

# Kukuřice cukrová

Iveta Trávníčková

---

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: **Iveta TRÁVNÍČKOVÁ**  
Studijní program: **B 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**

Téma práce: **Kukuřice cukrová**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

- Význam kukuřice ve výživě.
- Charakteristika základních složek a metody jejich stanovení.
- Výrobky na bázi kukuřice.

### II. Praktická část

- Stanovení základních složek u vzorku kukuřice cukrové (obsah vody, škrobu, vlákniny, bílkovin a aminokyselinové složení).

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] PRUGAR, J. a kol. Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí, Praha 2008.

[2] KARLSON, P. Základy biochemie, 10. vydání, Academia, Praha 1981.

[3] HEJDA, S. Vlákna pro zdravé i nemocné, Praha 1994.

[4] <http://www.limagraincentraleurope.com/cz/>.

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Marta Severová**

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

**17. 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**

Bakalářská práce se zabývá problematikou kukuřice cukrové, která si dnes získává velkou oblibu jako zelenina. Byl zpracován význam a využití kukuřice, popsána charakteristika základních složek kukuřice cukrové a uvedeny principy metod stanovení některých z nich. Dále byly popsány nejznámější a nejvyužívanější výrobky. V experimentální části bylo provedeno stanovení nutričních charakteristik kukuřice cukrové, jako je obsah vody, škrobu, vlákniny, bílkovin, aminokyselin a minerálních látek.

Klíčová slova:

kukuřice cukrová, bezlepková dieta, voda, škrob, vláknina, bílkoviny, aminokyseliny, minerální látky.

## **ABSTRACT**

The bachelor work deals with the issue of sweet corn which has been endearing very much as a vegetable in these days. The importance and the usage of sweet corn were drawn up, the characterization of ultimate ingredients of sweet corn was described and as well the methodical principles of determination of some of these ingredients. Also the most popular and most usable products were described. In the experimental part, the determination of sweet corn nutritional characteristics was carried out as for example: content of water, starch, roughage, proteins, amino acids and mineral substances.

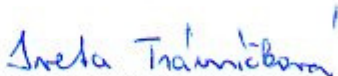
Keywords:

sweet corn, gluten-free diet, water, starch, roughage, proteins, amino acids, mineral substances.

Děkuji vedoucí bakalářské práce Ing. Martě Severové za odborné vedení, cenné rady, připomínky a za pomoc při vyhodnocování výsledků.

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

<b>ÚVOD</b> .....	<b>8</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>9</b>
<b>1 VÝZNAM KUKUŘICE VE VÝŽIVĚ</b> .....	<b>10</b>
1.1 HISTORIE A POPIS KUKUŘICE.....	10
1.2 VYUŽITÍ KUKUŘICE.....	12
1.2.1 Použití v potravinářství a zemědělství .....	12
1.2.2 Nová energetická rostlina.....	13
1.3 LÉČEBNÉ VLASTNOSTI .....	14
1.3.1 Lékařské vlastnosti kukuřice .....	14
<b>2 CHARAKTERISTIKA ZÁKLADNÍCH SLOŽEK A METODY JEJICH STANOVENÍ</b> .....	<b>16</b>
2.1 VODA - SUŠINA .....	16
2.1.1 Princip stanovení sušiny .....	16
2.2 MINERÁLNÍ LÁTKY .....	17
2.2.1 Princip stanovení obsahu popela .....	17
2.3 ŠKROB .....	17
2.3.1 Princip stanovení škrobu .....	18
2.4 BÍLKOVINY .....	19
2.4.1 Princip stanovení bílkovin.....	20
2.5 AMINOKYSELINY .....	20
2.5.1 Princip stanovení aminokyselin .....	21
2.6 VLÁKNINA .....	21
2.6.1 Princip stanovení vlákniny enzymatickou metodou.....	23
2.6.2 Princip stanovení neutrálně detergentní vlákniny .....	23
2.7 OSTATNÍ SLOŽKY .....	23
2.7.1 Sacharidy .....	23
2.7.2 Tuky .....	24
2.7.3 Vitamíny.....	25
<b>3 VÝROBKY NA BÁZI KUKUŘICE</b> .....	<b>26</b>
3.1 KUKUŘICE V KUCHYNI .....	27
3.1.1 Bezlepková dieta .....	28
3.2 OSTATNÍ VÝROBKY Z KUKUŘICE.....	29
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>30</b>
<b>4 POUŽITÝ MATERIÁL A PŘÍSTROJE</b> .....	<b>31</b>
<b>5 METODIKA PRÁCE STANOVENÍ ZÁKLADNÍCH SLOŽEK U VZORKU KUKUŘICE CUKROVÉ</b> .....	<b>35</b>

5.1	STANOVENÍ SUŠINY .....	35
5.2	STANOVENÍ OBSAHU POPELA .....	35
5.3	STANOVENÍ ŠKROBU .....	36
5.4	STANOVENÍ BÍLKOVIN .....	37
5.5	STANOVENÍ AMINOKYSELIN.....	38
5.6	STANOVENÍ VLÁKNINY ENZYMATICKOU METODOU .....	38
5.7	STANOVENÍ VLÁKNINY NEUTRÁLNĚ DETERGENTNÍ METODOU .....	40
<b>6</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE .....</b>	<b>42</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>45</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>46</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>50</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>51</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>52</b>

## ÚVOD

Kukuřice patří mezi obiloviny, které mají velký význam jak v potravinářství, tak zemědělství (jako krmivo), tak i v průmyslu. Pěstuje se řada odrůd kukuřice, kdy každá má své specifické použití. Zájmovou odrůdou předkládané bakalářské práce je kukuřice cukrová (*Zea mays* convar. *saccharata*). Tato odrůda, která je značně konzumována v USA si i u nás dnes začíná nalézat své uplatnění jako zelenina z důvodu vysokého obsahu nutričně důležitých látek, zejména vlákniny. Jako zelenina se používají klasy sklizené v době, kdy zrna přecházejí z mléčné zralosti do zralosti voskové. Zrna se konzumují jako syrová nebo vařená, konzervují se nebo mrazí. Jednou z předností kukuřice je, že neobsahuje lepek. Takže kukuřici a výrobky z ní mohou konzumovat i lidé, kteří musí dodržovat bezlepkovou dietu.

