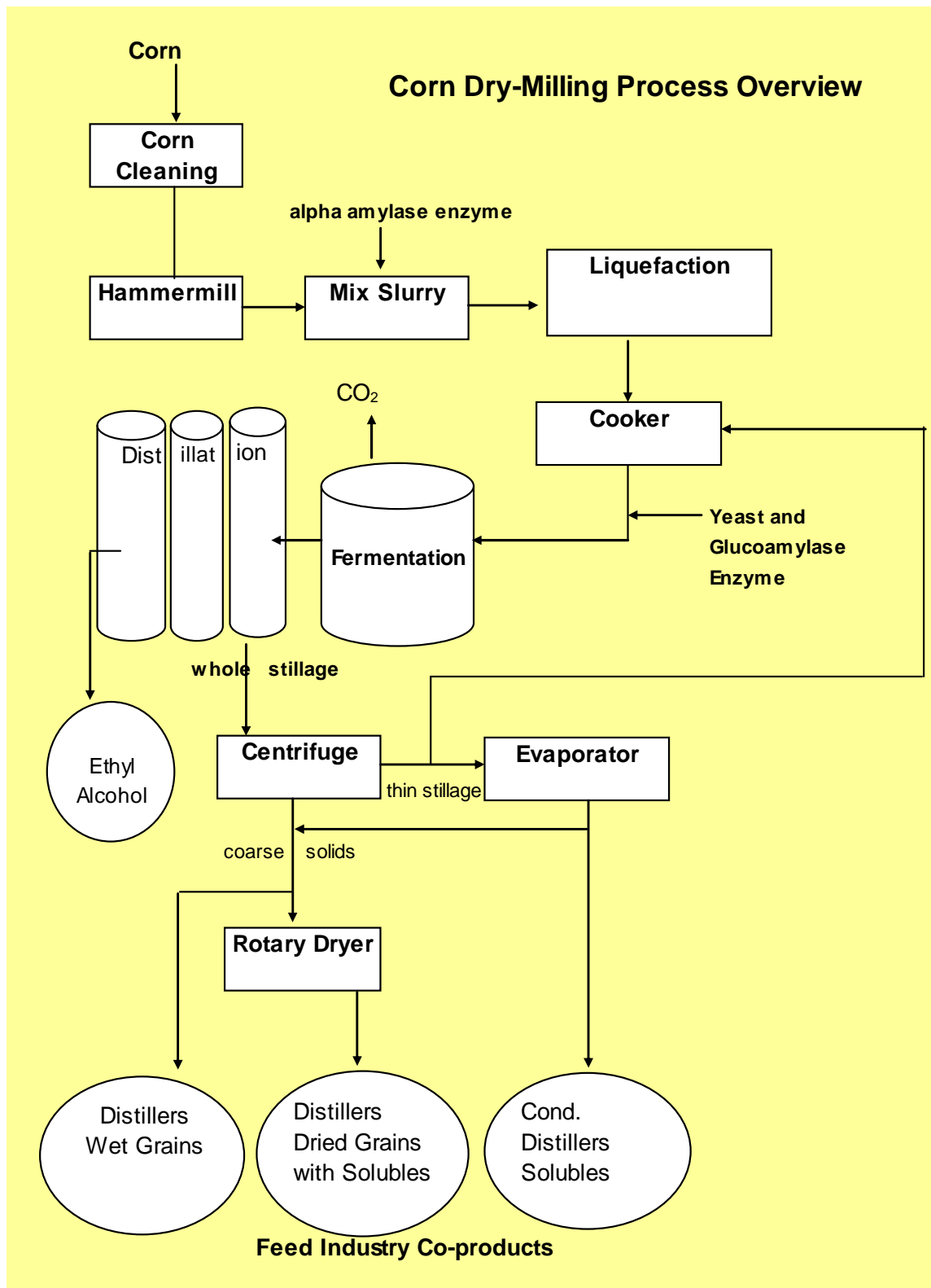
Porovnání obsahu celkového a relativně využitelného fosforu z výpalků
(sušina 88%)

	"New Generation" DDGS	NRC (1994)
Celkový P, g/kg	7,4	7,2
P využitelnost, %	61 rozpětí 54 - 68	54
využitelný P, g/kg	4,5	3,9

zdroj: Lumpkins, Dale, and Batal, 2003, University of Georgia, Abstract

Schéma: Technologický systém zpracování kukuřice (tzv. suchý proces)

Schéma popisuje technologický proces a místa vzniku výpalků. Připomínáme, že nové enzymy použité v nových technologiích jsou termostabilní a umožňují levnější výrobu alkoholu.



7. VYUŽITÍ VÝPALKŮ VE VÝŽIVĚ SKOTU

Při výrobě lihu zůstávají jako zbytek lihovarské výpalky. Jejich sušina při odebrání z lihovarů zřídka přesahuje 5 %. Zkrmují se vlažné a v odpovídajícím množství, jsou velmi dobrým krmivem především pro výkrm skotu. V menších dávkách jsou vhodné též pro dojnice, ovšem v posledním období březosti nutno je z krmných dávek vypustit. Výpalky obsahují všechny původní složky kromě škrobu, který je z největší části při výrobních procesech zcukerněn a pak zkvašen. Obsah dusíkatých látek je zvýšen o podíl, který přichází do zápary v kvasinkách. Vyšší výživnou hodnotu mají výpalky žitné a kukuřičné, které se též uměle suší. Sušené výpalky se zařazují do skupin krmiv obchodních.

Sušené lihovarské výpalky, hlavně výpalky pšeničné, žitné a kukuřičné přicházejí do obchodu pouze zřídka. Jejich hodnota je závislá na původní surovině a na výši teploty a době při jejich vysoušení. Při výživě hospodářských zvířat se využijí v menších množstvích ve směsích jaderných krmiv hlavně při výživě dojnic a rychlovýkrmu mladého skotu (KOUDELA, 1962).

Čerstvé lihovarské výpalky bramborové a obilní jsou základním krmivem pro skot. Při jejich vysokém obsahu vody (90 %) dochází však ke značným ztrátám zkažením. Protože obsahují určité množství kyseliny mléčné (0,4 – 0,5 %) i kyseliny octové, lze je dobře uchovávat, jestliže k nim zamezíme přístup vzduchu.

Výpalky se dříve konzervovaly tím způsobem, že se čerstvé pouštěly potrubím přímo do silážních jam. Řídká, vodnatá část prosakovala do půdy nebo se voda po usazení hustého kalu odčerpávala. Tímto způsobem se jáma postupně naplňovala hustými výpalky. Nakonec se napustila na hustou hmotu čistá voda do výše asi 15 cm. Takto silážované výpalky se dobře konzervovaly, přičemž ztráty nepřesahovaly 15 %.

K zamezení nepříznivých dietetických účinků a přímých ztrát při zkrmování čerstvých výpalků je třeba dodržovat tyto zásady:

- výpalky je nutno zkrmovat ještě teplé a zaručeně čerstvé,
- vychladlé výpalky se velmi rychle infikují mikroorganismy, takže se pak snadno kazí,
- dále je nutné omezit dávky výpalků, zkrmovat je jen dospělým skotem, míchat je se suchými krmivy, např. s řezankou krmné slámy i sena nebo plevami obilnin, luštěnin apod.

Důležitým požadavkem hospodárného využití výpalků je příkrmování zvířat minerálními přísadami, hlavně vápenatými (krmným vápencem), nebo průmyslově vyráběnou minerální krmnou směsí (SCHMIED, 1963)

Nejlevněji se provádí žír skotu pomocí průmyslových zbytků, zejména výpalků.

S výpalky lze dobře zužitkovat i velké dávky slámy, která se spaří a doplní vhodnou dávkou obilní drtě. Jedná-li se o krmení malým množstvím slámy a sena, je nejlepší podávat hrubou píci celou, výpalků se použije jako nápoje. Je nezbytné dbát stálé čistoty krmných nádob, poněvadž výpalky, zejména po vychladnutí, se snadno kazí (KUČERA, 1926).

