

Výroba škrobů a jejich využití v průmyslu

Lucie Chrvalová

Bakalářská práce
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav potravinářského inženýrství
akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Lucie CHRVALOVÁ**
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Výroba škrobů a jejich využití v průmyslu**

Zásady pro vypracování:

- Zpracování literární rešerše z problematiky výroby škrobů a jejich využití v průmyslu.
- Druhy škrobů.
- Výrobky ze škrobu a jejich využití.
- Výživná hodnota škrobů, jejich fyziologie.
- Seznam literatury.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

[1] ŠÍCHO, V. *Potravinářská biochemie*, SNTL, Praha 1969.

[2] DUDÁŠ A KOL. *Skladování a zpracování rostlinných výrobků*, Státní zemědělské nakladatelství, Praha 1981.

[3] KINDL, H., WÖBER, B. *Biochemie rostlin*, ČSAV, Praha 1981.

[4] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. *Chemie potravin*, SNTL, Praha 1983.

[5]http://kalch.upce.cz/add_on/potech10.pdf.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jana Rieglová**

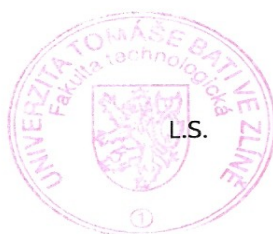
Bzenec

Datum zadání bakalářské práce: **23. února 2009**

Termín odevzdání bakalářské práce: **31. května 2009**

Ve Zlíně dne 31. května 2009


doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan




prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Práce se zabývá vlastnostmi a výrobou nativních škrobů. Hlavně tedy výrobou bramborového, pšeničného a kukuřičného škrobu. Dále je podrobně popsáno složení škrobnatých rostlin a jejich nároky na pěstování. Práce se zaměřuje i na jiné, méně známé škroby. Popsána je i současná situace českého škrobárenského průmyslu. Zabývá se důležitostí škrobu, její budoucností a perspektivním využíváním tohoto obnovitelného zdroje, stále rostoucím uplatňováním škrobů v potravinářském průmyslu a jejich vlivem na zdravou výživu.

Klíčová slova: škrob, amylosa, amylopektin, modifikované škroby, substituované škroby, technické dextriny, škrobové hydrolyzáty, výrobky ze škrobů, kvóta, výživa.

ABSTRACT

The thesis deals with the features and production of wet starches, mainly with the production of potato, wheat and corn starch. The structure of starch-containing plants and their growing demands are described here. The thesis focuses also on other lesser-known starches. The present situation of Czech starch industry is mentioned as well. The thesis deals further with the importance of starch and its future, with perspective usage of this renewable resource, with ever-growing usage of starches in the food industry and with their influence on the nutrition.

Keywords: starch, amylose, amylopectin, modified starches, substituted starches, technical dextrins, starch hydrolysates, starch products, quota, nutrition.

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucí své bakalářské práce, paní Ing. Janě Rieglové, za její odborné vedení a pomoc při sepisování bakalářské práce a zapůjčení studijního materiálu.

Motto:

„Tajemství úspěchu v životě není dělat, co se nám líbí,
ale nalézt zalíbení v tom, co děláme.“

Thomas Alva Edison

Prohlašuji, že jsem na bakalářské práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uvedena jako spoluautorka.

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD.....	8
1 VZNIK A VLASTNOSTI ŠKROBU.....	9
1.1 VZNIK ŠKROBU FOTOSYNTÉZOU.....	9
1.2 FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI ŠKROBU.....	10
1.3 CHEMICKÉ VLASTNOSTI ŠKROBU.....	13
2 DRUHY ŠKROBŮ.....	16
2.1 BRAMBOROVÝ ŠKROB.....	16
2.1.1 Složení bramborových hlíz.....	17
2.1.2 Požadavky na jakost brambor.....	18
2.1.3 Výroba bramborového škrobu.....	20
2.1.4 Kontrola a hodnocení jakosti škrobu.....	22
2.2 PŠENIČNÝ ŠKROB.....	22
2.2.1 Složení pšeničné mouky.....	23
2.2.2 Požadavky na jakost škrobárenské pšenice.....	24
2.2.3 Výroba pšeničného škrobu.....	26
2.3 KUKUŘIČNÝ ŠKROB.....	27
2.3.1 Složení kukuřičného zrna.....	27
2.3.2 Výroba kukuřičného škrobu.....	28
2.4 JINÉ ZDROJE ŠKROBŮ.....	29
2.4.1 Triticále.....	29
2.4.2 Rýže.....	30
2.4.3 Hrách.....	30
2.4.4 Čírok.....	31
2.4.5 Banány.....	31
2.4.6 Tapioka.....	31
3 VÝROBKY ZE ŠKROBŮ.....	33
3.1 PRODUKTY FRAKCIONACE ŠKROBU.....	33
3.2 MODIFIKOVANÉ ŠKROBY.....	33
3.3 SUBSTITUOVANÉ ŠKROBY.....	34
3.4 TECHNICKÉ DEXTRINY.....	34
3.5 ŠKROBOVÉ HYDROLYZÁTY.....	34
4 VYUŽITÍ ŠKROBŮ.....	35
4.1 VYUŽITÍ ŠKROBŮ V POTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU.....	35
4.2 VYUŽITÍ ŠKROBŮ V NEPOTRAVINÁŘSKÉM PRŮMYSLU.....	36
5 FYSIOLOGIE A VÝŽIVA.....	37
6 VÝROBCI ŠKROBŮ V ČESKÉ REPUBLICCE.....	39
ZÁVĚR.....	41

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	43
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	47
SEZNAM OBRÁZKŮ.....	49
SEZNAM TABULEK.....	50
SEZNAM PŘÍLOH.....	51

ÚVOD

Škrob je zásobní polysacharid, který je vytvářen fotosyntézou a ukládán zejména v semenech, hlízách a oddencích. Pro rostlinu představuje zásobu energie, pro nás je však cennou obnovitelnou surovinou, využívanou pro chemický nebo jiný průmysl.

Ovšem jen z malého počtu rostlin se dá škrob prakticky získat. Vyskytuje se v podobě zrn různé velikosti a struktury, která je charakteristická pro jednotlivé rostliny. Zrna se vyskytují vždy volná, nejsou chemicky nebo fyzikálně vázaná na jinou složku, což umožňuje jejich poměrně snadné získávání.

Výroba a jeho použití mají dlouhou historii. Stopy lepidel připravených z pšeničného škrobu byly nalezeny na egyptských papyrech datovaných kolem 3500 let př.n.l. Rovněž staré čínské písemnosti se dochovaly na materiálech vyrobených pomocí škrobu. Taky v Evropě se používal po dlouhou dobu jako základní surovina pro výrobu pudrů, úpravu textilií a pro další technické použití. Rozvoj škrobářenské technologie nastal po objevu kyselého hydrolyzy škrobu a rovněž po objevu výroby technických dextrinů – hlavní složky řady lepidel.

V České republice tradičně převažovala výroba škrobu z brambor, který se vyznačoval vysokou kvalitou. Později výroba především bramborového škrobu výrazně poklesla. Zvýšila se cena brambor, vznikly ekologické problémy s odpadními vodami. Řada škrobáren byla zrušena a některé škrobárny přešly na výrobu pšeničného škrobu.

Dnes se u nás vyrábí pouze škrob bramborový a pšeničný. Ve světě převažuje produkce kukuřičného škrobu, jejímž hlavním producentem jsou Spojené státy americké. Tapiokové a další škroby se vyrábějí především v zemích, jako je Nigérie, Brazílie, Kongo a Thajsko.

V původním stavu je škrob v zemích Evropské unie využíván méně než z 1/3 celkové produkce v průmyslu, a to hlavně v papírenství a výrobě lepenky. Tradičně se škrob využívá pro své specifické vlastnosti jako je hydrofilnost, bobtnavost, viskozita a schopnost vytvářet film. Použitím širokého spektra mechanických, tepelných, chemických a biotechnických procesů se funkční vlastnosti mohou přeměňovat, přizpůsobit daným požadavkům, takže dnes nabízí evropský škrobový průmysl více než 600 různých výrobků ze škrobu pro různé účely použití.

Škroby jsou díky svému obnovitelnému zdroji, své neškodnosti a poměrně snadnému rozkladu, rok od roku více využívanou a uplatňovanou surovinou.

1 VZNIK A VLASTNOSTI ŠKROBU

Škrob (lat. *amylum*) patří mezi fyziologicky, technologicky i ekonomicky nejvýznamnější polysacharidy. Vyskytuje se v přírodě v rostlinném materiálu jako rezervní látka v podobě zrněk uložených v semenech, kořenech, hlízách a listech. Nejedná se o látku jednotnou, nýbrž o směs dvou polysacharidů, tj. amylosy (20 %) a amylopektinu (80 %) [7].

Škrob vzniká jako hlavní metabolický produkt v chloroplastech listů zelených rostlin [37].

Zvláště bohaté na škrob jsou brambory, banány, obiloviny a tapioka. Podle surovin, ze kterých je vyrobený, se rozeznává škrob bramborový, kukuřičný, pšeničný, rýžový a jiné [37].

1.1 Vznik škrobu fotosyntézou

Škrob je konečným produktem fotosyntézy [37]. Fotosyntéza je biochemický proces, při kterém se mění přijatá energie světelného záření na energii chemických vazeb. Využívá světelného, např. slunečního záření a tepla k syntéze energeticky bohatých organických sloučenin [41].

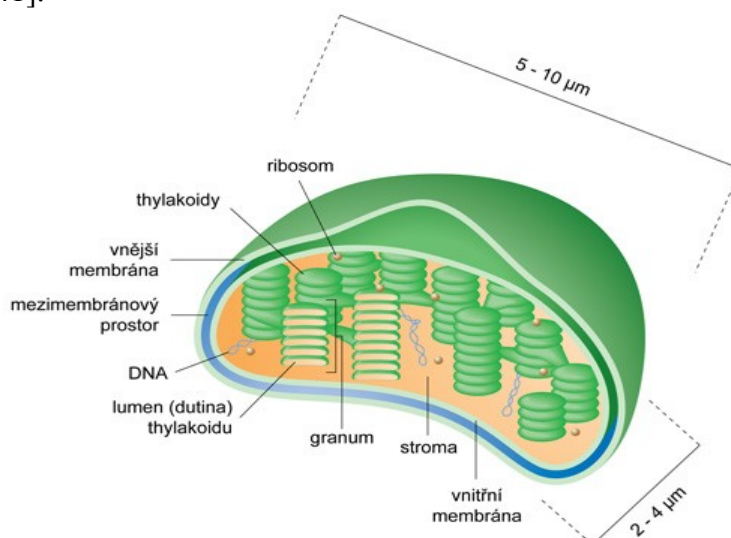


Obr. 1. Souhrnná rovnice fotosyntézy [41]

Fotosyntéza je složitý, několikastupňový proces, který probíhá v chloroplastech zelených rostlin a v mnoha dalších organismech. Chloroplasty jsou plastidy v cytoplasmě rostlin, obsahující asimilační barviva, ve kterých probíhá fotosyntéza. Mají dvojitou membránu, obsahující vlastní DNA a ribosomy. Obvykle jsou zeleně zbarveny díky chlorofylu. V základní plasmatické hmotě chloroplastů (stromatu) jsou malé, okrouhlé, na sebe navrstvené destičky (grana), která tvoří soubor uzavřených dvojitých lamel (thylakoidů) obsahujících fotosyntetická barviva (pigmenty) [41].

Průběh fotosyntézy se dělí do dvou fází. Světelná fáze, či primární děj, jsou reakce závislé na světle a uskutečňují se v thylakoidech. Při nich probíhá přeměna světelné energie (fotonů) na chemickou energii (ve formě NADPH a ATP). Jako vedlejší produkt světelné fáze vzniká kyslík. Temnostní fáze, či sekundární děj, jsou reakce nezávislé na světle. Sice neprobíhají ve tmě, ale nepotřebují světelnou energii. Temnostní reakce probíhá ve stromatu a ukládají chemickou energii získanou ve světelné fázi fixací CO_2 do sacharidů. Jsou známy tři cykly fixace CO_2 – Calvinův, Hatch-Slackův

a CAM cyklus [41].



Obr. 2. Řez chloroplastu [35]

Syntéza škrobu probíhá tedy v zelených částech rostlin v amyloplastech ze sacharosy. Probíhá v temnostní fázi fotosyntézy ve stromatu [35].

Jak u sacharosy, tak u škrobu vzniká α -D-glukosidická vazba přenosem glukosylové skupiny z molekuly glukosy, vázané na nukleosiddifosfát, na molekulu akceptoru. Donorem glukosylové části při syntéze škrobu je výhradně ADP – glukosa [6].

Velké množství škrobu vzniká taky v nezelených částech rostlin, např. v organelách zrajících semen. Amyloplasty v nezelených částech rostlin však nejsou schopny fotoasimilovat, syntéza škrobu tedy může probíhat jen z uhlíkatých sloučenin, které se do organely přemístily ze zelených částí rostlin [6].

