

# Některé zemědělské suroviny a jejich úprava pro výrobu bioetanolu

SOME AGRICULTURAL PRODUCTS AND THEIR TREATMENT FOR BIOETHANOL PRODUCTION

Karel Číž

V klimatických podmínkách střední Evropy jsou hlavní obnovitelné suroviny pro výrobu bioetanolu obiloviny, řepa a brambory. Mezi obiloviny – žito, pšenice, ječmen – lze ještě zařadit kukuřici, pěstovanou v menším množství v jižních oblastech. Možné je i zpracování čiroku, topinamburu a čekanky pro tyto účely. Ovoce připadá v úvahu pro výrobu palivového etanolu jen v případě velkých sklizní a nebo jako havarovaná surovina. Protože brambory slouží především k přímé konzumaci a také jako surovina v potravinářském i nepotravinářském průmyslu a mimo to se dlouhodobě velmi špatně skladují, je jejich širší využití jako další zemědělské průmyslové suroviny pro výrobu palivového etanolu sice možné, ale s problémy.

Základními průmyslově využitelnými látkami obsaženými ve všech těchto surovinách jsou škrob, sacharosa a další sacharidy, tedy substráty, dobře fermentovatelné na etanol kvasinkami *Sacharomyces cerevisiae*. K tomu, aby byla transformace na etanol technologicky proveditelná, s dobrou výtěžností, tedy ekonomicky výhodná, musí se tyto suroviny vypěstovat, sklídit z pole, dopravit do lihovaru, případně skladovat a před vlastním kvasným procesem mechanicky, případně chemicky upravit. Operace, které je nutno před vlastním fermentačním procesem se surovinami provést, a to běžně průmyslově využívané a i některé, které jsou v současné době ve stadiu výzkumu a nebo poloprovozu, jsou informativně uvedeny dále.

## Obilí

Obilí má vysoký obsah sušiny a je dlouhodobě dobře skladovatelné, jako sypký materiál se dobře dopravuje. Nejprve se vypere vodou a potom se sešrotuje, nebo se mele na mouku, je možné pracovat i bez této dispergace. Vnese se do pařáku, kde se pod tlakem rozváří. Tato operace trvá 1 až 2 hodiny postupně do tlaku 4 bar dle jednotlivých druhů obilovin. Technologie se řídí automatikou podle strojního vybavení pařáku, často zejména u menších jednotek jen praktickými zkušenostmi obsluhy. Potom se přidá ječný slad, kterým se škrob obsažený v obilí rozštěpí amylázami ze sladu na jednoduché cukry a želatinuje. Tento zákvas se pak převede do hlavní kvasné kádě k vlastní fermentaci (1).

## Kukuřice

Kukuřice má obdobně jako obilí vysoký obsah sušiny a je dobře skladovatelná. Paří se celá zrna v okyselené vodě stejným postupem jako obilí.

## Cukrovka a krmná řepa

Řepa má omezenou skladovatelnost. Dříve se zpracovávala přímo v tzv. zemědělských lihovarech. Ty byly vybaveny buď

extrakcí jako cukrovary a nebo používaly paření, jak je popsáno u brambor a obilí. Vypraná řepa se rozřezala na řízky a v nádobách podobných Robertovým difuzerům se okyselenou vodou získával roztok, který se potom zkvašoval. Při paření se na rozdrcenou řepu v okyselené vodě působilo párou o tlaku max. 2 bar celkem asi 1 hodinu. Roztok obsahující hydrolyzovaný škrob se doplnil živinami a dopravoval se do hlavní kvasné nádoby k fermentaci (2).

K přímému zpracování cukrovky pro fermentaci na bioetanol se nyní nabízejí nové jednodušší způsoby:

- elektroporace, kdy se na celé řepné bulvy působí silným elektrickým polem, čímž dojde k destrukci buněk. Následným rozmísením tohoto materiálu vodou s teplotou do 60 °C lze získat substrát vhodný nejen pro přímou fermentaci sacharosy kvasinkami na etanol a též pro štěpení celulosy řepné dřevě enzymy na glukosu, která je fermentovatelná (3, 4);
- přímé rozmělnění řepných bulv tlakovým paprskem vody (toto zařízení se v průmyslu běžně používá pro čištění odparek, trubek zahříváčů od inkrustací, k čištění potrubí apod.). Získaný substrát se zpracuje dále biochemicky jak je uvedeno výše (5).

Samozřejmě nejběžnější způsob úpravy řepy před fermentací je její zpracování v cukrovaru na některý z mezivýrobních – surová šťáva, těžká šťáva, siroby o nižší čistotě, melasa. Všechny tyto produkty obsahující hlavní složku sacharosy a malé množství redukcujících cukrů, lze dobře zkvasit. Navíc, pokud mají tyto látky vysoký obsah sušiny, jsou i dobře dlouhodobě skladovatelné. Optimálním řešením pro zpracování cukrovky na etanol je kombinát cukrovar-lihovar. Takový komplex umožňuje ekonomicky řídit poměrnou výrobu cukru a lihu podle poptávky a cenách obou výrobků na trhu. Maximálně se využije logistika, pomocné provozy a především tepelně-energetický systém. Dokladem takového účelné „symbiozy“ jsou úspěšně pracující kombináty cukrovar-lihovar v Brazílii a v Evropě ve Francii.