Při zkrmování silážovaných difúzních řízků a lihovarských výpalků je třeba dodržovat náležitou čistotu žlabů, neboť ve zbytcích těchto krmiv se velmi snadno rozmnožují aerogenní bakterie a plísně, jejichž zárodky se objevují též v mléce (KOUDELA, 1962).

Při krmení (zejména vysokoužitkových zvířat) je třeba zvýšit běžně doporučené dávky minerálních krmiv. Jsou dobrým krmivem pro dojnice a skot ve výkrmu. Dojnicím je možné podávat až 40 litrů denně, skotu ve výkrmu až 50 litrů na kus a den (GRÉGR, MOTYČKA, 1989).

Skotu ve výkrmu a dojnicím je možno zkrmovat až 30 kg výpalků na kus a den (KOVÁČ, 1989).

Čerstvé výpalky jsou vodnatým krmivem (4 – 6 % sušiny), chudým na tuk; kyseliny fosforečné mají dostatek, zato jim téměř schází vápník. Mají přirozeně kyselou reakci, a proto vyžadují krmiva s vyšším obsahem vápníku nebo přísádek plavené křídly. Svým vysokým obsahem stravitelné bílkoviny působí v krmných dávkách v zimě koncentračně. Mají se krmit vždy teplé, neboť představují vyšší energetickou hodnotu a svými chuťovými vlastnostmi podporují lepší využití jinak fádni hrubé píce. Žíru se dává 40 litrů, dojnicím 25 litrů výpalků na den, nejlépe ve třech dávkách. Podle zkušeností se nedoporučuje zkrmovat výpalky březím krávám 2 měsíce před a 4 – 6 týdnů po otelení (PELIKÁN, DUDÁŠ, MÍŠA, 1996).

Vhodné jsou hlavně pro dojnice a výkrm skotu, v dávce asi 10 kg na 100 kg živé hmotnosti. Nedoporučuje se jejich zkrmování vysokobřezím a chovným zvířatům. Melasové výpalky nejsou pro zkrmování vhodné. Nadměrné dávky způsobují průjmy, nadýmání i zmetání. Vzhledem k vysokému obsahu draslíku a velké kyselosti přidává se na 1 litr výpalků 1 g mletého vápence. Nepříznivé dietetické vlastnosti výpalků se eliminují dostatečným přísunem kvalitního sena (KODEŠ, 1989).

Řada zahraničních autorů se zabývala studiem výpalků ve výživě přežvýkavců (zvláště skotu).

LODGE a kol. (1997) v prvním pokuse na 160 kusech ročních býčků v živé hmotnosti cca 327 kg ověřovali hodnotu tekutých prosných výpalků a prosného mláta. Hodnotu kukuřičných výpalků a kukuřičného mláta ověřovali ve druhém pokuse na 16 jehňatech cca 55 kg živé hmotnosti. Mláto použité v krmných směsích prokázalo lepší výsledky než zařazené výpalky a výsledky byly signifikantní s kontrolou založenou na kukuřici.

Na univerzitě v Nebrasce zkoušeli HAM a kol. (1994) vliv tekutých i sušených kukuřičných výpalků jako zdroje proteinu i energie ve výkrmu skotu. Zjistili, že telata krmená výpalky rostla rychleji a měla nižší spotřebu krmiva ($P < 0,05$) než telata krmená tradiční krmnou dávkou, přičemž tekuté výpalky účinkovaly efektivněji než sušené.

GARUDOJI a kol. (1986) sledovali využití melasových výpalků ve výživě skotu. Telata dostávala buď slámu obohacenou močovinou nebo slámu s melasovými výpalky a obě skupiny 2 kg krmné směsi na kus. Pokusná skupina prokázala lepší růstové výsledky, nebyly zjištěny žádné škodlivé účinky. Melasové výpalky by tak mohly být laciným obohacením slámy v krmné dávce.

Energetická hodnota výpalků pro výkrm skotu

Zdroj:	Hladina výpalků v dávce v % ze sušiny	Relativní energetická hodnota ve srovnání s kukuřicí (kukuřice = 100%)
Rouse and Trenkle (1980)	15,0	116,0
Farlin (1981)	25,0	100,0
	50,0	124,0
	75,0	115,0
	14,6	94,0
Hanke et al. (1982a)	10,5	83,0
	24,9	122,0
	43,6	110,0
Risk et al. (1982)	25,0	103,0
	50,0	122,0
Firkins et al. (1985)		
Celkem		109,0

Po zkrmování výpalků byla zaznamenána lepší mléčná užitkovost - SCHINOETE et al. krmili dvě koncentrace (10 a 20%) suchých DGS a vlhkých DGS (WDGS) během 4 týdnů dojnícím. Dále dávka obsahovala 25 % kukuřičné siláže, 25 % vojtěškového sena a 50 % koncentrátu.

Mléčný tuk byl vyšší u dojnic krmných DG než u kontrolní skupiny a měl tendenci být vyšší u krav krmných WDGS než DDGS. Mléčný tuk od dojnic krmných DG, zvláště 20 % DG, byl více nenasycený a obsahoval více cis-9, trans-11 konjugované kyseliny linolové než u dojnic krmných kontrolní dávkou.

Množství mléčné bílkoviny bylo větší u krav krmných DG než u kontrolní skupiny a mělo tendenci být vyšší u krav krmných WDGS než DDGS. Také mělo tendenci být vyšší u dojnic krmných 20 % než 10 % DG.

Močovinný dusík mléka byl stejný u krav krmných DG a kontrolou, ale vyšší u krav krmných WDGS než DDGS. Také měl tendenci být vyšší u dojnic krmných 20 % než 10 % DG.

Také bylo zaznamenáno, že koncentrace bachorového amoniaku byly vyšší u krav krmných WDGS než DDGS.

Krmení DG zvyšuje krmnou efektivitu zvyšováním produkce mléka, bílkovin a tuku, ale s tendencí k poklesu příjmu sušiny.

Byly provedeny pokusy které měly prokázat, zda existují rozdíly v užitkovosti dojnic krmných DDGS pocházejících z různých zdrojů. Opět užitkovost rostla ve srovnání s kontrolou. Pokud použitý zdroj DDGS neovlivnil laktaci, DDGS redukovaly hladiny bachorového amoniaku.

ZÁVĚR – využití výpalků pro skot

Výpalky se v minulosti vždy zkrmovali v čerstvém stavu skotu. Problém byla teplota výpalků v letním období. V této době většina lihovarů přerušovala na dva měsíce práci a sezona se zahajovala až začátkem září. Dnešním problémem je skutečnost, že stavy skotu poklesly tolik, že již nestačí zkonsumovat všechny vyprodukované výpalky. Použití suchých výpalků je možné (až 2kg na dojnici a nebo 1,5 kg na vykrmované zvíře), avšak cena suchých výpalků brání jejich využití.

7. VYUŽITÍ VÝPALKŮ VE VÝŽIVĚ PRASAT

Často je výživáři doporučováno využití více než 20 % DDGS u selat, ve výkrmu a u laktujících prasnic. Směsi u březích prasnic a kanců mohou obsahovat přes 40 % DDGS.

Vědci z Iowa Pork Industry Centre (Iowa State University) doporučují jednoduchou náhradu množství 10 % DDGS v kukuřičně-sójové směsi pro rostoucí prasata 100 kg DDGS a 1,5 kg uhličitanu vápenatého místo 88,5 kg kukuřice, 10 kg sójové moučky (47,5 % NL) a 3 kg dikalcium fosfátu (18,5 % P) na tunu kompletní směsi. Tato náhrada je založena na hodnotách využitelného lyzinu a fosforu.

U DDGS je zjišťována dobrá stravitelnost aminokyselin a fosforu pro prasata. Využitelnost lyzinu je přibližně 53 % a fosforu mezi 86 a 90 %. Využitelnost fosforu v DDGS je mnohem vyšší než z kukuřice (15 %) nebo ze sójové moučky (23 %). Proto je využitelnost lyzinu pro DDGS 0,43 % ($0,82 \cdot 53\%$) a využitelnost fosforu pro DDGS je 0,55 % ($0,64 \cdot 86\%$).