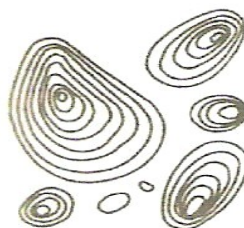
Během fotosyntézy vzniká v chloroplastu tranzitorní škrob, který se rozloží na sacharosu, přenáší se cévními svazky a poté se ukládá do zásoby (cukrová třtina, řepa) nebo vzniká zásobní škrob a ukládá se v zásobních orgánech (hlízy, plody, kořeny ...) [25].

1.2 Fyzikální vlastnosti škrobu

Škrob je bílý nebo slabě nažloutlý, silně hygroskopický, ve studené vodě nerozpustný prášek, bez chuti a zápachu. Je-li suchý, dá se velmi dobře skladovat; ve vlhkém stavu podléhá snadno zkáze. Pod mikroskopem se jeví škrobová zrna nebo jejich shluky velmi zřetelně, přičemž pro jednotlivé druhy škrobu jsou charakteristická nejen jejich velikost, ale také tvar a způsob vrstvení. Jednotlivá škrobová zrna se jeví jako sférokristaly, vznikající apozicí nových vrstev, jež se ukládají kolem jádra, umístěného ve středu nebo excentricky. Jádro může být jedno, dvě nebo může být jader více. Podle jejich počtu se

rozeznávají pak zrna jednoduchá a složená [4].

Bramborový škrob má zrna oválného, vejčitého až lasturnatého tvaru s dobře zřetelným rýhováním, velikosti 6 – 140 μm , nejčastěji kolem 70 μm , s excentricky umístěným jádrem. Od obilných škrobů se liší tvarem a hlavně velikostí. Měrná hmotnost bramborového škrobu je 1,648; čím jsou zrna větší, tím jsou těžší a tím rychleji sedimentují [4].



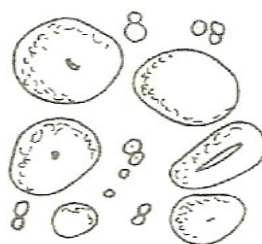
*Obr. 3. Škrobová zrna
bramborového škrobu [2]*

Kukuřičný škrob je hranatý, s ostře odstíněným jádrem, bez zřetelného vrstvení. Podobně jako škrob ovesný a rýžový tvoří nejčastěji zrna složená velikosti 50 μm . Jednoduchá zrna dosahují velikosti 7 – 30 μm , průměrně 20 μm [4].



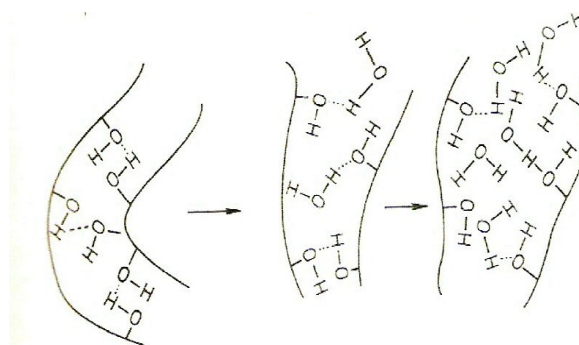
*Obr. 4. Škrobová zrna
kukuřičného škrobu [2]*

Pšeničný škrob je čočkovitého až kulatého tvaru s centrálním, méně patrným vrstvením. Škrobová zrna pšenice, žita a ječmene jsou si velmi podobná a dají se jen velmi těžko identifikovat. Zvláštností pšeničného škrobu je jeho rozdělení podle velikosti škrobových zrn na tzv. škrob malozrnný (2 – 7 μm) a škrob velkozrnný (15 – 30 μm), přičemž mezi malými a velkými škrobovými zrny není plynulý přechod [4].



Obr. 5. Škrobová zrna
pšeničného škrobu [2]

Škroby přijmou za normálních podmínek z atmosféry asi 12 – 14 % vody. Studená voda může proniknout do amorfních částí škrobového zrna, aniž by se porušily micely. Tímto způsobem může škrob nabrat až 30 % vody beze změny velikosti a tvaru částic. Jestliže stoupá teplota suspenze škrobových zrn ve vodě, charakter zrn se zpočátku nemění. Až při teplotě, kdy molekuly nabudou dostatečnou energii k tomu, aby se přerušily vodíkové vazby, nastává bobtnání. Teplota, při níž zrna začínají bobtnat, tzv. želatinizační teplota, závisí na druhu škrobu; u škrobu kukuřičného se pohybuje od 62 do 70 °C, u rýžového od 68 do 78 °C, pšeničného od 60 do 64 °C, žitného od 57 do 70 °C, bramborového od 58 do 66 °C. Během bobtnání škrobové zrna postupně přijímá velké množství vody (při 70 °C maximálně až 25násobek hmotnosti škrobu), která proniká do prostoru mezi polysacharidickými řetězci škrobu. Tím se naruší uspořádaná struktura zrna [2].



Obr. 6. Pronikání vody mezi molekuly škrobu [2]

Jestliže bobtnání postoupilo tak daleko, že se vazby mezi molekulami škrobu zcela rozrušily, vznikne tekutý škrobový maz. Maz ještě může obsahovat zrna, ovšem mnohonásobně zvětšená [2]. Teprve při teplotách kolem bodu varu, zvláště při třepání nebo intenzivním míchání, se zrna poruší a jejich obsah se vylíje do prostředí [4]. Vytvoří se škrobový roztok, tzv. maz, v němž molekuly volně rotují. Tím roste viskozita, zvláště při vyšších koncentracích [2].

Při ochlazení škrobového roztoku viskozita značně stoupá. Tímto způsobem vznikne gel. Struktura gelu se postupně mění tím, že se vytvářejí další vodíkové můstky. Síť řetězců polysacharidu se tak stává hustší, a proto vytlačí část vody, původně v gelu zachycené. Tento jev se obecně nazývá syneréze, u škrobových gelů retrogradace. Retrogradace poněkud snižuje stravitelnost škrobu. Rychlost retrogradace závisí na teplotě; největší je při teplotách kolem 0 °C, zvláště proběhne-li několik cyklů tuhnutí tání vody vázané v gelu. Retrogradace se zvláště nepříznivě projevuje na konzistenci chleba a pečiva při skladování, kde se jí předchází speciálními přísadami. Při teplotách kolem 60 – 70 °C retrogradace nenastává. Při zahřátí retrogradovaného gelu se původní konzistence mění. Reverze vznikne ovšem jen tehdy, jestliže během retrogradace nedošlo ke ztrátám vyloučené vody, např. odpařením [2].

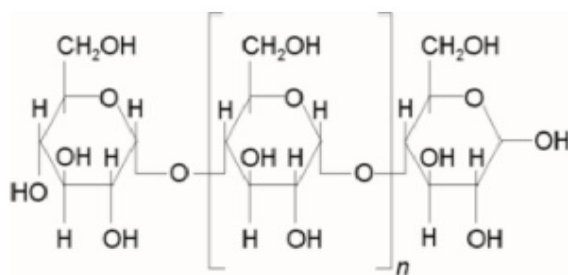
Zahřívá-li se tedy škrob s vodou, dochází nejdříve k bobtnání a pak k mazovatění, přičemž se objem zvětšuje až 120krát. Velká škrobová zrna bobtnají a mazovají rychleji než zrna malá. Analyticky se škrob dokazuje pomocí roztoku jódu v jodidu draselném známým modrým zbarvením, které zahřáním mizí, avšak po ochlazení se znovu vrací [4].

1.3 Chemické vlastnosti škrobu

Po chemické stránce je škrob makromolekulární sacharid $(C_6H_{10}O_5)_n$, jehož základní stavební složkou je glukosa. V porovnání s ostatními cukry je škrob relativně heterogenní. Skládá se ze dvou velmi podobných složek, a to amylosy a amylopektinu [4]. Základní jednotkou u obou těchto polysacharidů je D-glukopyranosa [2].

V molekule amylosy tvoří glukosové jednotky dlouhý rovný řetězec (podle některých nálezů nepatrně rozvětvený), kde jsou jednotlivé D-glukopyranosové jednotky vzájemně glykosidicky vázány $\alpha(1-4)$ vazbou. Řetězec vytváří pravděpodobně vlivem vodíkových vazeb šroubovici, která se na různých místech ohýbá a může na některých místech vytvářet i smyčky [2].

Molekulová hmotnost amylosy není jednotná, nýbrž jde vždy o směs různě dlouhých řetězců o molekulové hmotnosti většinou mezi 1 – 2 miliony. U škrobů z kořenů a hlíz bývá molekulová hmotnost větší než u škrobů ze semen. Protože se molekula snadno štěpí již mírnými operacemi, starší prameny uvádějí molekulovou hmotnost podstatně nižší [2].



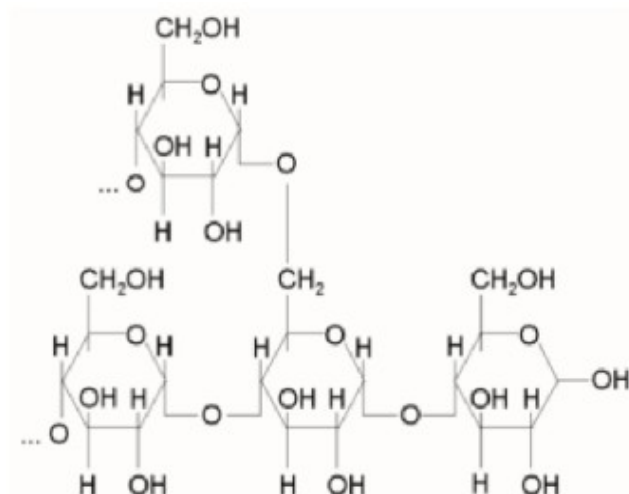
Obr. 7. Schématické znázornění amylosy [36]

Kyselou hydrolyzou se štěpí amylosa přes maltosu na glukosu. Působením amylytických enzymů amylas se štěpí amylosa tak, že se z ní neustále odštěpují maltosové jednotky; molekulová váha amylosy přitom stále klesá a vznikají nízkomolekulární dextriny. Dextriny jsou amorfni, ve vodě rozpustné v alkoholu nerozpustné látky, které se jódem barví různě, podle délky řetězce. Dextriny vznikají také zahříváním škrobu (např. při pečení chleba). Jedná se o pražné dextriny, které mohou intenzivnějším záhřevem karamelizovat a tmavnout. Dextriny jsou nezkvasitelné kvasinkami, takže zůstávají obsaženy např. v pivě, kde vznikly při výrobě neúplnou enzymatickou hydrolyzou škrobu. S klesající molekulovou váhou dextrinu klesá i schopnost tvořit barevné komplexy s jódem [7].

Amylosa se ve vodě rozpouští na čirý, málo viskózní roztok, záhřevem nemazovatí. Po čase se z roztoků vylučuje následkem retrogradace. S roztokem jódu v jodidu se amylosa barví modře [2]. Je elektricky neutrální. V přírodě se nevyskytuje v čisté formě, ale je vždy doprovázena určitým množstvím amylopektinu [4].

V molekule amylopektinu je rovněž většina D-glukopyranosových jednotek vázána $\alpha(1-4)$ vazbou, ale asi u 4–5 % se vyskytuje také $\alpha(1-6)$ vazba, čímž je způsobeno větvení. Větvení není pravidelné a větve mohou být dále rozvětveny. Obvyčejně připadá jedna koncová skupina na 20 až 25 D-glukosových jednotek. Podobně jako stupeň větvení je i celková molekulová hmotnost velmi proměnlivá a pohybuje se mezi 10 a 200 milióny. Amylopektin obsahuje malé množství estericky vázané kyseliny fosforečné (asi 0,18 %) [2]. Amylopektin je v horké vodě nerozpustný, pouze bobtná, rosolovatí a dává viskózní stálé koloidní roztoky. Jódem se barví fialově až nahnědle fialově [4].

Většina škrobů obsahuje podstatně více amylopektinu (80–85 %) než amylosy. V současné době jsou již vyšlechtěny speciální odrůdy kukuřice s obsahem 80 % amylosy a 20 % amylopektinu [4].



Obr. 8. Schématické znázornění amylopektinu [36]

Stupeň hydrolyzy amylopektinu závisí na druhu použitých enzymů amylas. Vznikají nízkomolekulární dextriny, maltosa a isomaltosa [7].

Při štěpení kyselinami se škrob odbourává až na molekuly glukosy. Přechodné produkty (amylodextrin, erytrodextrin, achrodextrin a maltodextrin) lze po zabarvení jódem dosti přesně určit. Bylo dokázáno, že mezi velikostí škrobových zrn a dobou štěpení existuje velmi úzká závislost. Nejkratší doba hydrolyzy byla zjištěna u malých škrobových zrn. Při enzymatickém rozkladu amylasou se škrob štěpí přes dextriny na disacharid maltosu. Štěpení však neprobíhá u všech škrobů stejně; nejlépe se zcukřuje škrob žitný a bramborový, pak pšeničný a teprve pak škroby ostatní [4].

2 DRUHY ŠKROBŮ

V České republice se tradičně využívá především škrob bramborový, pšeničný a kukuřičný. V teplejších oblastech (Čína, Japonsko, Ceylon atd.) se vyrábí škrob hlavně z rýže. V tropickém a subtropickém pásmu se používají jako suroviny k výrobě škrobu tapioka a batáty [4].

Škrobárenský průmysl produkuje buď nativní škroby (vyrobené bez úprav fyzikálně-chemických vlastností), nebo výrobky ze škrobu, tedy deriváty škrobu (s úpravami fyzikálně-chemických vlastností) [14].