Praktická část se zabývá metodami stanovení základních složek kukuřice cukrové. Bylo provedeno stanovení obsahu vody, škrobu, vlákniny, bílkovin, aminokyselin a popelovin. Získané výsledky byly porovnány s literárním zdrojem.



## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 VÝZNAM KUKUŘICE VE VÝŽIVĚ

Kukuřice (*Zea mays*), po rýži a pšenici patří mezi nejdůležitější světové obilniny. Řadí se mezi velmi staré kulturní rostliny [1]. Ve své domovské zemi, Mexiku, je nedílnou součástí kultury a je nejenom přítomná téměř ve všech potravinách, ale suché stonky se používají jako stavební materiál [2].

Kukuřice se po svém rozšíření stala masově konzumovanou potravinou chudších vrstev obyvatelstva na 4 kontinentech. Tam, kde se stala převažující součástí stravy se v předminulém století rozšířilo onemocnění pelagra, což je onemocnění kůže, které vznikalo z nedostatku některých živin [3].

V rozvinutých zemích se kukuřice pěstuje převážně jako krmivo pro dobytek (ať už ve formě zrna či siláže) nebo jako surovina pro zpracovatelský průmysl. Její přímá spotřeba jako potraviny je menší, přestože roste význam sladké kukuřice jako zeleniny. Ze světové produkce kukuřice na zrno se jako potravina spotřebuje zhruba 21 % [2].

## 1.1 Historie a popis kukuřice

Kukuřice byla hlavní plodinou mnoha indiánských kmenů – Aztéků, Mayů a Inků. První nálezy se vyskytují z oblastí dnešního Peru a Bolívie [3]. Způsob její domestikace ve Střední Americe je jednou z největších záhad genetiky. Na rozdíl od ostatních kulturních plodin nejsou známy žádné mezistupně mezi divokým předchůdcem kukuřice a kulturní plodinou. Současné teorie předpokládají, že kukuřice vznikla někdy mezi lety 4 000 - 3 000 př. n. l. Vedou se spory o tom, zda šlo o postupný proces nebo o šťastnou událost [2, 4].

Evropská historie pěstování kukuřice je velmi krátká. Byla dovezena do Španělska Kolumbem z jeho první cesty v roce 1493. Podle jiných zpráv přišla kukuřice do Evropy z Číny přes Indii, Malou Asii do Itálie. Zdomácněla také v Turecku a možná se odtud do evropských států začala rozšiřovat [3]. Naše národy údajně seznámili s kukuřicí Romové, kteří ji na jižní Slovensko a Moravu přenesli patrně z Turecka a Rumunska v 17. století, proto se jí také říká turecká pšenice nebo turecké žito, z čehož zůstalo krajové označení „turkyně“. V roce 1930 se začalo s pěstováním prvních hybridů [2].

Pojmenování kukuřice vzniklo z rumunského *cucuruza* [1]. Český název patří mezi novotvary vytvořené v 19. století Janem Svatoplukem Preslem [5].

Kukuřice je jednoděložná jednoletá tráva z čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Je cizosprašná, na rozdíl od jiných trav má dvě oddělená květenství – samčí na konci stonku a samičí (palice). Pyl je přenášen zejména větrem, včelami a jiným hmyzem [2, 5].



Obrázek 1: Samčí květenství



Obrázek 2: Samičí květenství

Jedná se o robustní trávy dorůstající někdy až do výšky 200 cm. Palice bývají až 20 cm dlouhé. Na středním větenu vyrůstají zrna. V době květu z palic vyčnívají blizny až 10 cm dlouhé. Zralá zrna jsou ponejvíce oranžová, mohou být též bílá, žlutá, červená až tmavofialová. Kukuřice se seje koncem dubna a sklízí v září. Ke svému růstu potřebuje dostatek vláhy, živin, teplotu 22 – 25 °C, ale snáší teplotu až 30 °C a nemá ráda mráz, ten ji ničí. Má ráda dostatek světla. Kukuřice je náročná na vodu – vytváří mohutný kořenový systém [3].

Botanický rod *Zea* je tvořen několika druhy. Pro zemědělské využití je nejdůležitější *Zea mays*. Velmi dlouho se pěstuje pukancová kukuřice (*Zea mays* convar. *microsperma*-maize; popcorn Mais), jejíž obilky po zahřátí explodují a obrátí se naruby, takže se objeví výrazné bílé vnitřní vrstvy – endosperm. Při běžném pěstování dominuje kukuřice setá tvrdozrná (*Zea mays* convar. *indurata* maize; corn Mais) a kukuřice setá koňský zub (*Zea mays* convar. *dentiformis*.maize; dent corn, Mais) jejíž obilky jsou shora promáčklé. Značně rozšířená je kukuřice cukrová (*Zea mays* convar. *saccharata*). Ve východní Asii se často pěstuje další z kulturních kukuřic, kukuřice vosková [2].

## 1.2 Využití kukuřice

Dnes se kukuřice pěstuje v teplejších oblastech na celém světě, na severní polokouli až k 56. rovnoběžce. Na jižní polokouli se pěstuje téměř všude. Největším producentem kukuřice jsou Spojené státy s více než 50 % celkové produkce kukuřičného zrna, dále Čína, Rusko, Mexiko, Brazílie, Jihoafrická republika a Indie. V Evropě se pěstuje kromě Ruska nejvíce kukuřice na zrno v Rumunsku, Maďarsku, bývalé Jugoslávii, Itálii a Francii. Plochy kukuřice pěstované na zrno se v celosvětovém měřítku neustále zvětšují [1].