Kvůli vyšší využitelnosti fosforu z diet obsahujících DDGS by užití této ingredience mělo být vyjádřeno na základě využitelnosti fosforu. To by mělo vyústit v nižší hodnoty dodávaného fosforu. Pokud je P dodáván jako dikalcium fosfát, musíme si být vědomi, že přiměřené hodnoty vápníku musí být zachovány a může být potřeba dodat Ca ve formě uhličitanu vápenatého.

Odborníci z univerzity v Jižní Dakotě usuzují, že stravitelná energie (SE) a metabolizovatelná energie (ME) v DDGS není odlišná od SE a ME v kukuřici. Nicméně pokud jsou DDGS začleněny do směsí krmných rostoucím prasatům, větší množství organického P bude stráveno a absorbováno, a tak je redukována potřeba přidávání anorganického P do směsí.

Dále je známo, že když jsou v kukuřici přítomny mykotoxiny, jejich hodnoty v DDGS jsou srovnatelné s kukuřicí vstupující do výroby etanolu. Tento proces nedeaktivuje mykotoxiny, a proto je potřebný pečlivý monitoring každé dodávky.

Jestli o lihovarských výpalcích ve výživě skotu toho bylo napsáno poskrovnu, tak ve výživě prasat ještě méně. Především v posledních deseti letech se provádí výzkum lihovarských výpalků (tekutých, méně sušených) ve výživě skotu i prasat v zahraničí.

VALAJA a kol. (1996) provedli pokus latinský čtverec na 160 ks vepřů v živé hmotnosti od 25,5 kg (na počátku pokusu) do 95,5 kg. Vepři byli rozděleni do 4 skupin. Kontrolní skupina byla krmena směsí s ječmenem a sójovou moukou (obsah dusíkatých látek 167 g/kg a lyzinu 7,6 g/kg sušiny). U pokusných skupin byl ječmen nahrazen tekutými ječnými výpalky a skupiny doplněny 7,7 ; 9,2 a 10,7 g lyzinu na kg směsi, dusíkaté látky u všech skupin byly na hladině 204 g/kg sušiny. Kontrolní skupina rostla rychleji než skupiny s ječnými výpalky. Z pokusných skupin nejlépe rostla skupina s obsahem 9,2 g lyzinu na kg a denní potřebou 18 g lyzinu.

Na 15 prasatech ve dvou pokusech BURACZEVSKA a kol. (1996) byl sledován vliv doplňku tekutých ječných výpalků. V pokusech byla sledována ileální stravitelnost zdroje proteinu, kterým byl v kontrolní skupině ječmen, v pokusné skupině tekuté výpalky ječné. Stravitelnost bílkovin byla 83,6 % vs. 79,9 % ve prospěch skupiny kontrolní. Dále pokusné sledování porovnávalo dostupnost a složení fosforu, kde hodnoty zadržného fosforu byly vyšší ve prospěch skupiny krmené výpalky.

V pokusech VALAJI a NASIHO (1996) bylo 8 vepřů v živé hmotnosti od 30 do 72 kg krmeno dietami, kde základem bylo 79,6 % ječmene na kg směsi. Diety byly doplněny sójou nebo tekutými lihovarskými výpalky. Diety s výpalky byly doplněny ještě tekutým lyzinem. Bylo zjištěno, že výpalky doplněné lyzinem byly stejně stravitelné jako sója.

V pokusech VALAJI a kol. (1995) byly sledovány tekuté výpalky z ječmene jako zdroje bílkovin pro rostoucí prasata. V pokusech na 160 prasatech Landrasse v živé hmotnosti od 25 do 105 kg byla použita krmná směs s obsahem dusíkatých látek 172 g na kg sušiny a vyrovnána lyzinem na 7,7 g na kg sušiny. Základem krmné směsi byl ječmen (750 g/kg sušiny), minerální krmná přísada (38 g/kg sušiny) a sója. Sója byla nahrazena ječnými výpalky 0 ; 33 ; 60 nebo 100 % množství a směsi byly doplněny syntetickým lyzinem. U výpalků byla poměrně vysoká variabilita ve složení sušiny 140 - 236 g/kg , dusíkatých látek 432 - 599 g/kg a lyzinu 37 - 51 g/kg. Stejný denní přírůstek živé hmotnosti a konverzi krmiva jako u kontrolní skupiny měla pokusná skupina, kdy 33 % sóji bylo nahrazeno výpalky. Nebyly zjištěny žádné rozdíly v organoleptickém ohodnocení masa i při vyšším obsahu výpalků v krmných směsích.

Stravitelnost sušených zbytků ječmene a ova z výroby etanolu v dietách rostoucích prasat byla sledována v pokusech NASIHO a AIMONENA (1992). V pokusech s rostoucími prasaty (latinský čtverec 6 x 6) byly do krmných směsí zařazeny zbytky z výroby etanolu a to: ječný protein, směs ječného proteinu a vlákniny, ječné výpalky, ovesný protein a směs

ovesného proteinu a vlákniny. Výpalky a ovesný protein měly vyšší obsah aminokyselin než protein ječmene, zvláště obsah lyzinu byl vyšší. Všechny frakce měly vyšší obsah kyselosti tuku 46 - 196 mg KOH/g tuku. Stravitelnost dusíkatých látek z ječného proteinu byla vyšší než z výpalků (0,931 vs. 0,857) a prasata krmená ječným proteinem také uložila více dusíku. Stravitelnost dusíkatých látek se snižovala s obsahem vlákniny, stejně jako retence dusíku.

GARCIA, DUARTE, MAGANA (1991) provedli pokus na prasatech ve výkrmu. Prasata byla krmena dietami složenými především z obilnin prosa a sóji, sója byla nahrazena lihovarskými obilními výpalky v množství 0 ; 5 ; 10 a 15 %. Během růstu nebyly ve skupinách 20 – 35 kg ; 30 – 60 kg a 60 – 100 kg živé hmotnosti zaznamenány žádné signifikantní rozdíly.

NOBLET a kol. (1990) se zabývali ileální stravitelností dusíkatých látek a aminokyselin v dietách, které byly složeny z pšenice, ječmene, kukuřice a bílkovinného zdroje, kterými byly sója, řepka, slunečnice, hrách, kukuřičné výpalky a lepkové kukuřičné krmivo. Stravitelnost byla zjišťována na vepřících plemene Large white v živé hmotnosti 35 kg v ileu. Ileální stravitelnost dusíkatých látek a aminokyselin odpovídala hodnotám uváděným jinými autory, absolutní hodnoty koeficientů stravitelnosti aminokyselin z obilovin byly nižší než hodnoty získané z komponentů s vysokým obsahem dusíkatých látek a aminokyselin. Stravitelnost u lyzinu byla asi o 4 % nižší než tabulkové hodnoty (NOBLET a kol., 1990).

Ve třech skupinách prasnic nebo kastrátů Duroc v živé hmotnosti od 27 do 140 kilogramů sledovali UBERTALLE a kol. (1990) přidavek 4 nebo 8 % zahuštěných tekutých výpalků z pšenice. Diety byly založeny na kukuřici a vyrovnány v obsahu dusíkatých látek i vlákniny. Denní přírůstek byl 697 ; 687 a 723 gramů u prasnic nebo u kastrátů 777 ; 744 a 801 gramů, konverze byla u skupin 2,95 ; 2,91 a 2,81. Nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi skupinami, stejně tak nebyly zjištěny rozdíly v ukládání tuku.

NEWTON a kol. (1987) se zabývali příjmem a využitím tekutých kukuřičných výpalků ve výkrmu prasat. Diety s obsahem kyseliny propionové (konzervačním přídatkem určeným ke stabilitě výpalků) prasatům chuťově nevadily. Přídavek glutamové kyseliny nebo sody (Na_2CO_3) v dietách byl přijatelnější, byl zvířaty více preferován. Pokud do diety byly přidány soda i glutamová kyselina, příjem krmiva se ještě zvýšil. Dieta obsahující lyzin (přídavek ve formě suché nebo mokré) zlepšila příjem pouze na počátku pokusu. Ve srovnání s konvenční dietou (kukuřice, sója s lyzinem, výpalky) nebyla využívána tak účinně.