2.1 Bramborový škrob

Z celkové produkce škrobu se u nás vyrábí asi 10 % z brambor [13]. Ale i tato minimální produkce bramborového škrobu je nepostradatelnou součástí českého škrobárenského průmyslu.

Pro jednotlivé členské země Evropské unie jsou stanoveny národní výrobní kvóty pro výrobu bramborového škrobu. Je stanovena minimální cena za brambory, která se odvíjí od obsahu škrobu v bramborách [19]. Výrobní kvóty pro hospodářské roky 2007/08 a 2008/09 činí 33660 tun bramborového škrobu ročně, které byly rozděleny mezi 4 tuzemské společnosti [39].

Potřeba bramborového škrobu v České republice vzrostla za posledních 8 let již téměř dvojnásobně. Teoretická potřeba brambor k celkové potřebě bramborového škrobu v České republice byla sice z větší míry kryta z dovezeného bramborového škrobu, nicméně se tento poměr v posledních letech částečně vyrovnává. Podle odhadu Českého statistického úřadu se skutečná spotřeba bramborového škrobu v České republice ustálí na úrovni 40 – 45 tis. tun ročně. V případě, že by České republice v budoucnu byla přidělena požadovaná kvóta 51 tis. tun, mohla by se stát i vývozní zemí [27].

Brambory pro výrobu škrobu jsou v České republice pěstovány na bezmála 5 tis. hektarech, převážně v krajích Vysočina (43,5 % podíl z celkové plochy), v Jihočeském kraji (28,9 % podíl) a Středočeském kraji (16 % podíl). V ostatních krajích je pěstování spíše okrajovou záležitostí [27].

Průměrný výnos brambor se v roce 2007 dostal na úroveň 34 t.ha⁻¹. I když byla škrobnatost v předloňském roce nižší než v roce 2006, vzhledem k dosaženým výnosům se z jednoho hektaru vyrobilo 7,4 tuny škrobu. Průměrná cena škrobárenských brambor v roce 2007 byla

1960 Kč.t⁻¹. V roce 2008 došlo k poklesu výnosu na 32 t.ha⁻¹, došlo i k propadu výnosu škrobu z jednoho hektaru na 7 tun a cena se při škrobnatosti 19 % pohybovala na úrovni 1895 Kč.t⁻¹ [20].

2.1.1 Složení bramborových hlíz

Brambor hlíznatý je dvouděložná rostlina. Je jednoletou bylinou, která může být rozmnožována generativně i vegetativně. V zemědělské výrobě se rozmnožuje pouze vegetativně hlízami [27].

Stonek je různě tlustý a dlouhý. Na průřezu je nepravidelně obdélníkovitý, trojúhelníkovitý, někdy okrouhlý. Listy bramboru jsou lichozpeřené. Listy jsou slabě, středně až velmi chlupaté. Květenství je dvojvijan umístěný na vrcholu stonku. Květy jsou zpravidla pětičetné. Plodem je bobule, která obsahuje 50 – 100 semen. Semena jsou drobná, vejčitého tvaru, zploštělá, světle žlutě zbarvená. Kořenovou soustavu rostlin množených hlízami tvoří větší počet stonkových a stolonových kořenů, které se bohatě větví. Stolony jsou podzemní výhony 2 – 5 mm silné, jejichž vrcholy se přeměňují v hlízy [27].



Obr. 9. Brambor hlíznatý [18]

Kromě škrobu bramborové hlízy obsahují další polysacharidy - vlákninu, hemiceluloso, pektiny, hexosany a pentosany. V původní hmotě hlíz je 0,11 % rozpustného pektinu, 0,45 % nerozpustného pektinu a 0,17 – 3,48 % vlákniny. Ve zdravých a vyzrálých hlízách je obsah sacharidů malý, ale z technologického hlediska je jejich obsah významný. Pohybuje se v rozpětí: sacharosa 0,10 – 0,40 %, glukosa 0,05 – 0,20 % a fruktosa 0,10 – 0,40 % v původní hmotě. Dusíkaté látky tvoří bílkoviny, aminokyseliny, amidy, a anorganické sloučeniny. Hlízy dále obsahují tuky a organické kyseliny. Minerální látky představují převážně bazické prvky (Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, P, I, Br, Ni, Mo, Ca, K, Na, aj.).

V hlízách brambor se vyskytuje směs glykoalkaloidů, které jsou označeny jako solanin [27].

Tab. 1. Obsah významných látek v bramborové hlíze [27]

<i>Látka</i>	<i>Obsah</i>	
	V původní hmotě	V sušině
Voda	76,30 %	-
Sušina	23,70 %	-
Škrob	17,50 %	73,80 %
Celkový cukr	0,50 %	2,10 %
Hrubé dusíkaté látky	2,00 %	8,40 %
Celkový tuk	0,10 %	0,40 %
Celkový popel	1,10 %	4,60%
Vitamin C	15,000 mg/100 g	63,6 mg/100 g
Thiamin (B1)	0,110 mg/100 g	0,4 mg/100 g
Riboflavin (B2)	0,051 mg/100 g	0,2 mg/100 g
Solanin	7,500 mg/100 g	35,0 mg/100 g

2.1.2 Požadavky na jakost brambor

Agrotechnika průmyslových brambor

Středně těžké, hlinité až písčitohlinité biologicky činné půdy se svažitostí do 8° se jeví jako nejvhodnější pro pěstování průmyslových brambor. Je nezbytné brát také ohled na podíl kamene v ornici, na možnosti techniky a na vhodnou půdní reakci. Hlinité půdy v sušších polohách podporují zvýšenou tvorbu škrobu v hlízách. Naopak pěstování brambor na velmi těžkých a vlhkých půdách s malým provzdušněním, ale i půdách písčitých mají vliv na snížení obsahu škrobu v hlízách. Vysoký obsah škrobu podporuje dlouhé slunné léto. Průmyslové brambory je nezbytné zařazovat v osevních postupech se 4 – 5letým odstupem. Opakované pěstování brambor po sobě může přenést zamoření ornice hád'átkem bramborovým (*Globodera rostochiensis* a *G. pallida*), rakovinou brambor (*Synchytrium endobioticum*), ale především zvýšení tlaku běžně se vyskytujících chorob u brambor, jako plísně bramborové (*Phytophthora infestans*), kořenomorky bramborové (*Rhizoctonia solani*), obecné strupovitosti bramboru (*Streptomyces scabies*) a dalších. Ze škůdců především vyšší výskyt mandelinky bramborové (*Leptinotarsa decemlineata*). Vhodnými předplodinami pro brambory jsou zlepšující plodiny (jetel, jetelotravní směsky) [27].

Cílem hnojení průmyslových brambor je pozitivně ovlivnit vysoký výnos a kvalitu škrobu. Na většině půd je jeho výnos příznivě ovlivňován především úrovní výživy fosforem a vápníkem. Základním opatřením pro dosažení vysoké škrobnatosti je podzimní zaorávka organických hnojiv společně s fosforečnými a draselnými hnojivy [27].

Tvorba vysokého výnosu škrobu vyžaduje rychlé vytvoření listového aparátu a dlouhou vegetační dobu pro tvorbu škrobu. Veškerá práce po výsadbě musí směřovat k urychlení vzcházení, k podpoře jeho stejnoměrnosti a po vzejití k maximálnímu využití sluneční energie pro tvorbu výnosu. Za tím účelem je nutné dosáhnout do 10 dnů po výsadbě takové snížení zeminy nad hlízou, aby došlo k rychlému proteplování zeminy nad hlízou. V našich podmínkách je třeba, aby po proorávce naslepo a následném vláčení (sít'ové brány - kypření a ničení plevelů) činila vrstva zeminy nad hlízou 30 – 50 mm [27].

Pro ošetření brambor během vegetace je vhodná omezená mechanická kultivace. Kdy významným regulačním zásahem proti plevelům je aplikace herbicidu s dlouhodobým účinkem [27].

Pro vysoký výnos a kvalitu hlíz je nejvhodnější ponechat porosty fyziologicky dozrát. Po likvidaci natě (pokud je to potřebné) následuje plně mechanizovaná sklizeň, posklizňové ošetření a prodej brambor na základě smluvních vztahů se zpracovatelským závodem. Snížení mechanického poškození při sklizni, případně posklizňové úpravě a dopravě, je základním předpokladem pro omezení ztrát skládkovými chorobami. Pokud se průmyslové brambory přechodně skladují na skládkách u pěstitele, je potřebné skladovat je na vhodných, rovných plochách, přednostně na zpevněných plochách, případně v zastřešených objektech. Při uložení do výšky 1,5 m není nutné nucené větrání. Při uložení do vyšších vrstev je nezbytně nutné nucené větrání [27].

Přejímka průmyslových brambor

Průmyslové brambory se dodávají v jedné jakosti [4]. Minimální obsah škrobu by měl být nejméně 15 % [27]. Brambory nesmí obsahovat mokrou hnilobu, nejvýše 2 % hlíz může mít suchou hnilobu a 10 % hlíz menšího průměru než 2,5 cm. Dodávka může obsahovat nejvýše 1 % hmotnosti hlíz napadených bramborovou plísní a množství mechanicky poškozených hlíz, jež odpovídá obvyklé dodávce brambor přímo z pole, pokud neovlivňuje obsah a množství škrobu [4].

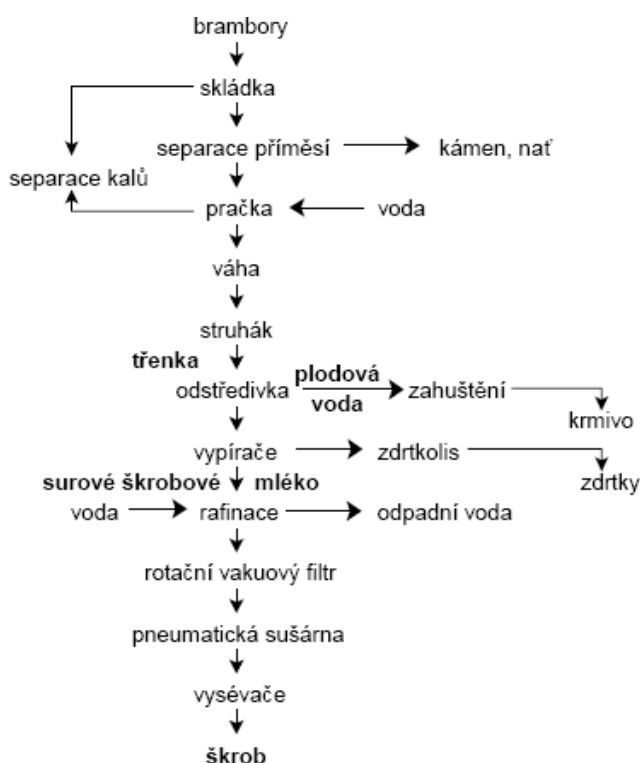
Průmyslové brambory se mají dodávat tak, jak se odvázejí z pole. Brambory se smějí nakládat jen když nemrzne. Brambory mohou obsahovat maximálně 2 % hlíny a kamení.

Kromě vysoké škrobnatosti, vyžaduje průmysl brambory s pevnou, hladkou a pružnou slupkou, s malým počtem mělkých oček, hlízy s dobrou skladovatelností a průměrnou velikostí [4].

2.1.3 Výroba bramborového škrobu

Mezi brambory, které jsou vhodné pro produkci škrobu, patří odrůdy jak rané, polorané, tak i polopozdní až pozdní. Mezi nejznámější rané odrůdy patří odrůda Tomensa se škrobnatostí 22,1 %, mezi polorané patří odrůda Vladan se škrobnatostí 18,1 %, mezi polopozdní až pozdní patří Javor (20,1 %), Krumlov (19,7 %), Kuras (20,9 %), Merkur (21,1 %), Ornella (21,1 %), Saturna (19,1 %), Sibů (20,2 %), Tábor (21,5 %) [20].

Výroba bramborového škrobu spočívá v izolaci škrobových zrn od ostatních látek obsažených v bramborové hlíze. Děje se tak v principu mechanickým způsobem, tj. vypíráním škrobu z otevřených buněk a jeho dalším čištěním za použití značného množství vody [4].



Obr. 10. Schéma výroby bramborového škrobu [36]

Technologie praní brambor

Brambory nakoupené od zemědělců jsou skladovány v krytém zastřešeném skladu nebo na volné ploše. Před samotným zpracováním je nutné brambory nejprve zbavit veškerých nečistot, tj. hlíny ulpělé na hlízách, kamene, zbytků natě. K tomuto účelu slouží zařízení

pro praní brambor, které zahrnuje:

- prací bubny,
- pásové příhradlové dopravníky,
- vertikální kapsové výtahy (elevátory),
- separátory kamene, natě a písku,
- sedimentační nádrž s dávkováním vápna,
- kalová a tlaková čerpadla [8].

