

# Zužitkování aceton-butanolových výpalků

547.264+547.284.31:663.15

J. ROHÁČ

*V článku jsou shrnuty možnosti zužitkování aceton-butanolových výpalků. Zvláštní pozornost je věnována jejich vysoké krmné hodnotě.*

Jednou z posledních výrob, založených na praktické aplikaci technické mikrobiologie je výroba acetonu a butanolu kvasnou cestou. Surovinou pro zmíněnou výrobu jsou na území našeho státu v zimním období brambory, v letním pak obilí (ječmen, žito), případně zadní škroby.

V podstatě se jedná o zkvašování škrobnatých, ale i cukernatých zápar bakteriální kulturou *Clostridia acetobutylica*.

Povaha vlastního technologického postupu vyžaduje, aby byly zkvašovány pouze řídké zápary o obsahu škrobu či cukru asi 5 %.

Ekonomie výroby nedovoluje, aby byla prováděna v malých provozovnách dislokovaných s ohledem na výskyt suroviny, hlavně brambor. Naopak složité strojní zařízení, jmenovitě speciální a vysoce odborná kontrola a řízení provozu, nutí koncentrovat výrobu do větších závodů.

Tím přistupuje výrobě další úkol, denně likvidovat značná kvanta výpalků, zbývajících po vydestilování surových rozpustidel ze zkvašených zápar bramborových či obilných.

Vzhledem k nepřetržité výrobě, zabírající měsíce září až červen, t. j. asi deset měsíců v roce a zasahující do všech ročních období, je to úkol obtížný a mnohotvárný. Zásadně je řada možných způsobů likvidace aceton-butanolových výpalků:

1. Vypuštění do veřejného toku. Způsob v našich poměrech nemožný. Řeky našeho státu jsou příliš přetížené, než aby snesly další znečištění odpady tak bohatými na organické látky. Nehledě k tomu, že to neodpovídá novodobému hospodaření cennými látkami.

2. Výpalkami lze s úspěchem zavlažovat pozemky. Tento postup vyžaduje rozsáhlé plochy, značně vzdálené od zabydlené oblasti. Takové podmínky naše provozovna nemá, nehledě k tomu, že ani tento způsob není s hlediska národohospodářského příliš pokrokový.

3. Na zchlazených výpalcích lze pěstovat jiné mikroorganismy, na příklad *Torulu*, *Oidium* a j. k získání bílkovinných krmiv. Tento postup neopustil dosud poloprovozní pokusy. Nutné odpadní vody z této operace nedávají dodnes záruku, že by je bylo



možné, bez dalších zákroků, přímo vypouštět do veřejných toků.

4. Velmi slibný způsob zužitkování aceton-butanolových výpalků je jejich použití místo zředovací vody pro vhodné přidružené výroby. Na příklad ke zředování melasy při výrobě lihu. To ovšem předpokládá zřízení takových kombinovaných závodů.

Takové provozy pak vyžadují plně sladění obou výrob jak časové, tak i kapacitní.

Jiná je otázka používat na příklad zahuštěných výpalků jako živného přídatku, případně koncentrátu růstových látek k různým mikrobiologickým procesům. Tam lze odůvodněně očekávat úsporu přidávaných živin, případně zkrácení kvasných dob. Orientační pokusy již byly provedeny a v dalších se pokračuje.

Tak v roce 1953 vykonal v lihovaru v Rájci soudruh Ing. Kulp řadu měření, při použití původních výpalků jako zředovacího média při výrobě lihu z melasy. Výpalky nejen že plně nahradily živné soli, nýbrž i zavedly velmi bouřlivé lihové kvašení a způsobily zkrácení kvasné doby o 20—25 %.