Použití zahuštěných melasových výpalků ve výživě prasat se zabývali SINA a kol. (1986). Skupiny 10 kanců a 15 prasnic plemene Duroc byly krmeny kontrolní směsí nebo směsí se 4 % melasových výpalků. Výpalky obsahovaly 33,44 % dusíkatých látek. Směs pokusná byla živinově vyrovnána na úroveň kontrolní směsi. Denní přírůstky činily 643 a 620 gramů, konverze krmiva 3,82 a 3,96 ve prospěch kontroly. Výsledky nebyly průkazné. Také rozdíly v kvalitě masa nebyly statisticky průkazné.

LÁD (1998) uvádí jako maximální podíl lihovarských výpalků (tekutých) v krmné dávce pro prasata v kategorii výkrm (35 – 115 kg) 5 % a v kategorii předvýkrm (15 – 35 kg) nulové množství = 0 %.

ZÁVĚR – využití výpalků pro prasata

Kvalita výpalků v minulosti byla taková, že ve směsích pro prasata mohly být suché výpalky zařazeny až do výše 7% bez jakýchkoliv problémů. Údaje o nových výpalcích (DDGS, NDDGS) jsou rozporuplné. Z našich testů na laboratorních potkanech (modelové zvíře pro prase) víme, že podstatně se efektivita výpalků snižuje přepalováním (koncentruje se vláknina, tuk a minerální látky a snižuje se podíl BNLV na minimum) a takovéto výpalky nemají optimální krmnou hodnotu a musí se kombinovat s jinými krmivy. Lze bez problémů zařadit tyto nové výpalky do diet pro prasata v hladině asi do 3% a při zařazení vyšší hladiny musí krmnou směs sestavovat odborník - výživář.

9. VYUŽITÍ VÝPALKŮ VE VÝŽIVĚ DRUBEŽE

Pro drubež lze výpalky využívat pouze jako sušený produkt. V našich pokusech, kde jsme se pokoušeli používat vlhké výpalky vždy po určité době došlo ke zhoršení zdravotního stavu, velmi často byly na jatkách zabavovány vnitřnosti a nebo byly označovány jako veterinárně poškozené plísněmi.

Využití DDGS ve výživě krůt

Předchozí studie ukázaly, že 10 % DDGS může být zařazeno do kukuřičně-sójových směsí obsahujících minimální množství živočišných bílkovin pro výkrm těžkých krůt (krocanů). Jak dovolují ceny nebo zásoby, vyšší množství může být zařazeno bez vlivu na užitkovost. Krmné hladiny 15 a 20 % DDGS vykazují shodnou užitkovost s kontrolou.

V roce 2006 NOLL sestavil krmný pokus k určení různých hladin drůbeží moučky (PBM) a DDGS a efektu jejich kombinace na užitkovost krocanů (Nicholas, 10/skupinu) během 5.-19. týdne věku.

Směsi byly sestaveny s použitím stravitelných aminokyselin. Hladina bílkovin ve směsi byla stanovena s použitím intaktního proteinu tak, aby splňovala požadavky NRC. Pokud bylo třeba, všechny směsi byly doplněny lyzinem a metioninem na specifickou potřebu NRC pro tyto aminokyseliny. Poměr Ca:P byl upraven na 2:1 tak, aby vyhověl vyšším hladinám P v PBM a DDGS.

V 19 týdnech směs průkazně ($P < 0,001$) ovlivňovala živou hmotnost a konverzi krmiva. Živá hmotnost kontrolní skupiny byla v průměru 20,18 kg. Krůty krmené PBM nebo DDGS (10 nebo 20 %) nevykázaly průkazný rozdíl od kontroly. Hmotnost krůt krmených dietou obsahující PBM (8 nebo 12 %) v kombinaci s 20 % DDGS byla nižší oproti kontrole o 3,3 %.

Minimální negativní efekt u nosnic

Vědci SWIATKIEWICZ a KORELESKI studovali efekt DDGS a doplňku enzymu na užitkovost nosnic od 26. do 68. týdne věku. Pokusné směsi byly izokalorické a izonitrogenní a obsahovaly 0, 5, 10, 15 nebo 20 % DDGS. Směs s 20 % DDGS byla také doplněna NSP-hydrolyzujícím enzymem nebo enzymem a přísadkou lyzinu a methioninu.

V první fázi snáškového cyklu (26. - 43. týden věku) hladina DDGS neovlivňovala průkazně snášku, hmotnost snesených vajec, příjem krmiva nebo konverzi krmiva. V druhé fázi cyklu (44. - 68. týden věku) nebyly rozdíly v produkčních parametrech mezi skupinami krmenými 0, 5, 10 a 15 % DDGS.

U skupiny s 20 % DDGS byla negativně ovlivněna snáška a hmotnost vajec, avšak přísada NSP-hydrolyzujícího enzymu tento negativní vliv částečně redukoval.

Hladina DDGS ve směsi neměla žádný vliv na výšku bílku, Haughovy jednotky, tloušťku skořápky, hustotu a křapovitost nebo na sensorické vlastnosti vařených vajec. Index barvy žloutku se průkazně zvyšoval, když směs obsahovala DDGS (vyrobené z kukuřice).

ZÁVĚR – využití výpalků pro drůbež

Dříve se výpalků ve výživě drůbeže využívalo vzácně. Z našich pokusů provedených letos a v loňském roce vyplývá, že hladiny nad 10% (DDGS a nebo NDDGS) působí na drůbež depresivně i když hladina všech živin je optimální. Pro drůbež mohou být výpalky zkrmovány v hladině asi kolem 7 %. Z našich testů na brojlerových kuřatech víme, že

podstatně se efektivita výpalků snižuje přepalováním (koncentruje se vláknina, tuk a minerální látky a snižuje se podíl BNLV na minimum) a takovéto výpalky nemají optimální krmnou hodnotu a musí se k nim vyrábět speciální premix. Zařazení vyšší hladiny suchých výpalků do směsí musí kontrolovat zkušený odborník - výživář.

Využití vlhkých (čerstvých) nebo sušených výpalků ve výživě

Z hlediska již výše zmíněné produkce lihovarských výpalků a jejich využití jako krmiva pro hospodářská zvířata je však nutné znovu otestovat jejich produkční účinnost. Došlo totiž k výrazným změnám ve vlastní technologii výroby bioetanolu z obilí. Ve světové literatuře existují údaje o několika formách zkrmovaných lihovarských výpalků. Nejčastěji se používají sušené a jsou označovány jako DDG (dried distillers grains) či DDGS (dried distillers grains with solubles). Tyto produkty jsou sice díky svému charakteru suchého krmiva široce aplikovatelné, avšak vzhledem k metodě sušení jsou poněkud drahé. Uvažuje se s cenou minimálně 3 000 Kč za tunu. Je proto logické, že zájem zpracovatelů a chovatelů se ubírá také cestou přímého použití vlhkých lihovarských výpalků WDG. Z původní sušiny asi 10 % jsou mechanickým způsobem (odlisováním) upraveny na sušinu 30 % což je činí použitelnými v blízkém okolí (30 km až maximálně 50 km) od producenta. Dá se předpokládat, že v tomto prostoru bude zájem o zkrmení jejich maximálního množství.

V současné době jsou na trhu dostupné lisované výpalky ze žita a tritikále s obsahem sušiny 35 % a sušené výpalky z pšenice s obsahem sušiny 88 %. Lisované výpalky vydrží čerstvé pouze po dobu dvou dnů a poté musí být urychleně zesilážovány. Důležité je, aby nedošlo za žádných okolností k přístupu vzduchu, proto je nutné dbát na kvalitu podkladu a výška silážované hmoty nesmí být vyšší než 1,5 metru. V podnicích, kde by skladování čerstvých výpalků činilo problémy, mohou využít širokou nabídku konzervačních prostředků, které prodlouží skladovatelnost asi na 7 dní. Další náklady za konzervační prostředky činí 2,50 EUR za tunu. Kvůli vysokému obsahu vody je transport výpalků ekonomický jen do vzdálenosti 100 až 200 km od výroby etanolu. Sušené výpalky jsou v současné době nabízeny s nižším a vyšším obsahem vlákniny – 7 a 16 % a obsah bílkovin se pohybuje kolem 38 %. Výpalky mají příznivé složení:

- vysoký obsah UDP (47 – 63 %),

- 7,3 až 7,6 MJ NEL/kg sušiny,
- lehce stravitelnou vlákninu (NDF téměř 50 %),
- probioticky působící složky buněčných stěn kvasinek a enzymy (cca 2 % sušiny).