Technologie mokrého procesu

Očištěné a vyprané brambory jsou prostřednictvím struháků rozstrouhány na jemnou bramborovou kaši, tzv. třenku. Rozstrouháním dojde k uvolnění škrobu z hlízy. Tato kaše je čerpána na vypěrače vlákniny, které oddělí bramborovou vlákninu, tzv. zdrtky, které slouží jako krmivo. Získané surové škrobové mléko, které obsahuje také hlízovou šťávu, je dále čerpáno do bloku hydrocyklonů, které zajistí oddělení většiny této hlízové šťávy. Zbytek plodové vody je oddělen na pásových vakuových filtrech. Hlízová šťáva je využívána jako hnojivo. Surové škrobové mléko zbavené hlízové šťávy je dále rafinováno, je čištěno od nežádoucích nečistot, zbytků vlákniny a písku pomocí hydrocyklonů, filtrací přes síto nebo pomocí odstředivých sít. Pitná voda potřebná pro rafinaci je čerpána z obecního vodovodního řádu nebo jiného zdroje, který splňuje požadavky na kvalitu vody, a po splnění své úlohy při rafinaci je dále využita z části pro praní brambor. Rafinované škrobové mléko je čerpáno do nádrže před sušením [8].

Technologie suchého procesu

Rafinované škrobové mléko je nejprve částečně odvodněno na rotačních vakuových filtrech. Takto získaný předsušený škrob je potom dosušován prostřednictvím horkého vzduchu o teplotě 130 – 160 °C v pneumatické sušce na obchodní sušinu minimálně 80 %. Usušený škrob je chlazen na teplotu 25 – 35 °C pomocí chladicí pseudopravy, do které je nasáván chladný vzduch. Soustavou šnekových dopravníků nebo pseudopravy je bramborový škrob dopraven do provozních sil [8].

Technologie prosévání a balení škrobu

Z provozních sil je škrob odebírán a následuje jeho prosévání na vibračních kruhových vysévačích, kde jsou odděleny případné hrubé nečistoty a škrobová krupice, která vzniká

při sušení. Prosetý škrob je šnekovými dopravníky nebo pseudoppravou transportován do balicího zařízení. Balicí zařízení umožňuje plnění škrobu do papírových ventilových pytlů nebo do velkoobjemových vaků [8].

2.1.4 Kontrola a hodnocení jakosti škrobu

Ani při nejdokonalejší výrobě není možné získat všechnen škrob obsažený v surovině. Rozdíl mezi škrobem vykoupným a vyrobeným jsou ztráty, které lze sice omezit, ne však zcela vyloučit [4].

Škrobárenská praxe rozděluje celkové ztráty předvýrobní a výrobní. Předvýrobní ztráty jsou závislé na jakosti suroviny, na skladovacích podmínkách a na délce kampaně. Zhruba je lze rozdělit na ztráty skladovací (dýchání, hniloba), manipulační (rozmačkané hlízy) a pračkové (hlízy nebo nahnilé části hlíz, propadající roštem pračky). Výrobní ztráty se dělí na ztráty škrobem vázaným a volným ve zdrtkách, ztráty škrobem odplavitelných v odpadních vodách a ztráty škrobu rozprachem [4].

Konečný výsledek práce škrobárny je vyjádřen dvěma základními ukazateli, tj. výtěžností technickou a obchodní. Výtěžnost technická vyjadřuje poměr mezi škrobem vyrobeným a škrobem do výroby vešlým. Rozdíl udává výrobní ztráty. Technická výtěžnost se pohybuje podle vybavení závodu a kvality suroviny v rozmezí 85 – 89 %. Výtěžnost obchodní udává poměr mezi škrobem vyrobeným a škrobem vykoupným v surovině. Rozdíl zahrnuje kromě ztrát výrobních i ztráty předvýrobní. Počítají-li se předvýrobní ztráty 5 %, činí obchodní výtěžnost 80 – 85 % [4].

Výroba škrobu se stále sleduje a co nejpečlivěji kontroluje, aby se ztráty snížily na minimum. Zjišťuje se nejen hmotnost a škrobnatost suroviny vykoupné a do výroby vešlé, ale také množství a složení odcházejících zbytků a odpadů. Na podkladě zjištěných údajů se sestavují výrobní bilance a dosažené výsledky se porovnávají s technickohospodářskými normami. Kromě vyrobeného množství škrobu se sleduje neméně důležitý ukazatel, a to jeho jakost. Finální výrobek se proto zkouší smyslově (barva, vůně, lesk) a fyzikálně chemicky (sušina, kyselost, obsah popela a písku) [4].

2.2 Pšeničný škrob

Výroba pšeničného škrobu má v Evropě i na území České republiky mnohem delší tradici než výroba bramborového škrobu. Jestliže bramborový škrob se v Evropě vyráběl od 18. století, pak pšeničný se vyráběl již o několik století dříve. Zajímavé je, že v průběhu

20. století byla v České republice na úkor škrobu pšeničného výrazněji rozvíjena výroba bramborového škrobu. Teprve koncem minulého století především v 90. letech po privatizaci výroben škrobu dochází k rozsáhlým změnám. Noví vlastníci provedli řadu investic do výroben pšeničného škrobu a tím tento obor začal rychle dohánět to, co bylo zanedbáváno v minulosti. Dnes se jeho výrobou zabývají tři firmy [11].

Vlastní výroba pšeničné mouky je ve světě více využívána. Dnes se pro oddělení škrobu z mouky používají ve většině případů podobné druhy strojních zařízení jako u škrobu bramborového. Významně rozdílné je jen vypírání škrobu resp. oddělování škrobu od lepku. Také výstupy jsou velmi rozdílné. Pšeničný škrob, nazývaný také škrob přední nebo škrob A, nalézá využití v nativní formě, pro výrobu modifikovaných škrobů a sirupů. Jádrový škrob, nazývaný také škrob B, je méně významný vedlejší výrobek a dnes se u nás využívá na výrobu lihu, případně na krmení skotu. Nejdůležitějším vedlejším výrobkem při výrobě pšeničného škrobu je lepek, resp. pšeničná bílkovina. Oddělený lepek je možné sušit různými způsoby, které mají podstatný vliv na jeho kvalitu a budoucí užití. Podobně jako u bramborového škrobu je nutné počítat s náklady na odpadní vodu. Situace je zde o něco příznivější, protože odpadá starost o hlízovou šťávu, která je jen u brambor. Ale i tak se jedná o velmi náročné a drahé řešení. V současné době se tyto vody většinou čistí na biologických čistírnách [11].

Průmyslově se tedy pšenice využívá k výrobě škrobu s jeho následným využitím v papírenském a textilním průmyslu, k výrobě plastů, lepidel a celé škály dalších produktů [27]. V roce 2004 se výměra pšenice zpracované na produkci škrobu pohybovala na úrovni 12 tis. ha, což potvrzuje trend mírného nárůstu celkového objemu vyrobeného škrobu, který dosáhl 18600 tun. Průměrné výnosy pšenice se pohybovaly na úrovni 4 t.ha⁻¹ a výnos škrobu tak dosáhl 1,5 t.ha⁻¹. Průměrná cena potravinářské pšenice, která se zpravidla používá pro zpracování na škrob, byla v roce 2004 3738 Kč.t⁻¹ [27]. Pro výrobu pšeničného škrobu není stanovována výrobní kvóta v rámci Evropské unie [11].

2.2.1 Složení pšeničné mouky

Pšenice setá patří do čeledi lipnicovité (*Poaceae*). Primární kořínky (zárodečné) mají obvykle 2 - 4 vlastní kořínky, druhotné (sekundární) kořínky jsou svazčité a zakládají se většinou v ornici, i když jednotlivé kořínky mohou zvláště na úrodných hlubokých půdách dosahovat až do hloubky kolem 1 m. Stonek, u obilnin stéblo, je rozděleno kolénky na mezičlánky, kterých je u pšenice obvykle 4 – 6 a jsou zvláště u současných odrůd

poměrně krátká. Tím je zajišťována i větší - dostatečná pevnost vlastního stébla a schopnost nést dostatečně velký klas [27].



Obr. 11. Pšenice setá [23]

Listy obilnin sestávají z listové pochvy a listové čepele. U pšenice seté jsou ouška zřetelně obrvená (trichomy). Květenství u pšenice je klas, který může být - osinatý, osinkatý, bezosinný. Také barva klasu pšenice je v různém stupni tzv. červená, nebo je klas bílý. Barva klasu a osinatost se liší podle jednotlivých variet. Na každém článku klasového větene je u pšenice 1 klásek u kterého jsou obvykle (ve střední části klasu) 3 – 4 plodné kvítky. Nejspodnější a horní klásky mívají jen 1 – 2 plodné kvítky. Pšenice setá patří bezesporu mezi nejnáročnější obilniny tzv. 1. skupiny obilnin [27].

Tab. 2. Složení pšeničné mouky [36]

<i>Látka</i>	<i>Obsah</i>
Škrob	68,40 %
Voda	14,00 %
Bílkoviny	13,50 %
Tuky	1,50 %
Vláknina	1,20 %
Nižší sacharidy	0,80 %
Popeloviny	0,60 %

2.2.2 Požadavky na jakost škrobářské pšenice

Agrotechnika škrobářské pšenice

Z hlediska půdních vlastností jsou pro pšenici nejvhodnější typy černozemě, právě i degradované, hnědozemě, rendziny, s pH neutrálním. Snáší i půdy slabě kyselé i slabě

alkalické. Z hlediska půdních druhů jsou nejvhodnější půdy střední - hlinité, jílovitohlinité až hlinitojílovité, které mají vyrovnaný poměr vody a vzduchu v půdě a mají dobrou půdní strukturu a dobrou biologickou činnost. Nejvhodnější jsou z tohoto hlediska lepší řepařské oblasti. Velmi dobré podmínky jsou i v kukuřičných oblastech, které jsou srážkově odpovídající a které netrpí přílišným suchem v době kdy pšenice má největší nároky na vodu a živiny. Požadavky pšenice na vláhu jsou dosti vysoké. Jako vhodné podmínky lze označit takové, které umožňují v podzimní době dobré vzcházení a v době jarní vegetace poskytují dostatek vláhy zvláště v květnu, červnu a první dekádě července. Stejně jako celkové měsíční sumy srážek, je důležité rozložení srážek v měsíci. Přímý vliv hnojení či aplikace pesticidů se na obsahu škrobu ve sklizeném zrně neprojeví. Ovšem přiměřená dávka dusíku musí být aplikována pro dobrou vypíratelnost lepku a při zájmu škrobárny o jeho větší výtěžnost [27].

Agrotechnika ozimé pšenice pro produkci škrobu směřuje k rentabilitě, tj. ekonomicky výhodné úrovni výnosů zrna a škrobu. Škrobárenskou jakost však zabezpečí výběr vhodných odrůd [27].

Jakost škrobárenské pšenice

Pro produkci škrobu jsou žádoucí měkké pšenice s vysokým obsahem škrobu, ale také lepku, protože tento druhý škrobárenský výrobek je velmi vysoce ceněn. Mezi požadavky na škrobárenské pšenice patří větší podíl velkozrnného škrobu (škrob A, velikost 10 - 25 μm) a malý podíl drobných škrobových zrn (škrob B, velikost 2 - 10 μm) [27].

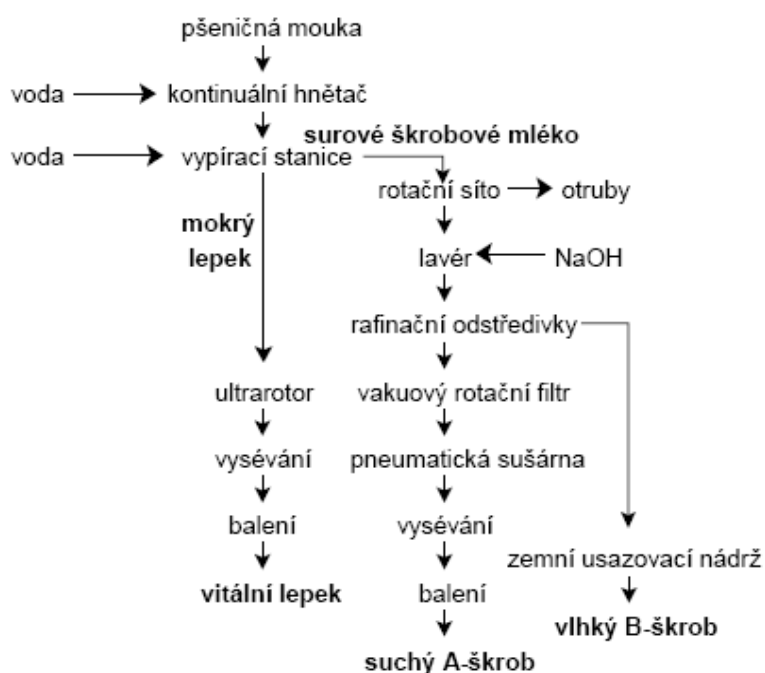
Tab. 3. Obecná jakostní kritéria škrobárenské pšenice [27]

<i>Ukazatel</i>	<i>Hodnota</i>
Objemová hmotnost v g.l^{-1}	760 – 780
Tvrdost zrna v Brab.j.	100 – 150
Obsah škrobu v sušině zrna v %	>67
Obsah N-látek (N x 5,7) v sušině zrna v %	11 – 12
Podíl škrobových zrn „A“ v %	>40
Co nejmenší podíl škrobových zrn „B“	<10 μm
Číslo poklesu v %	250-300
SDS test v ml	40 – 42
Obsah mokrého lepku v sušině zrna v %	26 – 29
Gluten index	>50

2.2.3 Výroba pšeničného škrobu

V současnosti se v našich škrobárnách zpracovávají běžně pěstované odrůdy pšenice, mezi kterými převládají odrůdy potravinářské jakostní skupiny elitní (E) a kvalitní (A). Na zpracovanou odrůdu se v praxi nebere zřetel. Ze zkušeností německých škrobáren ale vyplynulo, že vhodná odrůda pro škrobárenské zpracování může zlepšit rentabilitu výroby tohoto produktu. Pro produkci kvalitního škrobu se používají odrůdy polorané, polopozdní a pozdní. Zvolení vhodné odrůdy vychází z požadavků škrobáren a nároků odrůdy na podmínky prostředí. Mezi nejpoužívanější odrůdy patří Siria, Estica, Versailles, Contra, Samara a Šárka [27].