### 1.2.1 Použití v potravinářství a zemědělství

V současné době se kukuřice užívá jako výborné krmivo a také jako zelenina. Jako zelenina se používají klasy kukuřice cukrové, sklizené v době kdy zrna přecházejí z mléčné zralosti do zralosti voskové [3]. Z ulic českých i zahraničních měst známe vařené kukuřičné klasy nabízené ve stáncích s rychlým občerstvením a žlutá zrna, ať už v čerstvé, mražené nebo konzervované podobě, se už zabydlela v obchodech. Výrobci, kteří je nabízejí v konzervě, stále přibývá [6].



Obrázek 3: Kukuřičné klasy

Kukuřice se dále zpracovává na krupici, mouku, celozrnné a další kukuřičné produkty. Trendem je kukuřičná mouka s nízkým obsahem tuku nebo celozrnné kukuřičné produkty se zvýšeným obsahem fytochemikálií a antioxidantů [7].

V průběhu mlýnského zpracování prochází kukuřice řadou testování, skladování, čištění a kondicionování, poté probíhá odklíčkování a rozemílání na speciální mlýnské produkty. Odklíčkované produkty mají přirozeně nízký obsah tuku, otruby mají vysoký obsah vlákniny a neobsahují žádné trans mastné kyseliny ani cholesterol a jsou zcela přírodním produktem. Důležitá je především kvalita kukuřice, protože výrobky mohou být pouze do té míry kvalitní, jak kvalitní je výchozí surovina. Proto je třeba věnovat velkou pozornost hmotnosti, vlhkosti, obsahu zlomků a cizích příměsí. Kukuřičná zrna se mohou zpracovávat na různé produkty, které vykazují rozdílné funkční vlastnosti [7].

Z kukuřičného zrna se vyrábí škrob, lín, olej, aceton, kukuřičný lepek, cukr a mnoho dalších výrobků od ethylalkoholu až po izolační desky. Olej lisovaný z kukuřičných klíčků se používá k výrobě mýdel a stolních tuků. Zbylé pokrutiny jsou hodnotným krmivem pro hospodářská zvířata. Ve farmaceutickém průmyslu slouží kukuřice jako živné prostředí k výrobě *Penicillia*. Kromě zrna se průmyslově zpracovává kukuřičná sláma a vřetena z palic. Ze slámy se vyrábí celulóza a papír. Kukuřičná vřetena využívá chemický průmysl k výrobě dextrosy furfurolu, který je výchozí surovinou při výrobě umělých vláken. Ze suchých kukuřičných listů se vyrábějí i různé dekorativní předměty [1].

Kukuřice je plodina, která umožňuje celou řadu technologických postupů při sklizni a zpracování, a tím poskytuje možnost volby typu výsledného krmiva přesně podle požadavků živočišné výroby. Prvním způsobem je sklizeň na zelené krmení, která se ale v posledních letech používá minimálně. Dominantní formou zpracování je výroba kukuřičné siláže [2, 4].

V podmínkách ČR je hlavním směrem využití ke krmným účelům (siláž i zrno). Kukuřičná siláž tvoří základní součást krmných dávek přežvýkavců, a to nejen v zimním, ale i v letním krmném období. S rostoucí užitkovostí dojnic rostou požadavky na kvalitu krmiv, a tím narůstá také význam kukuřice [2].

### 1.2.2 Nová energetická rostlina

Při hledání alternativních energií a surovin se do středu zájmu stále více posouvá kukuřice. Jako obnovitelná surovina je vhodná pro produkci bioplynu. Bioplyn z kukuřice použitý na výrobu elektrické energie má podle plánů EU přispět k tomu, že se podíl regenerativních energií na výrobě elektrické energie zvýší z dnešních 10 % na 12,5 % v roce 2010 [8].

Kukuřice doposud v našich zeměpisných šířkách používaná převážně ke krmení skotu a prasat se posouvá do středu jiných možností zhodnocování – na výrobu bioplynu. I když se bioplyn může produkovat z každé formy biomasy, je upřednostňovanou energetickou rostlinou kukuřice. Ta dává nejvyšší výnos elektrického proudu z hektaru.

Nejprve bakterie uvedou do kvašení jemně nařezané rostliny kukuřice (palice, stonky, listy) ve vzduchotěsně uzavřené nádobě. Potom se tímto způsobem získaná siláž postupně dává do nádoby bioplynové stanice. Za pomoci methanových bakterií se zde vytváří bioplyn. Jeho cennou složkou je methan, který se jímá do zásobníku, spaluje se, mění se na elektrický proud a teplo se přivádí do blokové teplárny. Varianta budoucnosti spočívá v tom, že se bioplyn vyčistí a přímo přivede do plynovodní sítě zemního plynu [8].

### 1.3 Léčebné vlastnosti

Pravidelnou konzumací kukuřice v jakékoliv formě se posiluje obranyschopnost lidského organismu. Její léčebný účinek se vysvětluje hlavně vysokým obsahem selenu a vlákniny. V léčebné výživě se uplatňuje hlavně v prevenci nádorových onemocnění.

Málo plodin nabízí tolik terapeutických možností jako kukuřice ve svém celku. Zrna, klas, vlákna, škrob, krupice mají každý své vlastnosti [9, 10].

#### 1.3.1 Lékařské vlastnosti kukuřice

*Regulátor činnosti střev a jater* – její vysoký obsah vlákniny podporuje průchodnost střev. Američani z jiho-východu pravidelně konzumují ke snídani “grits“ druh krup nebo kaši z kukuřičných zrn, aby snížili hladinu cholesterolu a zvýšili činnost střev.