Soudruh Ing. Trieb z Kvasného průmyslu v Trenčíně, uveřejnil roku 1954 v „Průmyslu potravin“ výsledky srovnávacích pokusů o zvýšení výtěžnosti a zlepšení kvality pekařského droždí. Pokusy, kterými srovnával vlivy mikroelementů, corn-steepu a zahuštěných aceton-butanolových výpalků uzavřel zjištěním, že pro zvýšení výtěžnosti a zlepšení kvality pekařského droždí má stejný vliv corn-steep jako výpalky.

Praktické využití znemožňuje nerozpustná organická sušina, která znehodnocuje pekařské droždí. Pokud by však vyrobené droždí bylo použito ke krmným účelům, nebyla by zmíněná okolnost na závadu. Bylo by účelné, aby naše drožďárny vykonaly v tom směru praktické pokusy. Pokusná výroba acetonu a butanolu kvasnou cestou se snaží připravit výpalkový koncentrát prostý organické nerozpustné sušiny. Dosavadní zkušenosti odůvodňují předpoklad, že takový koncentrát, bohatý asimilovatelnými aminokyselinami a růstovými látkami, zhuštěnými jiné mikrobiologické procesy.

5. Aceton-butanolové výpalky mají značnou krmnou hodnotu. Sušina původních výpalků činí 1 až 2 % a je tvořena hydrolysovatelnými i nehydrolysovatelnými polysacharidy, bílkovinami, tukem a anorganickými popelovinami. Celkem je tvořena mišňobou hodnotou použité suroviny rozpuštěné, případně nerozpustné.

Uvádíme chemický rozbor výpalků získaných za použití brambor:

sušina	1,58
acidita (ve 100 ml filtrátu ml N NaOH)	2,8
pH	5,0
V sušině: celkový dusík	4,7 %
čistá bílkovina	18,18 %
tuk	0,65 %
popel	0,36 %

Je všeobecně známo, že zemědělské lihovarství poskytuje při výrobě lihu z brambor svému okolí cen-

né krmivo — lihovarské výpalky. Bramborářské oblasti znají cenu tohoto zimního krmného příspěvku, který zaručuje mléčnou a masnou produkci tamního hospodářství. Porovnáváme-li rozbor původních výpalků aceton-butanolových a výpalků lihovarských zjistíme, že obsahují stejné cenné látky, které tvoří hodnotu krmiv. Ovšem lihovarské výpalky mají vyšší sušinu, přibližně třikrát vyšší.

Je tedy možno použít aceton-butanolových výpalků ke krmení hovězího dobytka nejvhodněji, stejně jako výpalků lihovarských, t. j. spařováním voluminěsní píce ve formě řezanky a připravovat zapáčky z krmení do krmení. Zde určitě působí výpalky účinně svým obsahem bílkovin, kromě toho, že za současného působení vyšší teploty zvláční a tím zchutní ostatní píci.

Tím by bylo možno označit aceton-butanolové výpalky za stejně účinné s výpalkami lihovarskými a ocenit je v poměru nižší sušiny.

Avšak v zemích, kde výroba acetonu a butanolu kvasnou cestou tvoří podstatnou část kvasného průmyslu, jsou výpalky aceton-butanolové ceněny daleko více, než výpalky lihovarské.

Na základě předeslaných úvah, přikročila i naše výroba k rozsáhlé propagaci používání aceton-butanolových výpalků ke krmným účelům.

Po počáteční nedůvěře, která pramenila hlavně z nízké hustoty a z nezkušenosti zemědělců, staly se aceton-butanolové výpalky velmi oblíbené a hledané. Drobné i velké zemědělské podniky, místa a okolí, hlavně v zimních měsících, zkrmuji výpalky tím, že spařují voluminěsní krmivo. Zkrmuji denně 50—60 l původních řídkých výpalků na dospělé kus dobytka. Zdárně působí výpalky na zvýšenou dojivost. Dosahují asi o 1,5 l mléka denně více na zastavenou krávu.

Stejně zdárně působí na mladý odstavený skot, jmenovitě u drobných zemědělců, kde je nedostatek jadrných krmiv. Avšak naše výroba produkuje denně daleko větší množství výpalků, téměř po celý rok, kromě měsíců července a srpna, kdy nutno provést střední a generální opravy a základní vyčištění závodu.