Výrobní proces začíná zaděláním jednomleté mouky s vodou v těsto, které se po odležení (30 minut) vypírá v bubnových pračkách. Zde se za vydatného postřiku vodou vypere škrob, který prochází sítím, kdežto lepek – gluten se sbaluje a po opuštění pračky se dále zpracovává. Surové škrobové mléko se vede na odlučovače. Velkozrnný škrob se rozmíchá s vodou a přečerpá na rafinační odlučovač, odkud se po vyčištění a předsušení na vakuovém filtru dopravuje do sušárny. Usušený škrob, tzv. pudr (86 % sušiny) se prosévá, pytluje, váží a expeduje. Jádrový, malozrnný škrob se nejekonomičtěji zpracovává na líh nebo se používá na krmení. Pšeničný lepek se vede na ultrarotor, kde se získá suchý vitální lepek, který se dále vysévá, pytluje a expeduje. Hotový výrobek se používá v masném a pekárenském průmyslu [4].



Obr. 12. Schéma výroby pšeničného škrobu [36]

2.3 Kukuřičný škrob

Historie pěstování kukuřice jako kulturní plodiny je stará déle než 5600 let. Z původní vlasti Jižní Ameriky se do Evropy dostala koncem 15. století a do střední Evropy se rozšířila z Balkánu. Kukuřice je druhou nejrozšířenější plodinou na světě. V Čechách má krátkou historii pěstování [27].

Kukuřičný škrob se využívá v různých průmyslových odvětvích (papírnictví, stavebnictví, chemický a farmaceutický průmysl) [27].

V roce 2007 bylo oseto 93,1 tis. ha. Průměrná cena kukuřice byla na výši 5027 Kč.t⁻¹ [20]. Široký sortiment nabízených hybridních osiv kukuřice (a pro kukuřici poměrně příznivé počasí posledních let) podporuje souvislý nárůst pěstební plochy již od roku 1999. Při současném zvyšování výnosů dochází ke zvyšování produkce, které nejen zajišťuje soběstačnost, ale v posledních čtyřech letech i přebytek umožňující vývoz kukuřice [19].

2.3.1 Složení kukuřičného zrna

Kukuřice patří do čeledi lipnicovité skupiny *Maydeae*. Hospodářsky je využívána kukuřice obecná, pukancová, cukrová, škrobnatá, vosková a plevnatá [27].

Primární kořenovou soustavu tvoří kořeny, které se zakládají již v zárodku, sekundární kořenovou soustavu tvoří soubor stonkových adventivních kořenů. Stéblo kukuřice je plné a je současně zásobním orgánem. Stéblo kukuřice je rozdělené kolénky (nody) na články (internodia). Výška stébla se v našich podmínkách v závislosti na hybridu pohybuje od 1,2 do 3 m. Listy kukuřice jsou protistojné. Listová čepel je široká s nápadným středním žebrem. Kukuřice patří mezi rostliny jednopohlavní a jednodomé. Samčí tyčinkovité květy tvoří klásky v latách. Samičí pestíkovité květy vytváří palice. Je to klas s hrubou hlavní osou, na které jsou zrna v řadách [27].



Obr. 13. Kukuřice setá [29]

Kukuřice je teplomilná rostlina. Minimální teplota pro klíčení je 6 °C. Pozemky vhodné pro kukuřici se mají od časného jara co nejrychleji prohřívát, mají být dobře a včas zpracovatelné. Lehčí půdy jsou vhodnější jak těžké. Kukuřice má nízké nároky na vláhu. Krátký den urychluje kvetení, ale snižuje počet listů a výšku rostlin [27].

Obilka kukuřice obsahuje vysoký podíl vitamínu E a minerálních látek. Nejvíce tuku a minerálních látek je v klíčku [27].

Tab. 4. Složení kukuřičného zrna [36]

<i>Látka</i>	<i>Obsah</i>
Škrob	56,00 %
Voda	18,00 %
Bílkoviny	8,20 %
Pentosany	5,00 %
Tuky	3,00 %
Vláknina	2,40 %
Popeloviny	1,50 %

2.3.2 Výroba kukuřičného škrobu

Předností výroby škrobu z kukuřice je její dobrá skladovatelnost, výborné vlastnosti finálního výrobku, celoroční zaměstnání a získání hodnotných vedlejších produktů pro účely konzumní, technické i krmné. Účelem výroby je získat maximální množství jakostního škrobu, přičemž technologicky výrobní postup musí zaručovat minimální ztráty a možnost zpracovat zbytky na hodnotné vedlejší výrobky. Závod na výrobu kukuřičného škrobu pracuje uzavřeným, teplým a kyselým způsobem [4].

Kukuřice zbavená všech nečistot se máčí protiproudě ve vodě, obsahující 0,15 – 0,20 % kyseliny siřičité, po dobu 48 hodin, při teplotě 50 – 52 °C. Máčením se dosahuje četných biochemických a fyzikálních změn, souvisejících s uvolňováním škrobu a přechodem rozpustných látek ze zrna do máčecí vody. Koncentrovaná voda (kukuřičný extrakt) se podle potřeby odvádí a zahušťuje v odparkách na 30 % nebo 60 % sušiny (cornsteep). Kukuřice se pak dopravuje na loupací mlýny, kde se zrno drtí pro uvolnění klíčků. Vzniklá směs se vede na separátor, kde se v prostředí škrobového mléka oddělí na základě rozdílných měrných hmotností klíčky od kukuřičné drti. Klíčky plavou po hladině, kdežto drť odchází spodem. Po oddělení klíčků jde drť na hedvábná žejbra, kde se získá první

podíl škrobového mléka. Po vyprání postupuje kukuřičná drť na kamenné mlýny, odkud se vede jemně rozemletý šrot na extraktéry, kde se oddělí škrob od hrubé vlákniny. Jemná vláknina se odděluje na hedvábných žejbrech a přidává se k hrubé vláknině. Po vylisování a usušení vzniká kukuřičné mláto, kvalitní bílkovinné krmivo. Škrob se od bílkovin a zbytků jemné vlákniny odděluje na odstředivkách. Získané škrobové mléko se rafinuje a předsouší. Vlhký škrob se pak suší, prosévá, pytluje, váží a expeduje [4].

Rafinovaný kukuřičný gluten, který se získá filtrací po zmazování a zcukření škrobu, se používá v potravinářském, chemickém nebo v krmivářském průmyslu. Klíčky se po usušení používají k výrobě olejů ke konzumním nebo technickým účelům. Výrobní zbytek, kukuřičné pokrutiny, se dodávají do zemědělských závodů ke krmení [4].



Obr. 14. Schéma výroby kukuřičného škrobu [36]

2.4 Jiné zdroje škrobů

Hlavní plodiny poskytující škrob jsou kukuřice, brambory, pšenice a tritikále. Škrob z ječmene, ovsa, hrachu, čiroku nebo čočky není dosud ve větší míře využíván. Šlechtění plodin jako kukuřice, pšenice, hrách nebo brambory se zaměřuje na vyšlechtění nových odrůd pro průmyslové využití. Potenciálně by mohly sloužit jako zdroj škrobu i proso, amarant, orobinec, žito, sója [27].

2.4.1 Tritikále

Tritikále (žitovec) je mezidruhový kříženec pšenice seté a žita setého. Plodný hybrid získán v roce 1888 německým šlechtitelem W. Rimpau. Po prokázané vysoké výnosnosti se

tritikále ve většině zemí rychle rozšířilo. U nás byly první odrůdy povoleny v roce 1988. V praxi jsou odrůdy genotypicky tzv. pšeničné nebo žitné. Největší rozšíření mají u nás typy pšeničné. Jako zdroj škrobu k průmyslovému zpracování se využívá zrno [27].

2.4.2 Rýže

Rýže (*Oryza*) je rod jednoděložných rostlin z čeledi lipnicovitých [42]. Jedná se o jednoletou, asi 1 – 2 m vysokou bylinu s dlouhými úzkými listy. Květenství této byliny mohou být velká 30 – 50 cm [15]. Původ má v tropických oblastech Afriky a Asie. Je známo asi 20 druhů. Rýže setá je nejrozšířenější, ale je náročná na zavlažování. Nejvyšší odrůdy jsou vhodné pro vaření a obsahují vysoký podíl škrobu [42]. Rýžový škrob se využívá v masném průmyslu [22]. V současnosti nahrazuje mléčný tuk, jak v chlazených, tak i v mražených výrobcích [28]. Hojně se využívá také ve farmaceutickém průmyslu, jako složka pudrů. Jeho schopnost je absorbovat vodu a kožní maz, čímž zmírňuje dráždivost pokožky a zlepšuje její vysušování [21].

2.4.3 Hrách

Jedná se o jednoletý druh původem z východního Středozeří. Hrách je nejvýnosnější luskovina na zrno na lehčích, sušších půdách. Pro ekologické zemědělství je zajímavý také vzhledem k dobré bílkovinné hodnotě. K výrobě hrachového škrobu se používá hrách setý dřevňový (konzervárenský) [27]. Jeho plocha výsevu je v posledních letech stabilní a ustálila se na úrovni kolem 1000 ha v závislosti na poptávce zpracovatelských závodů. Průměrné výnosy jsou kolem 5000 t.ha⁻¹ [17].

Hrachový škrob a zejména jedna z jeho komponent - amylosa - se díky svým specifickým fyzikálně chemickým vlastnostem stává významnou složkou pro výrobu biodegradovatelných plastů. Byl tedy zájem zvýšit obsah škrobu v semenech a zejména zvýšit podíl amylosy ve škrobu tak, aby bylo dosaženo vysokého hektarového výnosu amylosy. To bylo důvodem k zahájení šlechtitelských projektů zaměřených na zvýšení podílu amylosy u polního hrachu nebo vytvoření nových typů hrachu spojujících vysoký výnos semen s požadovanými parametry škrobu. Byla vypracována exaktní mikroanalytická metoda pro stanovení obsahu škrobu, amylosy a amylopektinu v semenech hrachu. Byly studovány vztahy mezi zásobními látkami, vliv ročníku, lokality a distribuce semen na rostlině. Řešení projektu bylo velmi efektivní. Výsledky mají zásadní význam pro šlechtění hrachu cílené na průmyslové využití [27].

2.4.4 Čirok

Čirok pochází z Afriky. Postupně se šířil do teplých a suchých oblastí všech kontinentů. Čiroky jsou v celosvětovém měřítku v první desítku pěstovaných obilnin. Mezi významné tradiční pěstitele čiroku patří Indie, kde se také intenzivně pracuje na šlechtění. Vysokou produkcí se vyznačují Spojené státy americké, kde docilují nejvyšších hektarových výnosů (více než $4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$). Z afrického kontinentu jsou největšími producenty Nigérie a Súdán. Květenství a některé biologické a fyziologické vlastnosti se přibližují prosu, vegetativní orgány a kořenová soustava jsou podobné kukuřici [27].

Zdrojem škrobu jsou zrna čiroku. Čiroky jsou cizosprašné, ale dobře se opylují i vlastním pylem. Velikost a hmotnost zrna bývá velmi rozdílná (10 – 70 g). Tvar zrna je různý, kulatý, vejčitý, srdcovitý či oválný. Barva bývá bílá, krémová, žlutá, citrónově žlutá, růžová, hnědá nebo fialová. Zrno je podle obsahu a poměru bílkovin ke škrobu sklovité, polosklovité nebo moučné. Čirok je teplomilná rostlina dobře snášející sucho. Vyznačuje se nenáročností a značnou plasticitou. Nesnáší však pokles teplot pod $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Nízké teploty vyvolávají žloutnutí listů a zhoršují opylení květů. U nás lze proto pěstovat pouze odrůdy s krátkou vegetační dobou, která musí proběhnout v nejteplejším období roku [27].

2.4.5 Banány

Banánovník (*Musa*) je rod bylin z čeledi banánovníkovitých (*Musaceae*). Zahrnuje jak zakrslé druhy velké jen několik desítek centimetrů, tak zástupce náležící k nejvyšším bylinám světa (až 16 m). Plody banánovníků, banány, jsou žádanou komoditou, kvůli které byli rozliční zástupci rodu *Musa* zkulturněni a různě šlechtěni. Kromě u nás, velmi dobře známých měkkých a sladkých odrůd banánů, sem patří i příbuzné škrobovitě banány [40]. Banánový škrob se dobývá z plodů různých banánovitých rostlin, zejména *Musa paradisiaca* a *Musa sapientum*, hlavně ve střední a jižní Africe, přichází do obchodu jako jemný, sněhobílý, sypký prášek. Využívá se k výrobě pečiva a v lékařství [34].