*Močopudné vlastnosti* – střeva a játra – oteklé nohy jsou často způsobeny zadržováním vody, pro aktivaci urinární funkce by se měly pravidelně konzumovat “grits“ a kukuřičná kaše. V případě edému můžeme připravit močopudný čaj z kukuřičných vláken.

*Zastavuje svědění* – pro ulehčení mírného svědění způsobeného hmyzím bodnutím stačí vytvořit diakolovou náplast – vytvořit a aplikovat na pár minut těstíčko z trochy škrobu rozředěného pár kapkami vody.

*Zastavuje průjem* – jestliže kukuřičná zrna aktivují proces vylučování, naproti tomu škrob je účinným prostředkem k zastavení průjmu v průběhu několika hodin.

*Posiluje funkci ledvin* – jakmile ledviny fungují špatně nebo nedostatečně, do šálku vložíme malou hrst vláken z klasů a zalijeme vroucí vodou.

*Pukancová kukuřice* normalizuje činnost celého zažívacího traktu a očišťuje sliznice. Tím odstraňuje mnoho zdravotních problémů nejasného původu, např. zácpy, ekzémy, kloubové potíže apod. Je též nejlevnější a biologicky plnohodnotnou součástí redukčních diet [9, 10].

## 2 CHARAKTERISTIKA ZÁKLADNÍCH SLOŽEK A METODY JEJICH STANOVENÍ

Cukrová kukuřice je sklížena v době, kdy obsahuje přibližně 70 – 80 % vody. Přesto jí obsahuje méně než ostatní čerstvá zelenina (90 - 95 % obsahu vody). Díky tomu však obsahuje více sušiny (především sacharidy, bílkoviny, vlákninu a minerální látky). Z tohoto důvodu je nositelem většího množství energie než čerstvá zelenina [9].

V zrnu kukuřice jsou po vodě druhou hlavní složkou sacharidy, v sušině zrna je jich 75 – 80 %. Dominuje sacharosa, zatímco škrob a dextrin zauímají o něco menší podíl, v malých množstvích jsou přítomny ještě glukosa, fruktosa, maltosa a manitol. Kukuřice obsahuje v průměru 12 % bílkovin. Jako většina rostlinných bílkovin jsou deficitní v obsahu esenciálních aminokyselin, především lysinu a tryptofanu. Kukuřice má relativně vysoký obsah tuků (5 – 8 %) složených především z nenasycených mastných kyselin [2].

### 2.1 Voda - sušina

Stanovení obsahu sušiny je nepostradatelnou metodou, čím je větší obsah sušiny, tím větší je výnos škrobu a tím je větší stabilita produktu při skladování [11]. Voda je obsažena prakticky ve všech potravinách a vyskytuje se v nich v různém množství a v různých formách. Za vodu, respektive vlhkost pokládáme látky, které těkají ze vzorku za podmínek metody. Pevný zbytek vzorku po odstranění vody a těkavých látek se označuje jako sušina. Obsah vody v potravinách má úzký vztah ke kvalitě, konzistenci, skladovatelnosti a trvanlivosti potravin. Obsah vody je základním faktorem pro růst plísní a proto jeho přesné stanovení má zásadní význam pro prevenci proti vzniku mykotoxinů [12].

#### 2.1.1 Princip stanovení sušiny

Při stanovení vody v potravinách se používají metody přímé a nepřímé. Přímého stanovení se používá u materiálů s vyšším obsahem vody, kde je zaručena dostačující přesnost.

V běžné praxi se nejčastěji používají nepřímé metody, u nichž se voda a mnohé těkavé látky odstraňují z analyzovaného materiálu sušením za definovaných podmínek. Jsou to metody gravimetrické, založené na zjišťování úbytku hmotnosti vlivem sušení. Sušení se provádí v sušárně. Podmínky sušení jsou standardizovány a uvedeny pro jednotlivé druhy potravin [12].



## 2.2 Minerální látky

Kukuřice obsahuje hodně minerálních látek (popelovin). Převládá draslík (představuje asi 300 mg ve 100 g). Hojný je též fosfor (více než 100 mg), jakož i hořčík (64 mg), který pomáhá snížit stres, ale v současné stravě je velice deficitní. Pokud se kukuřice jeví jako chudá na obsah vápníku (v průměru 7 mg), tak ale dodává nezanedbatelné množství železa (0,6 mg) a zinku (0,7 mg). Též stopové prvky jsou početné a rozmanité (mangan, měď, nikl, molybden, jód, selen) [3, 9].

### 2.2.1 Princip stanovení obsahu popela

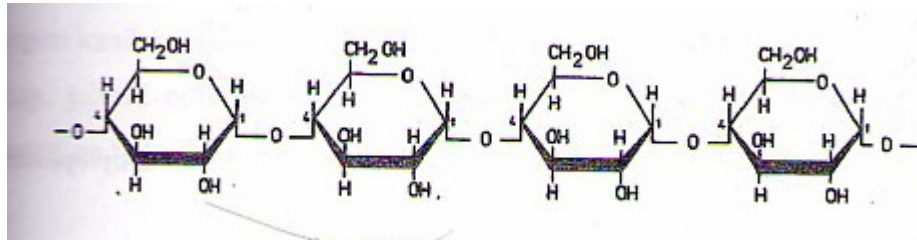
Popelem se rozumí množství nespalitelných anorganických látek, zbytek po vyžhání při teplotě 550 °C v muflové elektrické peci [13].

## 2.3 Škrob

Škrob je hlavní zásobní živinou rostlin sloužící jako pohotová zásoba glukosy. Na rozdíl od strukturních polysacharidů, které jsou součástí buněčných stěn, se škrob nachází v orgánech cytoplasmy nazývaných plastidy. V pletivech, kde probíhá fotosyntéza je v malém množství v chloroplastech, ve velkém množství v amyloplastech, speciálních buňkách kořenů, hlíz a semen. Je uložen v nerozpustných micelách nazývaných škrobová zrna nebo škrobové granule, které mají druhově specifický, geneticky daný tvar a rozměry. Ukládání glukosy získané fotosyntézou ve formě škrobu silně snižuje velké intracelulární osmotické tlaky, kterým by jinak byly buňky vystaveny [14].