## Brambory

Tato surovina se pro průmyslovou výrobu bioetanolu nyní v Evropě velmi málo užívá. Dříve u nás bylo v provozu mnoho malých zemědělských lihovarů, po válce vyráběly 85 % z celkové produkce lihu. Tyto závody pracovaly pařením, které trvalo asi 1 hodinu při tlaku 3 bar, pak následovalo enzymatické štěpení – želatinace získaného substrátu – škrobu amylázami obsaženými v přidaném ječném sladu (2).

## Další suroviny pro výrobu bioetanolu

Do výčtu zemědělských plodin vhodných pro výrobu etanolu, je třeba se ještě zmínit o dalších surovinách, které se sice v současné době pro tento účel u nás nepoužívají, ale jsou svým

složením pro fermentaci vhodné. Snížení výroby cukrovky na cukr má totiž za následek uvolnění pěstebních ploch pro jiné plodiny, které by se např. v teplých a suchých oblastech státu mohly pro průmyslovou výrobu bioetanolu uplatnit, např.:

- **čirok** (*Sorghum sacharatum*) je teplomilnou rostlinou, která má stéblo 2 až 3 m vysoké, obsahující 15 - 18 % sacharosy a redukcující cukry. Na etanol se zpracovává vylisovaná šťáva. Sklízí se asi 0,5 t/ha zelené hmoty, pěstuje se v kukuřičných oblastech;
- **topinambur** (*Helianthus tuberosus*) – vytváří přímý stonek vysoký kolem 3 m, listy a květy připomíná slunečnici. Množí se hlízami, ty se po sklizni nechávají přes zimu dozrávat, kdy při nízké teplotě dojde k totální hydrolyze inulinu endogenní inulásoou na oligofrutosu. Výnosy hlíz topinamburu se pohybují kolem 20 t/ha, poskytují i zelenou hmotu využitelnou přímo ke krmení a na siláž. Hlavní součástí (~16 %) topinamburové hlízy je inulin a v menším množství i jeho štěpné produkty. Inulin je rezervní polysacharid rostlin místo škrobu, jedná se o polymér složený z lineárních řetězců D-fruktofuranos obsahující zpravidla jako koncovou jednotku D-glukosu (6). U nás se topinambury pěstovaly a zpracovávaly na lín jen výjimečně, překážkou je nedostatek kvalitní sadby, málo propracovaná agrotechnika a neobvyklost jarně-letní sklizně, což by nyní, ale opačně, mohlo být pro lihovar výhodné prodloužení výroby. Hlízy topinamburu se zpracovávaly pařením při tlaku ~3 bar ve vodě okyselené na pH 3 - 4, celkem asi 40 minut. Potom se vzniklý materiál, obsahující převážně fruktozu, ještě podle potřeby hydrolyzovat inulázou a pak se zkvasil na etanol.
- **čekanka** (*Cichorium intybus*) – kořen čekanky také obsahuje inulin ve složení 15 - 20 % glukofruktanu a 8 - 11 % fruktanu (6). Používala se pro výrobu kávovin. Agrotechnika je podobná agrotechnice cukrovky. Průměrný výnos se pohybuje kolem 15 t/ha. Zpracování čekanky probíhá stejně, jak je uvedeno u topinamburu.

V literatuře se uvádí ještě jedna plodina možná pro výrobu etanolu v našich klimatických podmínkách, a to kaštan, jedlé či divoké – plody jírovce. Obsahují sice 28 - 35 % škrobu, ale

také tříslovinu a saponin, které nepříznivě ovlivňují jak enzymatickou hydrolyzu tak i vlastní fermentaci kvasinkami. Materiál lze použít v malém množství jen jako přídavek při fermentaci jiných surovin (2).

## Závěr

Hlavní zemědělskou plodinou vhodnou pro průmyslovou výrobu palivového etanolu u nás je zatím cukrovka a obilí. Je podána informace o dalších zemědělských surovinách obsahujících sacharosu a škrob, které již dříve byly, případně jsou pro zpracování fermentací na etanol využitelné. Těž je věnována pozornost některým technologickým postupům umožňujícím jednoduché zpracování řepy pro fermentaci místo v zařízení cukrovaru.

## Literatura

1. KNEITSCHEL M.: Futter für die Hefe. *Zuckerrübenzeitung*, 43, 2007 (3), s. 9.
2. DYR J.: *Libovarství*. díl I, SNTL Praha, 1956.
3. FRENZEL S., MICHELBERGER T., WITTE G.: Electroporation for the treatment of sugarbeet cells – Experience from trials in the laboratory and on a technical scale. *Zuckerind.*, 126, 2004 (4), s. 242–248.
4. ČÍŽ K.: Zpracování obnovitelných celulosových surovin. *Listy cukrov. a řep.*, 123, 2007 (4), s. 134–135.
5. HARTEN U.: Schneiden mit Wasserstrahl. *Zuckerind.*, 131, 2006 (10), s. 698–703.
6. VELÍŠEK J.: *Chemie potravin 1*. OSSIS Tábor, 1999.

## Kontaktní adresa:

doc. Ing. Dr. Karel Číž, CSc., VUC Praha a. s., U Jednoty 7, 42 00 Praha 4 Písnice, Česká republika.