Ačkoliv zájem o zkrmování aceton-butanolových výpalků stále stoupá, nepodařilo se nám dodnes označeným způsobem využít více než 20—25 % celkového denního množství. A to pouze v zimních měsících, kdy zemědělec má možnost vlastními prostředky výpalky odvážet.

Abý spotřeba v dosažitelném okolí byla rozšířena, nutno jednak zlepšit formy propagace zkrmování výpalků, jednak nutno věnovat pozornost organizační distribuce.

Závod připravuje autocisterny a hodlá použít výpalkových nádrží okolních zemědělských lihovarů. Tak by vznikla distribuční střediska, do kterých by závod výpalky dovážel vlastními prostředky.

Takovým způsobem by bylo možno zásobovat zemědělce ve větším okruhu a to i v ročních obdobích, kdy zemědělec zaneprázdněný polními pracemi, nemá možnost výpalky sám odvážet.

Veškeré popsání snahy valně pomáhají dnešní naší výrobě, avšak neřeší problém výpalků úplně a tím



více v době budoucí, kdy lze oprávněně očekávat růst výroby.

Aby bylo možno dopravovat výpalky na větší vzdálenosti, přikročil závod k pokusnému zahušťování na vakuovém čtyřčlenu, za použití výfukové páry ze závodní elektrárny.

Z počátku byl vyráběn koncentrát o sušině až 35 %. Krmné i skladovací zkušenosti ukázaly, že postačí zahuštění na 10—15 % sušiny. Takový výrobek lze již snadno distribuovat v železničních cisternách na velké vzdálenosti. Ke svařování na nižší hustotu vedly i zkušenosti, že zahuštěné výpalky jsou velmi trvanlivé, vydrží řadu týdnů i měsíců. Spíše vysychají, než by propadly mikrobiálnímu rozkladu. Zahuštěné výpalky za použití brambor jako základní suroviny ukázaly toto složení:

Sušina	34,84 %
V sušině: veškeré N-látky	33,21 %
tuk	0,47 %
vláknina	0,13 %
látky bezdusíkaté	47,48 %
popel	18,71 %
organická hmota	81,29 %
čistá bílkovina	18,51 %
amidy	14,70 %
stravitelné N-látky	20,05 %
stravitelné bílkoviny	5,72 %
škrobová hodnota	39,61 %

Bylo opět vynaloženo velmi mnoho na přesvědčení zemědělců o výhodách tohoto u nás neobvyklého krmného přídatku. Práce byla tím namáhavější, že se tak dalo v obdobích i v místech, kde nebyl okamžitý nedostatek krmiv. Úspěchům značně pomohla dobrá skladovatelnost zahuštěných aceton-butanolových výpalků.

Teprve po zdárných pokusech se svařováním bylo možno zásobovat výpalkami vzdálené velké zemědělské jednotky střední a jižní Moravy.

Zahuštěné výpalky jsou tam zkrmovány ve směsi s jinými jadrnými krmivy a jsou jimi v krmných dávkách nahrazovány bílkovinná krmiva. Velkou výhodou zahuštěných výpalků je, že lze je zkrmovat současně se zelenou pící.

Zahuštěné výpalky lze tak s úspěchem zkrmovat nejen dojnými a mladým žirným skotem, ale i jatečným vepřovým dobyt看em.

Stále stoupající zájem, dosahované výsledky ve výkrmu i ve výdojném hospodářství dokazují, že aceton-butanolové výpalky mají mimořádnou krmnou hodnotu.

Již při základní propagaci bylo zemědělcům vysvětlováno, že aceton-butanolové výpalky nelze srovnávat s výpalkami lihovarskými. Opravňovala k tomu skutečnost, že používaná bakteriální kultura *Clostridium acetobutylicum* hromadí v substrátu řadu růstových látek, převahou vitaminy skupiny B, hlavně riboflavin, vitamin B<sub>2</sub> a vitamin B<sub>12</sub>.