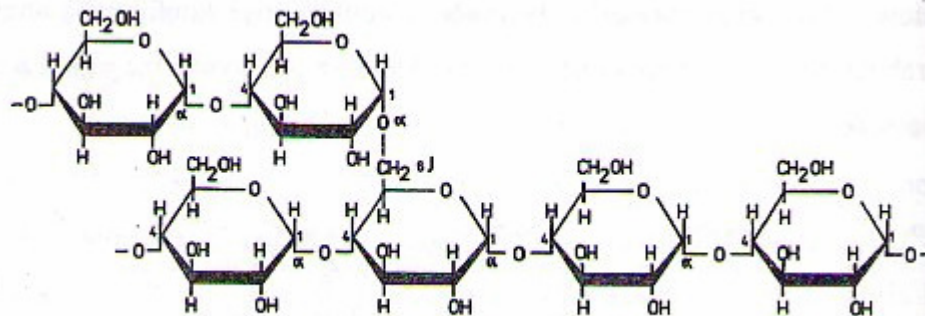
Většina kukuřičného škrobu se skládá z 25 % amylosy a 75 % amylopektinu. Tyto dva polymery glukosy se liší ve velikosti molekul a stupněm větvení. Vysoký obsah amylopektinu je spojen s vyšší viskozitou a stabilitou vůči teplotě a pH. V cukrové kukuřici je přeměna cukru na škrob během zrání zpožděna [11].

*Amylosa* je ve vodě rozpustná. Základ její struktury tvoří glukosové jednotky spojované  $\alpha(1\rightarrow4)$ -glykosidovou vazbou (polymer maltosy) v dlouhé lineární řetězce, helikálně svinuté [15].



Obrázek 4: Amylosa

*Amylopektin* se ve vodě nerozpouští, v teplé vodě pouze bobtná. Má větvenou strukturu. K větvení řetězce složeného z maltosových jednotek dochází vytvářením vazeb  $\alpha(1\rightarrow6)$  v průměru asi po 20 až 30 glukosových jednotkách [15].



Obrázek 5: Amylopektin

*Dextriny* jsou produkty neúplné hydrolýzy škrobu. Jsou to mírně nažloutlé látky, rozpustné ve vodě [16].

### 2.3.1 Princip stanovení škrobu

Ke stanovení škrobu se používá polarimetrická metoda, která využívá významné vlastnosti sacharidů - optické aktivity, tj. schopnosti stáčet rovinu polarizovaného světla o určitý úhel. Úhel otočení je úměrný koncentraci sacharidů podle vztahu:

$$\alpha = [\alpha]_{\lambda}^t \cdot l \cdot c$$

$[\alpha]_{\lambda}^t$  - specifická otáčivost při teplotě  $t$  a vlnové délce  $[\circ]$

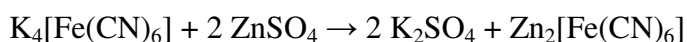
$l$  - tloušťka vrstvy (délka polarimetrické trubice) [dm]

$c$  - koncentrace stanovované látky [g/ml]

Úhel otočení roviny polarizovaného světla závisí na povaze analyzované látky, na povaze rozpouštědla, na teplotě a vlnové délce. Specifická otáčivost je charakteristickou konstantou opticky aktivních látek. U kapalných látek i roztoků je to úhel, o který vrstva 1 dm roztoku obsahujícího 1 g látky v 1 ml, stáčí rovinu polarizovaného světla za daných podmínek ( $t$ ,  $\lambda$ ). Hodnoty specifických otáčivostí nejsou pro dané látky univerzálními konstantami, nýbrž se vztahují k určitému rozpouštědлу. Vliv rozpouštědla může způsobit u téže látky změnu znaménka otáčení. Úhel otočení roviny polarizovaného světla se měří na polarimetrech. Běžně se měření provádí při vlnové délce 589,3 nm a teplotě 20 °C.

Roztoky, u nichž se měří úhel otočení musí být dokonale čiré, proto se musí u analyzovaných vzorků provádět čiření. Nejpoužívanější je čiření podle Carreze. Čiřícího účinku je zde dosaženo vytvořením objemné sraženiny hexakynoželeznanu zinečnatého.

Činidla:	Carrez I.	30% ZnSO <sub>4</sub>
	Carrez II.	15% K <sub>4</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]



Vysokou účinnost má zvláště v kyselém prostředí. Dokonale odstraňuje bílkoviny. Škrob se stanovuje pomocí Ewersovy metody polarimetricky po hydrolyze zředěnou kyselinou chlorovodíkovou ve vroucí vodní lázni, při níž se štěpí na glukosu [17].

## 2.4 Bílkoviny

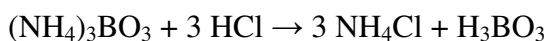
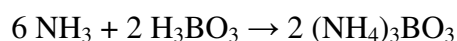
Bílkoviny jsou vysokomolekulární látky (biopolymery). Jsou zbudovány z aminokyselin a základem jejich molekuly je polypeptidový řetězec vytvořený vzájemnou vazbou (peptidovou, disulfidovou, esterovou a amidovou) sta až několika tisíc aminokyselin [18, 19]. V bílkovinách se nachází zhruba 90 % aminokyselin přítomných v organismu [18].

Kukuřice obsahuje 9 - 12 % bílkovin (více než většina jiné čerstvé zeleniny) [3, 9]. Kukuřičné proteiny tvoří asi z 50 % zein, který patří mezi gliadiny, 20 – 45 % proteinů tvoří gluteliny (zeanin) [14]. Většina rostlinných bílkovin postrádá některou z esenciálních aminokyselin. Limitní aminokyselinou v kukuřici je tryptofan a lysin. Pokud budeme konzumo-

vat kukuřici společně s jinými proteinovými potravinami živočišného původu (mléčné výrobky, sýry, vejce, ryby nebo maso), které jsou bohaté na tyto aminokyseliny, zajistíme si tak optimální biologické hodnoty proteinů [9].