Konstantní obsah proteinu se pohybuje okolo 20 %. V praxi se osvědčilo zkrmování 5 až 6 kg lisovaných výpalků na krávu za den, toto množství může nahradit 8 kg pivovarského mláta a 0,5 kg obilí. Kolik sójového šrotu může být nahrazeno sušenými výpalky, závisí na druhu podávaných objemných krmiv a úrovni užitkovosti. V případě krmných dávek založených na travní siláži, určených pro dojnice s průměrnou mléčnou užitkovostí, mohou řepkové pokrutiny a sušené výpalky pokrýt celkovou potřebu dusíkatých látek. V krmných dávkách s vysokým podílem kukuřičné siláže je ale nutné zajistit vyšší obsah bílkovin, takže zvláště u skupin dojnic s vysokou užitkovostí není možné nahradit celou dávku sójového šrotu výpalky. Pro tyto případy byla vyvinuta zajímavá alternativa tzv. **Drittelmix**, který je tvořen stejným podílem řepkových pokrutin, sušených výpalků a sójového šrotu. Někteří chovatelé úspěšně snížili náklady na krmení díky zařazení výpalků nejenom v krmných dávkách dojnic, ale také mladého dobytka a býků ve výkrmu.

Řepkové pokrutiny - Při výrobě bionafty, především v malých, decentralizovaných zařízeních po celém Německu vznikají velká množství řepkových pokrutin, která mohou být nejlépe využita v krmení skotu. Pokrutiny mají na rozdíl od řepkového šrotu výrazně více energie – 8,6 MJ NEL/kg sušiny, ale naopak méně bílkovin. Nejvýznamnější rozdíl však spočívá ve vysokém obsahu tuku a nízkém podílu využitelného proteinu. Hlavním problémem při zkrmování pokrutin je vysoký podíl tuku. V průměru se pohybuje jeho hladina okolo 100 až 155 g tuku/kg sušiny, ale častokrát je to až 200 g/kg sušiny. Krmná dávka nesmí však obsahovat více jak 125 g na 100 kg živé hmotnosti nechráněných tuků a ne více než 225 g/100 kg ž.hm. chráněných tuků. Dojnice s hmotností 650 kg proto může denně zkonsumovat 800 g tuku nebo 40 g/kg sušiny při příjmu 20 kg sušiny za den. Příliš mnoho tuku v krmné dávce může vést k následujícím problémům:

- Pokles stravitelnosti živin (celulóza),
- Redukce tvorby kyseliny octové v bachoru,
- Snížení obsahu tuku a bílkovin v nadojeném mléce,

- Vzestup hladiny volných mastných kyselin.

Při tvorbě krmné dávky je důležité také zohlednit obsah tuku v ostatních komponentech. Zvlášť pivovarské mláto obsahuje významné množství tuku, 82 až 85 g N-látek/kg sušiny, mnoho šarží však obsahuje 110 až 120 g N-látek. 8 až 10 kg pivovarského mláta na dojnici za den obsahuje 300 g hrubého tuku, což odpovídá 1,5 až 2 kg řepkových pokrutin. Předností řepkových pokrutin je vysoký obsah fosforu (cca 10 g v kg sušiny). Pokud je v krmné dávce na produkci 36 kg mléka nahrazeno 6 kg pivovarského mláta 1,5 kg pokrutin, může být hladina fosforu v minerálním krmivu zredukována na polovinu (ze 4 na 2 %) a tím je možné snížit náklady na krmení. Nevýhodou pokrutin je vysoký obsah síry (cca 7 g/kg sušiny), což vede k negativnímu poměru mezi kyselinami a zásadami (DCAB). Proto jsou řepkové produkty velmi vhodné k profylaxi mléčné horečky.

DOPORUČENÍ PRO POUŽITÍ - WDG, DDG ČI DDGS

V literatuře, která se zabývá problematikou použití WDG, DDG či DDGS je možné najít následující doporučení:

Struktura - je třeba mít na paměti strukturu celé krmné dávky, neboť je doplněna o krmivo jehož struktura je podobná mouce.

Tuk - udává se, že jde o krmivo bohaté na tuk, obsah 8 až 10 %. Jde však zřejmě o výpalky získané z kukuřice. Při použití jiných obilovin je hodnota poloviční, tj. asi 5 %.

Síra - je zmiňováno nebezpečí polioencephalomalacie, vzhledem k tomu, že jde o krmivo poměrně bohaté na síru (0,37 až 0,44 %). V našich podmínkách je toto nebezpečí menší vzhledem k výraznému snížení sirných emisí a obecnému nedostatku síry v krmných dávkách. V obvyklém množství (viz. dále) bych je považoval spíše za významný zdroj S.

Degradovatelnost proteinu – dusíkaté látky jsou asi z 50 % ve formě degradovatelné a z 50 % ve formě nedegradovatelné. Vysoký podíl nedegradovatelných dusíkatých látek je nespornou předností tohoto krmiva.

Porovnání – podle nutričních hodnot je možné považovat 4,5 kg WDG za adekvátní 1 kg SEŠ (při 44 % NI), což znamená že 1 kg DDGS má výživnou hodnotu srovnatelnou s 0,222 kg SEŠ.

Krmné dávky – za optimální podíl se považuje 15 až 20 % sušiny krmné dávky, za maximální podíl pak 40 % sušiny krmné dávky. Pokud se týká jednotlivých kategorií u skotu je maximální doporučená dávka pro telata 1,5 kg/kus a den, býky ve výkrmu 3 kg/kus a den a dojnice 4 kg/kus a den.

Stravitelnost – technologické procesy spojené s produkcí etylalkoholu vedou ke zvýšení stravitelnosti tuku a zejména vlákniny, což zvyšuje využitelnost energie.

Ca a P – jde o krmivo bohaté na P, proto je nutné doplnit Ca v krmné dávce vojtěškovým senem či mnohem obvykleji vápencem. Jedná se o další přednost, protože je cenově mnohem výhodnější doplňovat do krmné dávky.

DŮSLEDKY VYUŽITÍ VÝPALKŮ V ZEMĚDĚLSTVÍ

Důsledky využití výpalků v zemědělství budou odvislé zejména od množství a charakteru krmiva.

Velké množství výpalků - vzhledem k množství zpracovaného obilí, 1 milion tun je asi 10 % republikové produkce, bude nabídnuto (nebo vnuceno chovatelům) asi 1 milion tun vlhkých či asi 300 000 tun sušených lihovarských výpalků ke zkrmení

Dusíkatý charakter krmiva – současné zkušenosti jsou zejména s výpalky z kukuřice ty obsahují asi 350 g NI v sušině. Jsou používány jako náhrada kukuřičného šrotu a sójového extrahovaného šrotu podle následujícího obecného schématu:

100 kg DDGS + 1,5 kg vápence = 88,5 kg kukuřice + 10 kg SEŠ + 3 kg dikalciumfosfátu.

V našich podmínkách však budou použity zejména pšeničné výpalky, které obsahují více dusíkatých látek a výsledné výpalky pak mají až 400 g Nl v sušině. Tímto živinovým obsahem se značně přibližují SEŠ a budou zřejmě působit jako jeho přímá náhrada.

Snížení množství SEŠ – z předběžných analýz kukuřičných výpalků vyplývá, že 4,5 kg výpalků (vlhkých) nahradí 1 kg SEŠ. V případě, že by výpalky posloužily jako přímá náhrada SEŠ (pouze dusíkatá složka) znamenalo by to snížení spotřeby SEŠ asi o 200 000 t. Vzhledem k tomu, že u nás budou použity pšeničné výpalky s vyšším obsahem dusíkatých látek, bude celá situace ještě dramatičtější.