2.4.6 Tapioka

Tapioka (kasava, maniok, lat. *Manihot esculenta*) je asi 3 – 5 m vysoký keř [9]. Listy mají tři až devět laloků. Květy světle zelenými, uvnitř karmínovými květy. Podlouhlé kořenové hlízy o průměru 5 – 8 cm a délky 15 – 30 cm mají hnědou slupku. Po odloupení se pod ní objeví bílá dužnina [26]. Původem pochází pravděpodobně z Jižní Ameriky [31]. Tapioka se pěstuje výhradně v tropických oblastech. Řadí se rovněž mezi okopaniny a tvoří často

základ výživy místního obyvatelstva. Proto se tapioka pěstuje nejvíce v lidnatých tropických zemích. Navíc roste i na chudých půdách, což je výhodou zejména v subsaharských zemích [9]. V našich podmínkách lze pěstovat tapioku jako rostlinnou raritu ve vytápěném skleníku [26].

Zpracovávají se podzemní hlízy, které mají ze všech rostlin největší koncentraci škrobu [9]. Škrob se získá po oloupaní, umytí a následném nastrouhání kořenů. Ze vzniklé hmoty je pak cezením získáván škrob, který se dále čistí usazováním nebo odstředěním, nakonec je usušen a mlet na jemný prášek. Škrob se používá při výrobě textilu, potravin jako je chléb a při výrobě fruktosového sirupu. Škrob z tapioky je surovinou pro dextriny užívané při výrobě klišů [24].

Jedna hlíza váží obvykle 1 – 2 kg, ale může mít i 15 kg. Existují sladké i hořké odrůdy tapioky - ty hořké jsou mírně jedovaté, obsahují v menší míře kyanovodík, který se z rostliny odstraňuje vařením [9]. Dužnina hlíz obsahuje až 35 % sacharidů, 61 % vody, vitamin C, minimálně tuků a bílkovin [31].



Obr. 15. Maniok jedlý [32]

3 VÝROBKY ZE ŠKROBŮ

3.1 Produkty frakcionace škrobu

Frakcionací se škrob rozděluje na základní složky a to na amylosu a amylopektin. Extrakce amylosy probíhá při 60–70 °C. Srážení se děje pomocí polárních látek jako je např. síran sodný, síran hořečnatý, apod. Jedná se o tzv. vysolování. Pro frakcionaci škrobu se šlechtí speciální plodiny [36].

3.2 Modifikované škroby

Jedná se o výrobky ze škrobu, které mají zachovány alespoň jednu původní charakteristickou vlastnost škrobu, a jejichž vlastnosti jsou biochemickým, chemickým, fyzikálním nebo kombinovaným vlivem přizpůsobeny určitému účelu. Modifikační proces si klade za úkol některou původní vlastnost zvýraznit (viskozita, schopnost vázat vodu, želírující schopnost, tvorba filmu, iontovýměnná schopnost), jinou potlačit nebo vytvořit vlastnost novou [27].

Pro výrobu modifikovaného škrobu se v České republice používá převážně bramborový a pšeničný škrob. Nejprve se provede dávkování nativního škrobu do linky, kde se zahřeje na reakční teplotu, poté se přidají tekuté chemikálie s vodou a katalyzátorem. Poměr dávkování chemikálií a škrobu je dán recepturou pro určitý výrobek. V reaktorech probíhá řízená řetězová reakce, která trvá několik hodin až dní podle receptury. Po uplynutí reakční doby jsou dávkovány další sypké chemikálie. Konečný výrobek je proséván na danou granulaci, případné větší granulky jsou rozemlety a vráceny zpět do procesu. Jedná se tedy o bezodpadovou technologii šetrnou vůči životnímu prostředí [30].

Oxidované škroby se používají v textilním průmyslu jako šlichtovací a apretační prostředky, v papírenství k povrchovému klížení papíru [27].

Nesítěné škroby vznikají reakcí škrobových makromolekul s vícefunkčními činidly. Používají se zejména v potravinářství a farmaceutickém průmyslu [27].

Termicky modifikované škroby vznikají narušením vodíkových můstků mezi škrobovými molekulami. Mají široké uplatnění v potravinářském průmyslu a dále v průmyslu textilním a papírenském [27].

3.3 Substituované škroby

Substitucí škrobů se upravuje jejich rozpustnost, reologická vlastnost, zvýší se jejich stabilita, ovlivní retrogradace a změní se jejich chemická vlastnost [36].

Substitucí vznikají ethery (např. karboxymethylether škrobu), estery (např. acetyl škrobu) a zesítené škroby [36].

3.4 Technické dextriny

Dextriny se vyrábějí zahříváním (pražením) suchého škrobu impregnovaného anorganickými kyselinami (kyselina chlorovodíková, kyselina dusičná). Přitom dochází k hydrolytické degradaci škrobové molekuly, k intramolekulárnímu odštěpování vody glukosových jednotek i k polykondenzačním reakcím. Teploty pražení se pohybují kolem 125 – 180 °C. Při 130 °C vzniká bílý dextrin, 155 °C světle žlutý dextrin, při 165 °C žlutý a při 180 °C žlutohnědý dextrin. Technické dextriny se nejvíce používají k výrobě nejrůznějších lepidel – knihařských, kartonážních, k lepení cigaret, kůže, v textilním a obuvnickém průmyslu [27].

3.5 Škrobové hydrolyzáty

Jedná se o produkty hrubší degradace škrobu. Vyrábějí se buď kyselou nebo enzymovou hydrolyzou [36].

Kyselou hydrolyzou se štěpí $\alpha(1-4)$ i $\alpha(1-6)$ vazby pomocí 0,2 % roztoku kyseliny chlorovodíkové při teplotě 120 – 150 °C a tlaku 0,3 – 0,4 MPa. Poté se provede neutralizace sodou na pH 4,5 – 4,7. Nakonec se vzniklá glukosa a glukosový sirup rafinuje. K enzymové hydrolyze se využívá působení amylas. Nejprve se upraví pH přidávkem vápenatých kationtů. Poté se provede ztekucení při 85 – 120 °C po dobu 10 – 90 minut a zcukření, které trvá až 96 hodin. Nakonec se provede pasterace a rafinace. Tímto způsobem vznikají fruktosové sirupy a cyklodextriny [36].

4 VYUŽITÍ ŠKROBŮ

Škrob jako výchozí surovina je v České republice základnou rozsáhlé průmyslové výroby, kde se využije téměř 40 % z jeho celkové produkce. Již v současnosti se využívá škrob například na výrobu obalového papíru a lepenky, lepidel, sádkartonových desek, je součástí doplňků výživy atd. [33].

4.1 Využití škrobů v potravinářském průmyslu

Škroby jsou významnou přirozenou součástí mnoha potravinářských komodit, kde významně ovlivňují či určují jejich texturu a funkční vlastnosti. U řady výrobků se nativní a modifikované škroby používají jako aditivní látky [1].

Mlékárenství:

Používají se jako zahušťovadla a stabilizátory instantních polotovarů, stabilizátory a vodovazné prostředky kysaných výrobků, stabilizátory mražených krémů, antikrytalizační a stabilizující prostředky při výrobě mražených výrobků. Využívají se převážně škrobové sirupy a maltodextriny [36].

Pekařství:

Používají se jako regulátory distribuce vody při výrobě chleba, pečiva s prodlouženou trvanlivostí, jako zlepšovací přísada mouk, k zahuštění naplní. Využívají se nativní škroby, převážně pšeničný a kukuřičný [36].

Cukrovinky:

Používají se při výrobě želé, kde nahrazují až 30 % želatiny, nebo se jako kukuřičný škrob využívají k výrobě čistě škrobového želé, dále se mohou škrobové sirupy používat k výrobě fondánů a kandytů [36].

Konzervárenství:

Amylopektiny, které jsou tepelně odolné a chemicky stabilní se používají jako zahušťovadla kečupů a marmelád, jako vodovazné prostředky při mrazírenství bez retrogradace pod -20 °C. Nízkorozpustné dextriny upravují texturu předsmažených výrobků [36].

Ostatní:

Přírodní a modifikované škroby se používají jako prostředky zamezující tvrdnutí cukrové moučky, flokulanty čištění ovocných šťáv, jako náhrada oleje v nízkoenergetických olejích, zahušťovadla a vodovazné prostředky instantních a dehydratovaných potravin.

Glukoso - fruktosové sirupy se využívají jako náhrada sacharosy při výrobě nealko nápojů, ovocných sirupů a džemů. Škrobové sirupy a maltodextriny nahrazují tuky v nízkoenergetických potravinách. Cyklodextriny jsou nosiči aromatických látek [36].

4.2 Využití škrobů v nepotravinářském průmyslu

Použití škrobu jako pojiva má vzrůstající trend a je důležitou složkou mnoha výrobků, protože se jedná o pojivo ekologické, lehce rozložitelné, hořlavé bez škodlivých emisí a tedy vhodné pro životní prostředí. Škrobové výrobky jako ekologická pojiva se používají při výrobě papírových pytlů, vlnitých lepenek, kornoutů, tácků, krabic, sádrokartonů a kaširovacích hmot. V textilním průmyslu se používají při výrobě textilních a minerálních vláken, celulosové stříže apod. Dále se používají při briketování uhelného a rudného prachu, jako klíždla a plniva pro dřevařské výrobky, plastifikátory pro některé plasty a výbušniny [12].

Použitím obvyklých chemických technologií pro sacharidy lze získat ze škrobů meziprodukty pro další chemické výrobky jako jsou léky, diagnostika, pesticidy, čisticí a prací prostředky a také i nové, vylepšené polymery. Z dlouhodobějšího pohledu lze uvažovat se škrobem také jako surovinou pro výrobu plastů (polyolefinů) a to hlavně polyethylenu (PE), který je po roce 2000 už nejvíce vyráběným plastem. Cesta získávání ethylenu ze škrobu přes ethanol je sice dražší než výroba z ropy, ale zásoby ropy jsou proti škrobu neobnovitelné. Taky výroba ethylenu ze škrobu je mnohem ekologičtější. Nejvýznamnější vlastností takto vyrobeného PE je jeho biologická rozložitelnost. Mezi další vlastnosti patří mechanická pevnost, propustnost vodní páry, propustnost aroma, vodotěsnost, potiskovatelnost apod. Každá tato vlastnost má podle předpokládaného účelu použití rozdílnou důležitost a také ekonomickou hodnotu [12].

V literatuře lze najít i další, spíše kuriózní možnosti využití. Například CD, jehož podložka pod zapisovatelnou částí média je vyrobena ze škrobového plastu, nebo jako součást při výrobě pneumatik atd. Řada technologií je už propracována a část výrobků je k dostání i na trhu, bohužel zatím více v zahraničí. Je to zapříčiněno vyšší cenou, která odrazuje zákazníky. Kvůli tomu se firmám nevyplatí investovat do drahých technologií a nízký objem výroby pak opět prodražuje konkrétní produkt [14].

5 FYSIOLOGIE A VÝŽIVA

Škroby jsou složité sacharidy a jsou obsaženy v rostlinách, které je používají jako zásobní látky. V lidské stravě se s nimi nejčastěji setkáváme v podobě výrobků z mouky - mletých semen obilovin, dále také v rýži, luštěninách nebo bramborách [38].

Právě tyto potraviny tvoří značnou část dnešní potravy běžného člověka. Důvodů, proč jsou škroby jako složka lidské stravy nevhodné, je několik. Jedním z důvodů je, že v našem těle se škroby vůbec nevyskytují, lidské tělo je jako zásobní látky nepoužívá. Škroby navíc nejsou rozpustné ve vodě do té míry, aby je tělo mohlo vstřebat. Veškeré látky, které mají tělu sloužit jako živiny musí být nejprve rozpuštěny ve vodě, a poté pronikají v roztoku přes stěny trávicího traktu. Aby tělo mohlo použít škrob, musí ho nejdříve rozštěpit na jednodušší cukry rozpustné ve vodě, což ho stojí dost energie [38].

Trávení škrobu začíná již v ústech. Štěpení probíhá pomocí enzymu ptyalinu, což je α -amylasa slin, na maltosu a 3-9 molekulové polymery glukosy [3],[10]. V ústech je naštěpeno asi 5 % škrobu. Štěpení dále pokračuje v žaludku, které probíhá asi 1 hodinu [10]. Ovšem optimální pH α -amylasy je 6,7, takže v žaludku je jeho aktivita utlumena kyselou žaludeční šťávou [5]. Nakonec je naštěpeno asi 20 – 40 % škrobu [10]. V tenkém střevě působí na polysacharidy účinná pankreatická α -amylasa [5]. Za 15 – 30 minut od vstupu chymu do duodena je naštěpen prakticky všechno škrob. Do jejunu tedy vstupuje jen maltosa a velmi krátké polymery glukosy [10]. Ty musí být ovšem dále štěpeny maltasou, izomaltasou pankreatické šťávy a zejména sliznicí ilea na monosacharidy [3]. Poté mohou být jednoduché cukry dále resorbovány do portální krve a dopraveny do jater, odkud se dostávají do tkání, jako zdroj energie [16].