#### 2.4.1 Princip stanovení bílkovin

První fází stanovení je mineralizace analyzovaného vzorku. Provádí se koncentrovanou kyselinou sírovou za pomoci katalyzátoru (směs  $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4$ ) při teplotě  $400\text{ }^\circ\text{C}$ . Z mineralizátu bílkovinného materiálu se amoniak uvolněný ze síranu amonného koncentrovaným roztokem NaOH, predestiluje s vodní parou v destilačním přístroji do roztoku kyseliny trihydrogenborité. Vzniklý boritan amonný se stanoví titračně odměrným roztokem kyseliny chlorovodíkové na indikátor Tashiro.



Z množství spotřebované kyseliny se vypočítá obsah dusíku. Výsledek se přepočítá na navážku a vynásobením faktorem 5,7 se určí % hrubé bílkoviny v analyzovaném materiálu [20].

## 2.5 Aminokyseliny

V potravinách se aminokyseliny mohou nacházet volně (asi 1 %), nejčastěji však vázané v peptidy nebo proteiny. Některé aminokyseliny si člověk nedokáže syntetizovat a musí je získávat výhradně potravou. Pro tyto aminokyseliny, pro náš organismus nezbytné, používáme název esenciální aminokyseliny. Základní aminokyseliny se ponejvíce označují triviálními názvy. V textech se aminokyseliny označují třípísmenovými symboly [16]. Dodnes bylo izolováno z biologických systémů asi 700 různých aminokyselin. Nejdůležitějších z nich je však jen dvacet, tvořící základní stavební jednotky bílkovin [18].

Jak napovídá název, mají aminokyseliny dvě charakteristické funkční skupiny: aminoskupinu  $-\text{NH}_2$  a karboxylovou skupinu  $-\text{COOH}$ . V aminokyselinách, které nás zajímají nejvíce, je aminoskupina vždy v poloze  $\alpha$  ke skupině karboxylové [21].

### 2.5.1 Princip stanovení aminokyselin

Kyselá hydrolyza vzorků pro stanovení aminokyselin se provádí 6 M HCl v olejové lázni po dobu 24 hodin při 118 °C. Sirné aminokyseliny (methionin, cystein) se stanovují pomocí oxidativně kyselá hydrolyzy ve směsi 85% kyseliny mravenčí a 30% peroxidu vodíku [22].

Chromatografická analýza hydrolyzátu se provádí na přístroji AAA 400 (Ingos, Praha) pomocí sodnocitrátových pufrů a ninhydrinovou detekcí [23].

## 2.6 Vlákna

Vlákna potravy patří v širokém povědomí spotřebitelů mezi zdravotně prospěšné složky potravy. V roce 1972 byla formulována první definice „... jsou to zbytky rostlinných buněčných stěn, které nejsou štěpeny trávicími enzymy člověka“. Dodnes neexistuje jednotná, mezinárodně uznávaná metoda stanovení vlákniny potravy. Za výstižnou lze považovat definici Nizozemské zdravotní rady: „Vlákninu potravy tvoří látky, které nejsou stráveny či vstřebávány v tenkém střevu člověka, s chemickou strukturou sacharidů či látek obdobných, ligninu a příbuzných látek“.

Světová zdravotnická organizace v roce 1998 doporučila nečlenit již vlákninu na rozpustnou (zejména pektiny a beta-glukany) a nerozpustnou (zahrnující především celulosu a lignin) avšak toto členění je stále dost běžné. Vycházelo ze starších poznatků, že složky rozpustné vlákniny vytvářejí v tenkém střevu gelovité (rosolovité) prostředí a snižují tak vstřebávání glukosy a mastných kyselin uvolněných z tuků přes stěnu střevní. Látky zahrnované do nerozpustné vlákniny podporují peristaltiku střev, urychlují tak průchod tráveniny střevem a zvětšují objem stolice. Soudobé poznání však tyto představy koriguje, protože platí jen pro některé ze složek obou skupin.

Z chemického hlediska lze složky vlákniny rozdělit do následujících skupin:

- polysacharidy mimo škrob: celulosa, hemicelulosa, pektiny, beta-glukany, chitin, gumy a slizy,
- nestravitelné oligosacharidy, např. fruktany (zejména inulin, který je však často řazen mezi polysacharidy),
- složky příbuzné sacharidům: zejména rezistentní škroby a modifikované celulosy,

- lignin a doprovodné látky: kutin, třísloviny aj. [24].

Ještě dřív než se objevily ve vědecké literatuře články o blahodárném působení vlákniny, psalo se o možných nepříznivých účincích pšeničných otrub a různé pokusy in vitro ukázaly, že určité složky buněčných stěn rostlin mohou vázat některé dvojmocné prvky jako vápník, železo, měď a zinek – vesměs prvky, které mají biologický význam pro člověka. Mohla by se proto snížit využitelnost těchto prvků. Studie in vivo u člověka však nenasvědčují významnému snížení využitelnosti minerálů s výjimkou toho, když zdroje bohaté na vlákninu mají zároveň vysoký obsah kyseliny fytové nebo šťavelové. Navíc je známo, že populace, které běžně konzumují stravu s vysokým obsahem vlákniny, netrpí zpravidla karencemi minerálních látek.

Podle názoru odborníků nepříznivý účinek stravy s vysokým obsahem vlákniny lze spíš předpokládat u populačních skupin, jejichž příjem minerálních látek je nízký, tj. zejména u starých osob. U této skupiny spotřeba potravin se zvýšeným obsahem kyseliny fytové či šťavelové by měla být omezená.