Snížení množství produkčních směsí – jelikož je ekonomicky jednoznačně výhodnější zkrmovat výpalky vlhké, budou tyto součástí objemné složky krmné dávky. Svým charakterem však budou nahrazovat koncentrovaná krmiva (zejména SEŠ), proto bude celkové množství zkrmovaných produkčních směsí nižší.

Předběžné výsledky – výše uvedené závěry o nižším množství produkčních směsí v důsledku náhrady SEŠ lihovarskými výpalky jsou plně potvrzeny předběžnými výsledky, které jsou uvedeny v tabulce. Z ní je patrné, že 1 kg SEŠ byl nahrazen 4 až 4,5 kg vlhkých lihovarských výpalků při zachování nutričních parametrů krmné dávky.

ZÁVĚR k vlhkým nebo suchým výpalkům

Vlhké (čerstvé) výpalky (WDG) lze zkrmovat skotu a prasatům. Vhodné je využít kombinace více doplňkových krmiv. Zkrmování vlhkých výpalků drůbeži se neosvědčilo. Suché výpalky (DDGS, NDDGS aj.) lze využít jak u prasat tak i u drůbeže, avšak zařazení vyšších hladin (nad 7%) v dietě je nutné konzultovat s odborníkem na výživu zvířat.

10. JINÉ VYUŽITÍ VÝPALKŮ

Vzhledem k tomu, že produkce etanolu z kukuřice v USA prožívá boom, sestavilo Národní středisko pro zemědělský aplikovaný výzkum (National Center for Agricultural Utilization Research, NCAUR) tým 100 vědců, jejichž úkolem je nalézt nové možnosti pro využití výpalků z produkce etanolu, které vznikají jako vedlejší produkt. V roce 2006 jenom na středozápadě USA dosáhla produkce pelet z výpalků přibližně 10 mil. tun. Cena se v současné době pohybuje mezi 85 a 110 USD za tunu, avšak produkce etanolu rychle stoupá a již velmi brzy převyší nabídku poptávku. Výsledky laboratorních, skleníkových a polních pokusů ukázaly, že tento materiál se velmi dobře hodí k regulaci trávovitých plevelů. Po aplikaci pelet z výpalků na povrch půdy semena mnoha druhů trav v pokusech nevzklíčila. Příčinou byly pravděpodobně chemické látky ve výpalcích, na jejichž identifikaci v současné době vědci z NCAUR intenzivně pracují. Vědci zkoumali v polních pokusech také vliv na mladé rostliny rajčete a zjistili, že nedošlo k jejich poškození. Dospěli proto k závěru, že látky obsažené v sušených výpalcích z produkce etanolu působí negativně pouze na semena. A nejen to – kromě toho, že rajčata, která byla pěstována ze sadby, nebyla poškozena, bylo také zjištěno, že pelety z těchto výpalků vykazovaly hnojivé účinky. Po aplikaci pelet stoupl výnos o 51 % ve srovnání s variantou bez hnojení.

11. ZÁVĚR

Zařazení lihovarských výpalků do krmných dávek hospodářských zvířat přinese v konečném důsledku snížení objemu prodaných produkčních směsí. Dá se proto očekávat odpor (podle našeho názoru dosti tuhý) od těch, kteří jsou na objemu produkce produkčních směsí zainteresováni.

Možnosti do budoucna - Lihovarské výpalky zkrmované ve vlhkém stavu však přinesou dosud málo známou možnost expanze, kterou bude jejich konzervace.

Konzervanty – V zemích kde se lihovarské výpalky již masivně zkrmují ve vlhkém stavu je jednoznačně nutné je konzervovat. K tomu se používají většinou komerčně známé organické kyseliny. Vzhledem k dávkování (asi 0,1 %) představuje naše již zmíněná republiková produkce odbyt asi na 1 000 tun těchto konzervantů.

Krátkodobá konzervace – Vlhké lihovarské výpalky budou v chovech konzervovány nejdéle na dobu 1 týdne, což znamená možnou úpravu množstvím konzervantu.

Specifika konzervace – Je nutný určitý vývoj konzervantu, protože vlhké výpalky obsahují živé kvasnice a jsou biologicky aktivní, především se silně zahřívají. Tyto problémy budou větší zpočátku produkce, než bude dosaženo optimální sušiny.

Zvýšení podílu energie vyrobené z obnovitelných zdrojů s sebou přináší vedle další možnosti zhodnocení řepky a obilovin také vytvoření nového trhu s bílkovinnými krmivy: při výrobě etanolu a bionafty vznikají jako vedlejší produkty velká množství obilných výpalků (lisované a sušené výpalky) a řepkových pokrutin. Tyto vedlejší produkty bohaté na bílkoviny mohou doplnit nebo úplně nahradit tradiční zdroje proteinu ve výživě vysokoužitkových dojnic jako jsou sójový a řepkový šrot a pivovarské mláto, čímž je možné docílit snížení nákladů na krmení. Zařazení lisovaných výpalků se vyplatí jedině v případě, že je jejich cena nižší než 33 EUR za tunu. Konkurenceschopnost řepkových pokrutin závisí na ceně sójového šrotu, musí být o 60 EUR za tunu nižší. Sušené výpalky mají identické složení jako řepkový extrahovaný šrot, musí být tedy levnější, aby se jeho náhrada vyplatila. V současné době tomu tak je – cena lisovaných výpalků je 24 EUR/tunu (transportní vzdálenost do 100 km) a řepkových pokrutin cca 120 EUR/tunu za předpokladu, že se cena sójového šrotu pohybuje mezi 190 - 200 EUR/tunu.

12. POUŽITÁ LITERATURA

- Animal Feed Science and Technology, Polish Academy of Sciences, 1996, 58,
- ANONYM : Naučný slovník zemědělský. (3. díl). SZN, Praha, 1971, s. 629.
- BOJŇANSKÁ, T. : In NĚMEC, Z. – PETR, J. : Kvalita krmného obilí. Úroda, 1996,
- BURACZEWSKA, L. – VALAJA, J. – BURACZEWSKI, S. – NASI, M. – GDALA, J.: Digestibility and availability of protein and phosphorus in pigs fed wet barley protein and wet distillers solids from integrated starch – ethanol production. Animal Feed Science and Technology, Polish Academy of Sciences, 1996, 58, č. 3-4, s. 201-212.
- ČEREŠŇÁKOVÁ, Z. : In NĚMEC, Z. – PETR, J. : Kvalita krmného obilí. Úroda, 1996, číslo 5, s. 6-9.
- GARCIA, V. A. – DUARTE, V. F. – MAGANA, C. A. : Crecimiento y finalizacion de cerdos noc diferentes niveles de vinaza. Livestock Research for Rural Development, Instituto Tecnológico Agropecuario de Morelia, 1991, 3, číslo 1, s. 41-46.
- GARUDOJI, A. – RAJ-REDDY, M. : Utilization of molasses – sludge in ruminants. Indian Veterinary Journal, 1986, 63, číslo 2, s. 148-152.
- GRÉGR – MOTYČKA : Výpalky lihovarské. In ANONYM, Naučný slovník zemědělský. (12. díl). SZN, Praha, 1989, s. 594.
- HAM, G. A. – STOCK, R. A. – KLOPFENSTEIN, T. J. – LARSON, E. M. – SHAIN, D. – HUFFMAN, R. P. :Wet corn distillers byproducts compared with dried corn distillers grains with solubles as a source of protein and energy for ruminants. Journal of Animal Science, 1994, 72, číslo 12, s. 3246-3257.
- HRUBÝ, J. – BADALÍKOVÁ, B. – PELIKÁN, M. : Tritikále-pěstování a využití. Farmář, 1997, číslo 3, s. 21-22.
- HUBÍK, K. – TICHÝ, F. : Pěstování pšenice pouze pro potravinářskou výrobu, nebo i možnost technického zpracování ?. Farmář, 1999, číslo 4, s. 36-37.
- KACEROVSKÝ, O. a kol.: Zkoušení a posuzování krmiv. Praha, SZN 1990, 214 s.