Tak v řídkých výpalcích bylo stanoveno ve 100 ml 1400—1500 γ riboflavinu. Ve výpalcích zahuštěných na 15 % sušiny 3000—3500 γ riboflavinu.

Riboflavin a snad i určité aminokyseliny jako lysin tvoří z aceton-butanolových výpalků speciální

krmivo, resp. ze zahuštěných vitaminový koncentrát. A lze se domnívat, že v traktu dobytčete působí na lepší a hlubší využití ostatních krmiv.

Aby dosahované praktické výsledky byly ověřeny správně vedenými krmnými pokusy, požádal závod Vysokou zemědělskou školu v Brně, resp. katedru pro biotechnologii výroby živočišné prof. Dr. Koudely, o spolupráci.

Katedra se zaměřila předem na srovnávací pokus s mladým jatečným dobyt看em. Na školním statku v Žabčicích byl od října 1953 do října 1954 proveden srovnávací krmný pokus na skupině jalovic krmných výpalkami, a sice 1,20 kg výpalkové sušiny denně.

Výsledky pokusů překvapily, když se proti očekávání ukázalo, že jakost masa z dobytčat krmných zahuštěnými výpalkami je vhodná pro výrobu masových konserv.

Vysoké přírůstky na váze ukázaly, že přidavek zahuštěných aceton-butanolových výpalků pomáhá daleko hlubšímu využití jadrných krmiv, a to ve velmi širokých dávkách.

Výsledky pokusů prokázaly, že krmná a dietická hodnota aceton-butanolových výpalků vysoko přesahuje krmnou hodnotu lihovarských výpalků z brambor.

To prokázalo ekonomické zhodnocení krmného pokusu. Byla-li vzata v úvahu cena 1 hl zahuštěných výpalků aceton-butanolových o 15 % sušiny Kčs 8,—, došlo se k překvapujícímu výsledku, že dokrm skotu je vysoce rentabilní.

Proto výsledky pokusů také navrhuji, aby aceton-butanolové výpalky byly plánovitě využity výhradně k výkrmu mladého jatečného dobytka v dokrmných skotu.

Problém zkrmování zahuštěných aceton-butanolových výpalků a výsledky srovnávacího krmného pokusu na školním statku v Žabčicích u Brna byl převzat ČSAZ jako práce původní.

Po provedeném oponentském řízení bude problém v celém rozsahu zveřejněn.

Vysoká zemědělská škola v Brně zařadila do plánu svých výzkumných úkolů na r. 1955 nový široce založený pokus s výkrmem vepřového dobytka.

Přinese-li také tento pokus tak kladné výsledky, jako pokus z r. 1954, stanou se zahuštěné výpalky — lépe řečeno vitaminový koncentrát — pozoruhodným přínosem ke zvyšování masné produkce našeho zemědělství. Tím z původního průmyslového odpadu, který hrozil znemožnit výrobu acetonu a butanolu kvasnou cestou, stane se plánovitě obhospodávané zboží, které svou cenou uhradí podstatnou část vlastních nákladů.

Bude dalším úkolem našich konstruktérů, aby vhodnou aparaturou odpařovacího zařízení, resp. ekonomickým využitím páry zlevnili náklady na zahušťování.

Pokusná výroba acetonu a butanolu skončí tak úsek svého úkolu, protože hospodárným využitím výpalků jsou dány trvalé podmínky pro rozvoj výroby acetonu a butanolu kvasnou cestou.

Dosavadní způsob zužitkování aceton-butanolových výpalků neuzavírá, naopak podmiňuje další jejich využití, na př. na výrobu čistého riboflavinu pro účely medicínální, resp. pro lidskou výživu.

Uvedený případ je typickou spoluprací vědy a praxe, kdy praxe přináší vědeckým ústavům problémy, na kterých zakládají nové výroby.