Vláknina je nepřímým rizikem ve stravě skupin, kde je nebezpečí, že vytěsní ze stravy potraviny, které obsahují nezbytné živiny. Týká se zejména skupin s nízkou energetickou spotřebou (malé děti, staří lidé).

Běžně konzumované a doporučované množství vlákniny ve stravě u zdravých dospělých osob nemá účinky, jichž je třeba se obávat. Možným nepříznivým účinkům vlákniny můžeme snadno předejít i tím, budeme-li čerpat z pestrého sortimentu potravin, které obsahují vlákninu jako svou přirozenou složku, a nikoli ze suplementů nebo potravin obohacovaných vlákninou.

Podle autorů britských doporučených dávek spotřeba vlákniny vyšší než 60g/den může být riskantní. Může zavinit různé zažívací potíže i neprůchodnost střev a ohrozit vstřebávání některých minerálních látek. To však nejsou problémy, které se týkají běžné populace a spíš výjimečně skupin s vysokou spotřebou.

Experti z Kanady a Spojených států dospěli nezávisle na sobě k velmi podobným závěrům, doporučují dávku asi 25-35 g pro dospělého člověka, při němž poměr nerozpustné a rozpustné vlákniny by měl být 3:1, tak jak tomu je v přirozených potravinách [25].

### 2.6.1 Princip stanovení vlákniny enzymatickou metodou

Podstatou metody je odstranění škrobu a bílkovin z potraviny působením trávicích enzymů. Zbytek pak tvoří vláknina a minerální látky. Homogenizovaná potravina se postupně podrobí účinku enzymů, jimiž se ze vzorku odstraní bílkoviny a škrob [26, 27].

Metoda použitá pro stanovení celkové, rozpustné a nerozpustné vlákniny je zjednodušenou modifikací AACC 32-05 metody (pro stanovení celkové vlákniny) a AACC 32-21 metody (pro stanovení rozpustné a nerozpustné vlákniny). Pro analýzu se používá set enzymů Megazyme TDF Test Kit (výrobce Megazyme International Ireland Ltd.). Hlavní výhodou tohoto setu je, že obsahuje vysoce čisté enzymy (termostabilní  $\alpha$ -amylasu, proteasu a amyloglukosidasu), přičemž aktivita těchto enzymů je standardizována. Jednotlivé enzymy jsou dodávány ve stabilizované, tekuté formě připravené k okamžitému použití [28].

Přídavkem čtyřnásobného objemu ethanolu se vysráží rozpustná vláknina. Od nerozpustného zbytku je nutno odečíst bílkoviny, které se nerozrušily působením proteasy, popel a slepý pokus [26, 27].

### 2.6.2 Princip stanovení neutrálně detergentní vlákniny

Roku 1963 P. J. Van Soest a kol. zavedli pojmy neutrálně-detergentní vláknina (NDF), acido-detergentní vláknina (ADF), a acido-detergentní lignin (ADL), jednalo se o oddělení komponent buněčných stěn od buněčného obsahu, zároveň i rozdělení buněčné stěny na celulózu, hemicelulózu a lignin. NDF je zbytek buněčných stěn (celulóza, hemicelulóza a lignin) získaný po mírné hydrolyze za varu v pufrovaném neutrálním roztoku detergentu laurylsulfátu sodného [29].

## 2.7 Ostatní složky

### 2.7.1 Sacharidy

Názvem sacharidy se označují polyhydroxyaldehydy a polyhydroxyketony, které obsahují v molekule minimálně tři alifaticky vázané uhlíkové atomy a také sloučeniny, které se z nich tvoří vzájemnou kondenzací za vzniku glykosidových vazeb.

Sacharidy (latinsky *saccharum*, cukr) jsou základními složkami všech živých organismů, biologicky aktivními molekulami a nejrozšířenějšími organickými sloučeninami v biosféře.

Podle počtu cukerných jednotek vázaných v molekule sacharidů je dělíme na:

- monosacharidy,
- oligosacharidy,
- polysacharidy (homopolysacharidy, heteropolysacharidy),
- heteroglykosidy [16].

Ze sacharidů se v kukuřici cukrové nejvíce vyskytuje:

*Glukosa* – je to hexosa, nazývána také cukr hroznový. Je nejdůležitějším a ve formě derivátů i polymerů (glykogen, celuloza a škrob) nejrozšířenějším sacharidem.

*Fruktosa* – je ketohexosa, nazývala se dříve levulosa. Nejvíce je rozšířena v rostlinné říši, váže se v polysacharid inulin [21].

*Sacharosa* – patří mezi neredukující disacharidy. Je složena s glukosy a fruktosy ( $\alpha$ -D-glukopyranosyl- $\beta$ -D-fruktofuranosid), nazývaná také cukr třtinový nebo řepný [21]. Sacharosa tvoří ve vodě velmi dobře rozpustné krystalky sladké chuti [16].

*Maltosa* – patří mezi redukující disacharidy. Je složena ze dvou jednotek glukos (4-O- $\alpha$ -D-glukopyranosyl-D-glukosa), vzniká při odbourávání škrobu a je přítomna ve sladu (sladový cukr) [21].

*Manitol* – je to alditol, vzniká enzymovou redukcí oxoskupiny monosacharidů [15].

### 2.7.2 Tuky

Kukuřice cukrová se odlišuje od jiných zelenin svým vysokým obsahem tuků. Průměrná hodnota je 1,2 g na 100 g, což je 5 – 6x více než u jiných druhů zeleniny. Tyto tuky jsou složeny především z 50 % polynenasycených, 33 % nenasycených a z 15 % nasycených mastných kyselin. Zasahují jen velice slabě do energetického přínosu kukuřice, ale hrají důležitou úlohu v životě rostliny (jsou obzvláště koncentrovány v zárodku zrna) a přispívají k potravinovému přínosu základních mastných kyselin [9].