- KODEŠ, A. a kol. : Netradiční a nestandardní krmiva. MZe a výživy ČSR, Praha, 1989, 106 s.
- KOPŘIVA, A. a kol. : Krmivářský průmysl. MZLU, Brno, 1998, 69 s.
- KOPŘIVA, A. a kol. : Výživa a krmení hospodářských zvířat. MZLU, Brno, 1995, 112 s.
- KOUDELA, S. : Základy výživy hospodářských zvířat a technika jejich krmení. VŠZ, Brno, 1962, 270 s.
- KOVÁČ, M. a kol. : Výživa a krmenie hospodárskych zvierat, Priroda, Bratislava, 1989, 536 s.
- KUČERA, C. : Výživa domácích zvířat. (IV-V. díl). Zemědělské nakladatelství A. Neubert, Praha, 1926, 774 s.
- LÁD, F. : Výživa a krmení prasat ve výkrmu. Institut výchovy a vzdělávání MZe, Praha, 1998, s. 15-17.
- LODGE, S. L. – STOCK, R. A. – KLOPFENSTEIN, T. J. – SHAIN, D. H. – HEROLD, D. W. : Evaluation of corn and sorghum distillers byproduct. Journal of Animal Science. DeparMEdt of Animal Science, 1997, 75, číslo 1, s. 37-43.
- MEDUNA, F. – POCHOBRADSKÁ, A. : Tritikále-šance nejen pro skromné pěstitelské podmínky. Farmář, 1999, číslo 4, s. 18-19.
- NASI, M. – AIMONEN, E. : Evaluation of undehydrated barley feed fractions and dried oat feed fractions from integrated starch-ethanol process in diets of growing pigs. Agricultural Science in Finland. 1992, 1, číslo 3, s. 291-301.
- NĚMEC, Z. – PETR, J. : Kvalita krmného obilí. Úroda, 1996, číslo 5, s. 6-9.
- NEWTON, G. L. – BRYAN, W. L. : Intake and utilization of corn stillage by growing-finishing pigs. Nutrition Reports International. DeparMEdt of Animal Science, 1987, 36, číslo 2, s. 377-385.
- NOBLET, J. – DUPIRE, C. – FORTUNE, H.: Valeur nutritionnelle de treize matieres premieres pour le porc en croissance. 2. Teneurs en proteines et en acides digestibles. Journees de la Recherche Porcine en France, INRA, 1990, No.22, s. 229-235.
- PELIKÁN, M. – DUDÁŠ, F. – MÍŠA, D. : Technologie kvasného průmyslu. MZLU, Brno, 1996, 135 s.
- PROKOP, V. a kol. : Krmivářský konzulent. MZe ČR, Praha, 1991, 390 s.
protein and wet distillers solids from integrated starch – ethanol production.

- SCHMIED, M. a kol. : Krmivová základna. SZN, Praha, 1963, 776 s.
- SINA, P. – BRESCHI, R. – CAVANI, C. – MANFREDINI, M. : Utilizzazione zootecnica degli effluenti di distilleria : le borlande di melasso di bietola concentrate (BMBC) nell'alimentazione del suino leggero. Zootecnica e Nutrizione Animale, Montedison Servizi Agricoltura, 1986, 12, číslo 4, s. 339-345.
- ŠIMEČEK, K. – ZEMAN, L. – HEGER, J. : Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro prasata (3. přepracování). MZLU, Brno, 2000, 124 s.
- ŠIMŮNEK, P. : Obiloviny pro výrobu lihu. Úroda, 1996, číslo 7, s. 25.
- TICHÝ, F. – HUBÍK, K. : Pěstování obilovin pro výrobu etanolu. Farmář, 1998, číslo 3, s. 21-22.
- UBERTALLE, A. – MAZZOCO, P. – FORTINA, R. : Impiego di borlanda di frumento nell'alimentazione liquida dei suini. Industrie-Alimentari, Istituto di Zootecnica Speciale, 1990, 29, číslo 284, s. 670-678.
- VALAJA, J. – ALAVIUHKOLA, T. – SILJANDER-RASI, H. : Wet barley distillers solids as a protein source for growing pigs. Animal Feed Science and Technology, Agricultural Research Centre, 1995, 51, číslo 3-4, s. 193-202.
- VALAJA, J. – NASI, M. : Digestibility and utilisation of diets composed of wet distillers' solids or soyabean meal and supplemented with liquid lysine product for growing pigs. Animal Feed Science and Technology, DeparMEdt of Animal Science, 1996, 57, číslo 4, s. 267-279.
- VALAJA, J. – SILIJANDER-RASI, H. – ALAVIUHKOLA, T. : Lysine supplementation of barley wet distillers' solids diets for growing-finishing pigs. Agricultural and Food Science in Finland. 1996, 5, č. 2, s. 157-166.
- WANG – FULLER, M. F. : In ŠIMEČEK, K. – ZEMAN, L. – HEGER, J. : Potřeba živin a tabulky výživné hodnoty krmiv pro prasata (3. přepracované vydání). MZLU, Brno, 2000, 124 s.
- ZELENKA, J. a kol. : Výživa a krmení hospodářských zvířat – I. VŠZ, Brno, 1987, 184 s.
- ZIGGERS, D.: Nejnovější informace o krmení DDGS hospodářským zvířatům. Feed Tech, 2007, vol. 11, Num. 5, ISSN 1387-1978)

NRC: Nutrient requirements of Laboratory Animals, Fourth Revised Edition. National Academy Press, Washington D.C., 1995, 173 p.

Literární zdroje z internetu

Kunteová L., Bioetanol (zdroj: www.stary.biom.cz/sborniky/sb98PrPetr/sb98PrPetr_kunt.html) 1998

Agris, (zdroj: www.asz.cz/cs/zpravy-z-tisku/roslinna-vyroba-puda/prvni-bioetanol-z-cukrove-repy-vyrobi-do-konce-tydne.html) 2006

Cínová E., Kittel H., Bioetanol jako komponenta automobilových paliv (zdroj: www.cappo.cz/veletrh2004/cionova.html) 2004

Diviš J., Současný stav a priority projektu „Bioetanol“ v ČR (zdroj: <http://biom.cz/index.shtml?x=60384>)

Laurin, J., Uplatnění motorových biopaliv v dopravě v ČR (zdroj: www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=3579&h=27) 2006

Top Agrar, 2006, č. 4, s. R 24 – R 29

www.ddgs.umn.edu

13. ANOTACE

V předložené práci je popsán postup při zajišťování energie z využití zemělské produkce k nezemědělským účelům. Jednou z cest je zajištění biolihu. Při jeho výrobě z obilovin vzniká odpadní produkt – výpalky. Ty se mohou likvidovat **pálením** - málo efektivní cesta a značné znečištění životního prostředí a nebo **zkrmováním** – pro skot, prasata, drůbež, ale i pro ostatní zvířata buď jako vlhké (WDG), nebo sušené (DDG) a nebo sušená tuhá i tekutá frakce (DDGS). Podle našich zkušeností lze tyto odpadní produkty použít v určité míře pro krmení všech kategorií zvířat. Míru využití určuje jednak zdroj suroviny pro výrobu bioetanolu, použití enzymů pro výrobu lihu a technologický postup (přepalování 1x až 4x) při výrobě. Předávkování výpalků do krmné dávky nebo směsi však může zhoršit výsledky užitkovosti. V každém případě do budoucna bude nabídka výpalků převyšovat možnosti konzumu zvířaty a bude nutné zvyšovat konzum výpalků zvířaty. Pro krmení všech potenciálně živených zvířat v ČR je dnes třeba hledat cesty k efektivnímu využití celkové produkce výpalků.

Keywords: Biolíh, Výpalky, skot, prasata drůbež, krmení

DALŠÍ DOPLŇUJÍCÍ LITERATURA

Abrams, S.M., T.J. Klopfenstein, R.A. Stock, R.A. Britton and M.L. Nelson. 1983. "Preservation of wet distillers grains and its value as a protein source for growing ruminants." *J. Anim. Sci.* 57:729.

Aines, G., T.J. Klopfenstein and R.A. Britton. 1985. "Thin stillage: Potential use in ruminant diets." *Nebraska Beef Cattle Report* MP46:62.

Beeson, W.M. 1975. "Evaluation of condensed distillers solubles for liquid cattle supplements." *Distillers Feed Conference Proceedings* 30:14.