Další problém konzumace škrobů je forma, v níž škroby požíváme. Převážná část mouky používaná k výrobě pečiva je nejsemno vymletá denaturovaná hmota, která byla ještě pro jistotu zbavena obalu zrna (otruby), právě tato část přitom obsahuje ty nejcennější látky pro lidskou výživu z celého zrna (biotin, riboflavin). Tato jemně vymletá mouka bez obalů zrna se začala vyrábět za dob Rakouska-Uherska a tuto "lahůdku" brzy převzal i obilný průmysl v Minnesotě. Mouka pak byla rok od roku více denaturovaná, jemná a ochuzená o základní živiny. Ovšem hlavním problémem konzumace škrobů je jejich tepelná úprava. Při zahřátí škrobu nad 70 °C dochází ke zrosolovatění (gelatinizaci) škrobového zrna, tedy k porušení struktury. Z hlediska stravitelnosti přitom nastane zajímavý jev. Větší podíl zrosolovatělého škrobu je mnohem lépe stravitelný než syrový škrob, v těle se rychleji štěpí na cukry a způsobuje tak nadměrné vyplavení cukru do krve. Tento jev je samozřejmě

nežádoucí a je jednou z příčin všech problémů způsobených nadměrným obsahem cukrů v těle. Podstatně menší část škrobů je při tepelné úpravě přeměněna na škroby dokonale nestravitelné. Tyto nestravitelné zbytky se stávají součástí ztuhlého toxického povlaku ve střevě, nebo ucpávají lymfatický systém [38].

Ještě horší variantou úpravy je pečení a smažení, kdy dochází ke kontaktu se žhavými tuky. To je např. máslo a oleje při pečení, hlavně různých moučníků, nebo oleje při smažení a fritování. Přehřáté tuky v těle nemohou emulgovat a jsou nestravitelné, přičemž dochází k nasycení škrobů těmito tuky. Jedná se především o různé moučníky a cukroví, hranolky, bramboráky, palačinky, chipsy apod. [38].

Škrobnaté potraviny jsou tedy pro lidskou výživu nevhodné, a to nejen v tepelně upravené formě. Lidé jsou ovšem na konzumaci škrobů závislí, a to kvůli "přecukrování" organismu. Cukr v těle totiž navozuje příjemný stav, dodává falešný pocit energičnosti. Proto se všude setkáváme se stále více přeslazenými potravinami [38].

6 VÝROBCI ŠKROBŮ V ČESKÉ REPUBLICE

V České republice se již tradičně vyrábí škrob bramborový (70 %) a škrob pšeničný (30 %) o celkovém objemu 40 – 50 tis. tun za rok [33].

Celková zpracovatelská kapacita škrobárenských závodů České republiky pro výrobu bramborového škrobu je přibližně o 50 % vyšší než stanovená národní kvóta [33].

V současné době vyrábí škrob v České republice celkem šest společností (4 firmy bramborový a 3 firmy pšeničný) [33].

Tab. 5. Výrobci škrobů v České republice [11]

<i>Adresa</i>	<i>Hlavní výrobky</i>
Amylex Radešínská Svratka, s. r.o. 592 33 Radešínská Svratka 134	- nativní bramborový škrob
AMYLON, a.s. Švermova 17 580 36 Havlíčkův Brod	- nativní pšeničný škrob - sirup - výrobky pro malospotřebitele
Krnovská škrobárna, s. r.o. ČSA 921/60 794 01 Krnov	- nativní pšeničný škrob - modifikované škroby
LYCKEBY AMYLEX, a.s. Strakonická 946 341 01 Horažďovice	- nativní bramborový škrob - modifikované škroby
NATURAMYL, a.s. Hamry 1596 580 01 Havlíčkův Brod	- nativní bramborový škrob - bramborová kaše - výrobky pro malospotřebitele
Škrobárny Pelhřimov, a.s. Křemešnická 818 393 01 Pelhřimov	- nativní bramborový škrob - nativní pšeničný škrob - modifikované škroby - sirup - bramborová kaše

Největším zpracovatelským závodem s celkovou výrobní kapacitou 30 tis. tun bramborového škrobu, je Lyckeby Amylex, a. s. Horažďovice (má přidělenou nejvyšší kvótu 17887 tun škrobu) a podílí se tak 53,1 % na celkové národní kvótě škrobu. Druhý největší závod jsou Škrobárny Pelhřimov, a. s. s poloviční výrobní kapacitou. Všechny zpracovatelské závody jsou situovány v kraji Vysočina, Jihočeském a Moravskoslezském kraji, tedy v oblastech s dlouhou tradicí pěstování brambor [33].

Většina škrobu v České republice je nyní vyráběna na nově zainvestovaných zařízeních. Tyto zmodernizované škrobárny patří z hlediska efektivnosti, kvality a dopadů na životní prostředí k velmi dobrému standardu a snesou srovnání s podobnými výrobny v zemích Evropské unie [11].

ZÁVĚR

Škrob je zásobní polysacharid rostlin, vznikající jako konečný produkt fotosyntézy. Syntéza škrobu probíhá v zelených částech rostlin v amyloplastech ze sacharosy. Škrob se skládá ze dvou velmi podobných složek, a to amylosy a amylopektinu. V molekule amylosy tvoří glukosové jednotky dlouhý rovný řetězec glykosidicky vázaný $\alpha(1-4)$ vazbou. Amylopektin je rozvětvený řetězec, obsahující i vazbu $\alpha(1-6)$.

V rostlinách je uložen ve formě škrobových zrněk, které jsou svým tvarem, velikostí a vrstvením charakteristické pro každý druh rostliny. Škrob je bílý nebo slabě nažloutlý prášek, ve studené vodě nerozpustný, bez chuti a zápachu. Při zahřívání škrobu s vodou dochází k bobtnání a pak k mazovatění. Při ochlazování vzniká gel. Díky těmto vlastnostem se škrob průmyslově získává, dále se upravuje a využívá v mnoha průmyslových odvětvích.

Hlavní plodiny poskytující škrob jsou brambory, pšenice a kukuřice. Tapioka, banány a další plodiny slouží pro získávání škrobu především v zemích rovníkové oblasti. V posledních letech se v Evropě ustálil poměr spotřeby škrobů na 50 % kukuřičného, 25 % pšeničného a 25 % bramborového. V severnějších zemích včetně České republiky výrazně klesá podíl spotřeby kukuřičného škrobu a převládá zde spotřeba bramborových a obilných. V České republice se kukuřičný ani jiný škrob zatím nevyrábí. V současnosti ale probíhá šlechtění amylosního hrachu jako perspektivní plodiny pro získávání škrobu. Chemická skladba dřeňového hrachu a jeho další úprava šlechtěním vytvářejí z vybraných odrůd vhodnou surovinu pro výrobu škrobu, využitelnou k výrobě ekologicky rozložitelných obalů.

V České republice nativní škroby vyrábí 6 společností, jejichž zařízení a výrobní technologie se modernizují a většinu těchto výroben je možné srovnat s podobnými v zemích Evropské unie. Kromě výroby nativních škrobů se tyto společnosti zaměřují i na výrobky ze škrobu. Tyto deriváty škrobů mají své fyzikálně-chemické vlastnosti pozměněné a díky tomu mají i širší spektrum využití.

Výroba bramborového škrobu je v zemích Evropské unie kvótována. České republice byla v hospodářském roce 2008/2009 stejně jako v letech předchozích přidělena národní kvóta v celkové výši 33660 tun bramborového škrobu. Požadavek je ovšem mnohem vyšší, a to 51000 tun škrobu. Naše škrobárny jsou schopny takové množství vyrobit a mohli bychom se stát i vývozní zemí bramborového škrobu. To ovšem hodně závisí i na pěstitelích

škrobárenských brambor, zda osází dostatečně velké plochy. Škrobárny a především Lyckeby Amylex, jako největší producent škrobu, se snaží přesvědčit zemědělce, že pěstování této tradiční plodiny je i v současném krizovém období perspektivní. Ve prospěch škrobárenských brambor hraje především stabilita jejich ceny, která se rok od roku liší v rozmezí kolem 5 %, což je u většiny ostatních zemědělských komodit nepředstavitelné. Dále má pěstitel zaručen odbyt i v době nadúrody. Zanedbatelná není ani částečná úhrada dopravného, či zajištění služby pro pěstování brambor a jejich dopravu. Aby měli pěstitelé co nejvyšší výnosy škrobu z hektaru, je důležitý výběr dobré odrůdy, lepší agrotechnika a přiměřené kvalitní hnojení. Pro vzdálenější dodavatele je výhodnější orientovat se na odrůdy s vysokou škrobnatostí a případným nižším výnosem hlíz, pro bližší dodavatele jsou vhodné i odrůdy s vysokým výnosem a nižší škrobnatostí. Důležité je také snižovat náklady na pěstování brambor, ať již pořízením moderní technologie, nebo využitím služeb. Další podmínkou je větší osázená plocha brambor, neboť každá technologie potřebuje mít naplněnou kapacitu. Je na každém pěstiteli, jak se mu podaří zvýšit výnos škrobu z hektaru, snížit náklady při pěstování a optimalizovat osázené plochy brambor. Škrobárnám jde především o dobré a dlouhodobé partnerství, které by zajistilo zisk obou stran.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] BUMBALOVÁ, Jana, ŠMAHAJOVÁ, Petra. *Středoškolská odborná činnost: Nativní a modifikované škroby*, Bzenec 2001.
- [2] DAVÍDEK, Jiří, JANÍČEK, Gustav, POKORNÝ, Jan. *Chemie potravin*, SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha 1969. 04-815-83.
- [3] DESPOPOULOS, Agamemnon, SILBERNAGL, Stefan. *Atlas fyziologie člověka*, vydalo nakladatelství a vydavatelství GRADA, Praha 1993. ISBN 80-85623-79-X.
- [4] DUDÁŠ, František a kol. *Skladování a zpracování rostlinných výrobků*, vydalo Statní zemědělské nakladatelství v Praze, Praha 1981. 07-083-81.
- [5] GANONG, William. *Přehled lékařské fyziologie*, vydalo nakladatelství a vydavatelství H & H, Jinočany 1999. ISBN 80-85787-36-9.
- [6] KINDL, Helmut, WÖBER, Günter. *Biochemie rostlin*, Vydala Academia, nakladatelství Československé akademie věd, Praha 1981. 509-21-857.
- [7] ŠÍCHO, Vladislav. *Potravinářská biochemie*, SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha 1969. 04-801-69.
- [8] ČESKÝ ŠKROBÁRENSKÝ SVAZ; PK ČR. Bramborový škrob. *Foodnet* [online]. Praha 2002 [cit. 2008-11-15]. Dostupný z WWW: <<http://www.foodnet.cz/polozka/?jmeno=GHP%2FGMP+-+bramborov%FD+%B9krob&id=3646&foodnet=15219a3ec649ac00abb1c8514739374a>>.
- [9] DAUBNER, Petr. 10 největších světových producentů manioku v roce 2004. *Kompas.estranky.cz* [online]. [cit. 2008-11-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.kompas.estranky.cz/clanky/statistiky---hospodarstvi/10-nejvetsich-svetovych-producentu-manioku-kasavy-v-roce-2004-petr-daubner-nigerie-brazilie-thajsko-indonesie-kongo-ghana-angola>>.
- [10] FRANĚK, Miloslav. Fiziologie GIT II. [online]. 3.LF UK 2003 [cit. 2009-2-22]. Dostupný z WWW: <<http://old.lf3.cuni.cz/physio/Physiology/education/materialy/git/git2.ppt#2>>.
- [11] HOSPODÁŘSKÁ KOMORA ČESKÉ REPUBLIKY. Živnost: Výroba škrobárenských výrobků pro nepotravinářské účely. *Oborová příručka* [online]. 2006 [cit. 2008-11-15]. Dostupný z WWW: <http://www.foodnet.cz/files/File/2006/OP_12.doc>.