Beeson, W.M. and M.C. Chen. 1976. "In vitro studies on the effect of screened and centrifuged processed corn distillers solubles on cellulose digestion and microbial synthesis of protein." *Distillers Feed Conference Proceedings* 31:8.

Brown, W.F. 1983. Computer simulation of animal and plant growth and their interactions in a grazing situation. Ph.D. Dissertation, University of Nebraska.

DeHaan, K., T. Klopfenstein and R. Stock. 1983. "Corn gluten feed-protein and energy source for ruminants." *Nebraska Beef Cattle Report* MP44:19.

DeHaan, K., T. Klopfenstein, R. Stock, S. Abrams and R. Britton. 1982. "Wet distillers byproducts for growing ruminants." *Nebraska Beef Cattle Report* MP43:33.

Farlin, S.D. 1981. "Wet distillers grain for finishing cattle." *Anim. Nut. Health* 36:35.

Firkins, J.L., L.L. Berger and G.C. Fahey, Jr. 1985. "Evaluation of wet and dry distillers grains and wet and dry corn gluten feeds for ruminants." *J. Anim. Sci.* 60:847.

Firkins, J.L., L.L. Berger, G.C. Fahey, Jr. and N.R. Merchen. 1984. "Ruminal nitrogen degradability and escape of wet and dry distillers grains and wet and dry

corn gluten feeds." J. Dairy Sci. 67:1936.

Hanke, H.A., L.K. Lindor, J.C. Meiske, R.D. Goodrich, D.A. Larson, J.E. Garrett and S.D. Plegge. 1982a. "Pressed distillers grains in diets of finishing yearling steers." Minnesota Beef Report B-289 p 28.

Hanke, H.E., L.K. Lindor, R.E. Smith, R.D. Goodrich, J.C. Meiske, S.D. Plegge and J.E. Garrett. 1982b. "Influence of feeding thin stillage as a replacement for water on feedlot performance of yearling steers." Minnesota Beef Report, B-288 p 23.

Harmon, B.G. 1974. "Availability studies of lysine and tryptophan in distillers dried grains with solubles for swine." Distillers Feed Conference Proceedings 29:35.

Harmon, B.G. 1975. "The use of distillers dried grains with solubles as a source of lysine for swine." Distillers Feed Conference Proceedings 30:23.

Hunt, C.W., J.A. Paterson, J.R. Fischer and J.E. Williams. 1983. "The effect of sodium hydroxide treatment of fescue-corn stillage diets on intake, digestibility and performance with lambs." J. Anim. Sci. 57:1013.

Klopfenstein, T., F. Goedecken, B. Brandt, B. Britton and M. Nelson. 1985. "Corn bran as high energy fiber supplement." Nebraska Beef Cattle Report MP48:49.

Klopfenstein, T., J. Waller, N. Merchen and L. Petersen. 1978. "Distillers grains as a naturally protected protein for ruminants." Distillers Feed Conference Proceedings 33:38.

Little, C.O., N.W. Bradley and G.E. Mitchell, Jr. 1965. "Corn distiller dried grains with solubles and urea in grain rations for beef cattle." Distillers Feed Research Council Proceedings 20:35.

Little, C.O., G.E. Mitchell, Jr. and N.W. Bradley. 1964. "Rumen stimulatory factors in corn distillers dried solubles." Distillers Feed Research Council Proceedings 19:43.

Little, C.O., G.E. Mitchell, Jr. and G.D. Potter. 1968. "Nitrogen in the abomasum of wethers fed different protein sources." *J. Anim. Sci.* 27:1722.

Little, C.O., G. D. Potter and H.E. Amos. 1970. "Distillers feeds – Stimulans of rumen digestion." *Distillers Feed Conference Proceedings* 25:41.

Loosli, J.K. 1960. "The value of different protein supplements for milk production." *Distillers Feed Conference Proceedings* 15:6.

Loosli, J.K., K.L. Turk and F.B. Morrison. 1952. "The value of distillers feeds for milk production." *J. Dairy Sci.* 35:868.

Loosli, J.K., R.G. Warner and H.F. Hintz. 1961. "Values of corn distillers dried grains, soybean oil meal, heated soybeans, and soybean oil meal plus starch for milk production." *J. Dairy Sci.* 44:1910.

McCullough, M.E. 1962. "The use of corn distillers dried grains with solubles to improve the feeding value of silage." *Distillers Feed Conference Proceedings* 17:18.

McDonald, I.W. 1954. "The extent of conversion of feed protein to microbial protein in the rumen of sheep." *Biochem. J.* 67:400.

Muntifering, R.B., T.J. Burch, B.G. Miller and D.G. Ely. 1983. "Digestibility and metabolism of mature tall fescue hay reconstituted and ensiled with whole stillage." *J. Anim. Sci.* 57:1286.

Muntifering, R.B., K.J. Wedekind, T. Knifley and D.G. Ely. 1985. "Effects of processing on the supplemental protein value of distillers byproducts in forage diets." *J. Anim. Sci.* 61:647.

NRC 1976. *Nutrient requirements of beef cattle.* National Academy of Sciences, Washington, D.C.

Palmquist, D.L. and H.R. Conrad. 1982. "Utilization of distillers dried grains plus

solubles by dairy cows in early lactation." J. Dairy Sci. 65:1729.

Risk, J.E., K.S. Hendrix, T.W. Perry and R.P. Lemenager. 1982. "Distillers and brewers wet grains feeding." Indiana Beef Cattle Day Report, Purdue University.

Rounds, W. 1975. Slowly degraded protein sources in ruminant rations. Ph.D. Dissertation. University of Nebraska, Lincoln, Nebraska.

Rouse, G. and A. Trenkle. 1980. Stillage from grain alcohol as a feed source for cattle. Iowa State University. A.S. Leaflet R307.

Santos, K.A., M.D. Stern and L.D. Satter. 1984. "Protein degradation in the rumen and amino acid absorption in the small intestine of lactating dairy cattle fed various protein sources." J. Anim. Sci. 58:244.

Satter, L.D. and D.B. Stehr. 1984. "Feeding resistant protein to dairy cows." Distillers Feed Conference Proceedings 39:59.

Satter, L.D., L.W. Whitlow and G.L. Beardsley. 1977. "Resistance of protein to rumen degradation and its significance to the dairy cow." Distillers Feed Conference Proceedings 32:63.

Schingoethe, D.J., A.K. Clark and H.H. Voelker. 1983. "Wet corn distillers grains in lactating dairy cow rations." J. Dairy Sci. 66:345.

Stock, R., T. Klopfenstein, D. Brink, S. Lowry, D. Rock and S. Abrams. 1983. "Impact of weighing procedures and variation in protein degradation rate on measured performance of growing lambs and cattle." J. Anim. Sci. 57:1276.

Trenkle, A., W. Burroughs and G. Rouse. 1981. Evaluation of corn stillage, corn gluten meal and soybean meal as protein supplements for cattle. Iowa State University, A.S. Leaflet R321.

Van Horn, H.H., O. Bianco, B. Harris, Jr. and D.K. Beede. 1985. "Interaction of

protein percent with caloric density and protein source for lactating cows." J. Dairy Sci. 68:1682.

Voelker, H.H. 1981. "Feeding value and storage of stillage from alcohol fuel production." Cooperative Extension Service Dairy Science Update. South Dakota State University. SDSU-81-13.

Wahlstrom, R.C., C.S. German and G.W. Libal. 1970. "Corn distillers dried grains with solubles in growing-finishing swine.rations." J. Anim. Sci. 30:352.

Wahlstrom, R.C. and G.W. Libal. 1980. "Effect of distillers dried grains with solubles in pig starter diets." Annual Swine Day, South Dakota Agr. Exp. Sta. p 14.

Waller, J .C. 1978. Slowly degraded protein sources for ruminants. Ph.D. Dissertation, University of Nebraska, Lincoln, Nevraská

Waller, J. C., J. R. Black, W.G. Bergen and M. Jackson. 1981. "Effective use of distillers dried grains with solubles in feedlot rations with emphasis on protein consideration." Distillers Feed Conference Proceedings 35:53.