- [12] KIZLINK, Juraj. Využití škrobu v technické praxi. *Chemagazín* [online]. 2001, č.2 [cit. 2008-12-19]. Dostupný z WWW: <http://www.chemagazin.cz/Texty/CHXI_2_cl2.pdf>.
- [13] KODÍČEK, Milan. Chloroplasty. *Biochemické pojmy: výkladový slovník* [online]. Praha: VŠCHT Praha, 2007 [cit. 2008-10-19]. Dostupný z WWW: <http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-002/ebook.html?p=chloroplasty>.
- [14] KONVALINA, Petr. Škrob – od lepidel po cédéčka. *Ekolist* [online]. 2006, č.5 [cit. 2008-12-19]. Dostupný z WWW: <<http://ekolist.cz/zprava.shtml?x=1904799>>.
- [15] KRÁL, Petr. Druhy rýže. *Vareni.cz* [online]. [cit. 2008-11-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.vareni.cz/trendy/druhy-ryze/>>.
- [16] MARTINÍK, Karel. Fyziologie trávení a vstřebávání. *Vybrané přednášky pro studenty Fyziologie* [online]. 2007 [cit. 2009-2-22]. Dostupný z WWW: <<http://www.profmartinik.cz/wp-content/soubory/fyziologie-traveni-a-vstrebavani.pdf>>.
- [17] MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY. Hrách setý. *Situační a výhledová zpráva luskovin* [online]. 2006 [cit. 2008-11-27]. Dostupný z WWW: <http://www.mze.cz/attachments/LUSKOVINY_3_2006_Gill.pdf>.
- [18] VESELÝ, Josef. Bamboly nebo branibory? *Toulky českou minulostí* [online]. 2006 [cit. 2008-11-16]. Dostupný z WWW: <http://www.rozhlas.cz/toulky/vysila_praha/_zprava/247006>.
- [19] *Agrární produkce a její bilance* [online]. [cit. 2008-10-20]. Dostupný z WWW: <<http://mze.cz/UserFiles/File/kOTTOVA/Zelena%20zprava%2005/ZP%202005-5.pdf>>.
- [20] *Agroweb* [online]. Kdo u brambor vydrží neprodělá, 2008 - [cit. 2008-11-27]. Dostupný z WWW: <http://www.agroweb.cz/Kdo-u-brambor-vydrzi,-neprodela__s44x30736.html>. ISSN 1214-7621.
- [21] *Atlas rostlin: rýže setá* [online]. [cit. 2008-11-27]. Dostupný z WWW: <<http://vodni-bahenni.atlasrostlin.cz/ryze-seta>>.
- [22] *Emco – produkty: rýžový škrob* [online]. [cit. 2008-11-27]. Dostupný z WWW: <<http://bakery.emco.cz/ryzovy-skrob/>>.
- [23] *Encyklopedie divoch.info: pšenice* [online]. [cit. 2008-11-16]. Dostupný z WWW:

- <<http://encyklopedie.divoch.info/cs/P%C5%A1enice>>.
- [24] *Food-info: maniok, zemědělské vlastnosti* [online].[cit. 2008-11-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.food-info.net/cz/products/rt/cassava.htm>>.
- [25] *Fotosyntéza* [online].[cit. 2008-10-19]. Dostupný z WWW: <<http://mujweb.atlas.cz/veda/biologie/fotosynteza.htm>>.
- [26] *Ireceptář.cz, maniok jedlý (kasava)* [online].[cit. 2008-11-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.ireceptar.cz/detail-clanku/maniok-jedly-kasava.html>>.
- [27] *JČU, databáze fytomasy: škrob* [online].[cit. 2008-12-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.fytomasa.cz/cz/page/80/skrob-cukr.html>>.
- [28] *Jídlo – lék na celiakii: zmrzlina s rýžovým škrobem* [online].[cit. 2008-11-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.bezlepkovadieta.cz/?url=potraviny-rostlinneho-puvodu&clanek=1672>>.
- [29] *Kukuřice* [online].[cit. 2008-11-16]. Dostupný z WWW: <<http://bylinky.kvalitne.cz/fotky/kukurice.jpg>>.
- [30] *Lyckeby Amylex: postup výroby* [online].[cit. 2008-12-19]. Dostupný z WWW: <<http://www.lyckeby.cz/cz/skrob/produkty/36>>.
- [31] *Maniok jedlý* [online].[cit. 2008-11-27]. Dostupný z WWW: <<http://old.mendelu.cz/~agro/af/systematika/seminarky2004/maniok.rtf>>.
- [32] *MySpace.com* [online].[cit. 2009-1-30]. Dostupný z WWW: <<http://viewmorepics.myspace.com/index.cfm?fuseaction=viewImage&friendID=94038917&albumID=542316&imageID=26480531#>>.
- [33] *Nepotravinářské využití rostlinné produkce* [online].[cit. 2008-12-19]. Dostupný z WWW: <http://home.zf.jcu.cz/~moudry/multif_zemedelstvi/frvs_pdf/10_vyuzitiRP.pdf>.
- [34] *Seznam encyklopedie: banánový škrob* [online].[cit. 2008-11-27]. Dostupný z WWW: <<http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/388552-bananovy-skrob>>.
- [35] *Škrobárenský průmysl* [online].[cit. 2008-10-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.vyziva.2v1.cz/technologie/skrob.htm>>.
- [36] *Technologie škrobu* [online].[cit. 2008-12-19]. Dostupný z WWW: <http://kalch.upce.cz/add_on/potech10.pdf>.

- [37] *Vitainfo.cz: škrob* [online].[cit. 2008-10-19]. Dostupný z WWW: <<http://vitainfo.cz/eshop/detail.php?idzb=244>>.
- [38] *Vitarian.cz* [online]. Škroby, 2003- [cit. 2008-11-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.vitarian.cz/view.php?cisloclanku=2003122201>>. ISSN 1214-6439
- [39] *Vláda České republiky, Tiskové informace* [online].[cit. 2008-10-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.vlada.cz/scripts/detail.php?id=23224>>.
- [40] *Wikipedie, otevřená encyklopedie: banánovník* [online].[cit. 2008-11-17]. Dostupný z WWW: <<http://encyklopedie.seznam.cz/heslo/6269-bananovnik>>.
- [41] *Wikipedie, otevřená encyklopedie: fotosyntéza* [online].[cit. 2008-10-19]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Fotosynt%C3%A9za>>.
- [42] *Wikipedie, otevřená encyklopedie: rýže* [online].[cit. 2008-11-27]. Dostupný z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/R%C3%BD%C5%BEel>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

%	procenta
°C	stupeň Celsia
a.s.	akciová společnost
aj.	a jiné
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
ATP	adenosintrifosfát
Br	brom
Brab.j.	Brabendrova jednotka
C	uhlík
CAM cyklus	Crassulacean acid metabolism (metabolismus kyselin u tučnolistých rostlin)
CD	kompaktní disk
cm	centimetr
CO ₂	oxid uhličitý
Cu	měď
DNA	deoxyribonukleová kyselina
Fe	železo
g	gram
g.l ⁻¹	gram na litr
ha	hektar
I	jód
K	draslík
Kč	Koruna česká
Kč.t ⁻¹	Korun za tunu
kg	kilogram
lat.	latinsky
m	metr
Mg	hořčík
mg	miligram
ml	mililitr
mm	milimetr
Mn	mangan
Mo	molybden
MPa	megapascal
N - látek	dusíkatých látek
Na	sodík
NADPH	nikotinamidadenindinukleotidfosfát

např.	například
Ni	nikl
P	fosfor
pH	potenciál vodíku - kyselost
př.n.l.	před naším letopočtem
resp.	respektive
s. r.o.	společnost s ručením omezeným
SDS test	stanovení sedimentační hodnoty pomocí SDS činidla (dodecylsulfátu sodného)
t.ha ⁻¹	tuna na hektar
tis.	tisíc
tj.	to jest
tzv.	tak zvaný
Zn	zinek
μm	mikrometr

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1. Souhrnná rovnice fotosynthesy [41]</i>	9
<i>Obr. 2. Řez chloroplastu [35]</i>	10
<i>Obr. 3. Škrobová zrna bramborového škrobu [2]</i>	11
<i>Obr. 4. Škrobová zrna kukuřičného škrobu [2]</i>	11
<i>Obr. 5. Škrobová zrna pšeničného škrobu [2]</i>	12
<i>Obr. 6. Pronikání vody mezi molekuly škrobu [2]</i>	12
<i>Obr. 7. Schématické znázornění amylosy [36]</i>	14
<i>Obr. 8. Schématické znázornění amylopektinu [36]</i>	15
<i>Obr. 9. Brambor hlíznatý [18]</i>	17
<i>Obr. 10. Schéma výroby bramborového škrobu [36]</i>	20
<i>Obr. 11. Pšenice setá [23]</i>	24
<i>Obr. 12. Schéma výroby pšeničného škrobu [36]</i>	26
<i>Obr. 13. Kukuřice setá [29]</i>	27
<i>Obr. 14. Schéma výroby kukuřičného škrobu [36]</i>	29
<i>Obr. 15. Maniok jedlý [32]</i>	32

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1. Obsah významných látek v bramborové hlíze [27]</i>	<i>18</i>
<i>Tab. 2. Složení pšeničné mouky [36]</i>	<i>24</i>
<i>Tab. 3. Obecná jakostní kritéria škrobárenské pšenice [27]</i>	<i>25</i>
<i>Tab. 4. Složení kukuřičného zrna [36]</i>	<i>28</i>
<i>Tab. 5. Výrobci škrobů v České republice [11]</i>	<i>39</i>

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P 1: Vyhláška Ministerstva zemědělství ze dne 11. prosince 1997, pro škrob a výrobky ze škrobu.

PŘÍLOHA P 1: VYHLÁŠKA MINISTERSTVA ZEMĚDĚLSTVÍ ZE DNE 11. PROSINCE 1997, PRO ŠKROB A VÝROBKY ZE ŠKROBU.

329

VYHLÁŠKA

Ministerstva zemědělství

ze dne 11. prosince 1997,

**kteřou se provádí § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a
tabákových výrobcích**

a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro škrob

a výrobky ze škrobu, luštěniny a olejnata semena

Ministerstvo zemědělství stanoví podle § 18 písm. a), d), h), i), j) a k) zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, (dále jen "zákon") pro škrob a výrobky ze škrobu, luštěniny a olejnata semena:

ODDÍL 1

ŠKROB A VÝROBKY ZE ŠKROBU

§ 1

Pro účely této vyhlášky se rozumí

- a) škrobem přírodní prášek získaný izolací ze škrobnatých surovin rostlinného původu,
- b) pudíngem v prášku výrobek ze škrobu ve formě polotovaru s přidavkem dalších látek, určený pro kulinární úpravu,
- c) maltodextrinem práškový výrobek ze škrobu získaný enzymatickou hydrolýzou škrobu,
- d) dextrózovým ekvivalentem (DE) obsah redukujících cukrů v sušině v procentech vyjádřený jako glukóza, který určuje stupeň hydrolýzy škrobu.

§ 2

Členění na druhy a skupiny

Členění na druhy a skupiny je uvedeno v příloze č. 1.

§ 3

Označování

(1) Kromě údajů uvedených v zákoně a ve zvláštní vyhlášce ¹⁾ jsou tyto další požadavky na označení:

- a) škrob se označí názvem druhu a skupiny,

b) výrobky ze škrobu se označí pouze názvem skupiny,

c) maltodextriny se označí i dextrózovým ekvivalentem.

(2) Mléčným pudingem v prášku se označí výrobek ze škrobu s obsahem nejméně 10% hmotnostních sušeného mléka.

(3) Čokoládovým pudingem v prášku se označí výrobek ze škrobu s obsahem nejméně 5 % hmotnostních čokolády přičemž čokoládu je přípustné nahradit kakaovou hmotou, kakaem, odtučněným kakaem s přídavkem nebo bez přídavku kakaového másla, avšak obsah odtučněného kakaového prášku musí odpovídat nejméně 5 % hmotnostním čokolády.

§ 4

Požadavky na jakost

(1) Fyzikální a chemické požadavky na jakost jsou uvedeny v příloze č. 2.

(2) Smyslové požadavky na jakost jsou uvedeny v příloze č.3.

Ministr:

Ing. Lux v. r.

Příloha 1 Členění na druhy a skupiny

Druh	Skupina
Škrob	bramborový pšeničný kukuřičný ostatní
Výrobek ze škrobu	pudingy v prášku maltodextriny

Příloha 2

Fyzikální a chemické požadavky na jakost

Tabulka 1 - Škrob bramborový, pšeničný a kukuřičný

Ukazatel	Škrob bramborový	Škrob pšeničný	Škrob kukuřičný
Obsah sušiny v %	nejméně 80,0	nejméně 86,0	nejméně 86,0
Celkový obsah popela v sušině %	nejvýše 0,5	nejvýše 0,4	nejvýše 0,5

Obsah N-látek v sušině %	nejvýše 0,15	nejvýše 0,55	nejvýše 1,0
Množství stipů viditelných pouhým okem na 1 dm ²	nejvýše 200	-	-
Reakce s jodem zbarvení	tmavomodré	modrofialové	tmavomodré
Rozpuštěnost	musí být nerozpustné ve vodě a organických rozpouštědlech		

Výrobky ze škrobu

Tabulka 2 - Pudingy

Výrobek	Obsah sušiny v % nejméně	Obsah popela v sušině v % nejvýše	Obsah škrobové složky v % nejméně
Puding v prášku na vaření	82,0	4,0	65,0
Puding v prášku za studena	88,0	6,0	60,0

Tabulka 3 - Maltodextriny

Výrobek	Obsah sušiny v % nejméně	Obsah popela v sušině v % nejvýše	Dextrinový ekvivalent (DE) % nejvýše
Maltodextriny	89,0	1,0	20,0

Příloha 3

Smyslové požadavky na jakost

Škrob bramborový, pšeničný a kukuřičný

Přírodní bramborový, pšeničný a kukuřičný škrob je velmi jemný sypký prášek, bez mechanických nečistot a cizích příměsí. Barvy u bramborového škrobu bílé, u pšeničného škrobu bílé s odstínem do šeda a u kukuřičného škrobu bílé s odstínem do žluta, vůně po použité rostlině, bez chuti a zápachu.

Výrobky ze škrobu

1. Pudingy v prášku jsou sypkým práškem bez cizích nečistot a příměsí s přísadami tvořícími rozpádné hrudky s jemnými částicemi užitých přísad. Po kulinární přípravě dle návodu je hmota pudingu pružná, nelepivá, případně pouze částečně lepivá.

2. Maltodextriny jsou práškem bez nežádoucích příměsí a mechanických nečistot, barvy bílé s odstínem do šeda nebo žluta podle použitého škrobu s neutrální vůní.