### 2.7.3 Vitamíny

Obsah vitamínů v kukuřici je vyšší a celkem zajímavý. Vitamíny skupiny B jsou 2 - 3x hojnější než v jiných druzích zeleniny [9].

Tabulka 1: Obsah vitamínů skupiny B v kukuřici cukrové [3]

Vitamín	Množství ve 100 g
B <sub>1</sub> (thiamin)	0,16 mg
B <sub>2</sub> (riboflavin)	0,12 mg
B <sub>3</sub> (niacin)	1,8 mg
B <sub>5</sub> (kys. pantothenová)	0,81 mg
B <sub>6</sub> (pyridoxin)	0,19 mg
B <sub>9</sub> (kys. listová)	40 µg

Hladina vitamínu C dosahuje 10 mg (a po tepelném zpracování okolo 6 - 7 mg). Obsah provitamínu A (karoten) se pohybuje v řádu 0,12 - 0,15 mg na 100 g (je spojen s přítomností pigmentů). Vitamín E je přítomný ve výši 0,7 mg na 100 g, hraje roli základního antioxidantu (polynenasycené mastné kyseliny v klíčku jsou totiž velice citlivé na oxidaci). Jedna porce o 150 g umožňuje pokrýt nezanedbatelnou část doporučených denních dávek: 20 – 25 % u vitamínu B<sub>1</sub>, 15 % u vitamínu B<sub>9</sub>, 12 % u vitamínu C, 10 % u vitamínů B<sub>2</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub> a 9 % u vitamínu E [9].

### 3 VÝROBKY NA BÁZI KUKUŘICE

Cukrová kukuřice je pouhou epizodou v téměř sedmítisícileté historii pěstování kukuřice. Nicméně se stala po svém vyšlechtění v 18. století jednou z nejrozšířenějších zelenin, alespoň na americkém kontinentě. Kukuřičné klasy se konzumují syrové nebo uvařené (ochucené solí, máslem a případně kořením), samostatná zrna spolu s dalšími druhy zeleniny se uplatňují v salátech, polévkách, zeleninových příkrmech a oblohách pro masité pokrmy. Spotřeba cukrové kukuřice neustále roste, v ČR je zatím její konzum zajišťován dovozem. Ekonomickou nadějí pro pěstitele mohou být nově vyšlechtěné odrůdy [30].



Obrázek 6: Konzervovaná kukuřice [9]

Rostoucí zájem spotřebitelů o celozrnné výrobky a otruby s vysokým obsahem vlákniny otevírá nové možnosti uplatnění pro široký sortiment ingrediencí z kukuřice a dalších cereálií pro výrobu snacků, cereálních snídaní a jiných potravin obohacených vlákninou. Kukuřice je hlavní složkou stravy obyvatel řady zemí na celém světě a v porovnání s ostatními zrninami má některé přednosti. Stále kupříkladu pokračuje výzkum potenciálních antioxidantních schopností kukuřice, kukuřičné otruby mají ze všech obilovin nejvyšší obsah dostupné přírodní vlákniny, příznivé jsou i funkční vlastnosti atd. Suché mlýnské produkty mleté kukuřice jsou vynikající surovinou pro extruzi vzhledem ke vhodné granulaci a regulovanému obsahu vlhkosti. Pro pekařské a cukrářské aplikace je kukuřičná mouka vhodná kvůli konzistentní absorpci vody [7].

Další uplatnění kukuřice je po průmyslové stránce při výrobě škrobu, lihu, škrobového cukru a sirupu („corn sirup“), dextrinu a stolního oleje z klíčků. Též se používá ve farmaceutickém a kosmetickém průmyslu (antibiotika, zubní pasty, krémy...). Z pohledu klasického nahlížení na průmyslovou výrobu mají technologie nepotravinářského využití kukuřice

hlavní rozvoj teprve před sebou. A nejen z tohoto aspektu je třeba kukuřici považovat za plodinu budoucnosti [2].

### 3.1 Kukuřice v kuchyni

*Polenta* je mouka z kukuřičných zrn. Má hrubší zrnitou strukturu. Obvykle se vaří ve vodě, čímž se z ní stává kaše, která se zjemňuje máslem nebo bylinkami. Kaše se konzumuje horká a měkká nebo naopak studená. Studená se krájí na plátky, které se podávají jako příloha nebo se dále smaží či grilují. V Itálii se stala celonárodním jídlem, které najdeme na jídelním lístku každé restaurace. V některých italských rodinách je základní potravinou a mnohdy zde nahrazuje i chléb [31].



Obrázek 7: Kukuřičná polenta

*Kukuřičný olej* je olej získávaný výhradně z kukuřičných klíčků. Světle žlutý olej, téměř bez chuti a vůně. Většinou se prodávají oleje rafinované. Přesto se dá tento olej lisovat za studena. Vhodný je ke smažení a používá se při výrobě tuků. Lidé držící diety by jej měli vyhledávat. Obsahuje nenasycené mastné kyseliny, má vysoký bod varu, takže se nepřepaluje. Obsahuje v průměru 10 % kyseliny palmitové, 3% stearové, 30 % olejové a 56 % linolové [2]. Olej má regenerační a hojivé účinky. Při vnitřním užití působí projímavě. Vzhledem k velice příjemné chuti a obsahu koenzymu Q 10 se využívá k ošetření dásní a zubů [31].

*Gustin* je jemný kukuřičný škrob. Vhodný na zahuštění polévek a omáček, na zjemnění koláčů, dortů a na přípravu náplní a dezertů.

*Maizena* je kukuřičný škrob. Slouží hlavně k přípravě tradičních pudingů a zahušťování polévek a omáček [31].

*Kukuřičný sirup* se vyrábí z kukuřičného škrobu. Má vysoký obsah fruktosy a jsou jim dochucovány některé nealkoholické nápoje, džusy, hamburgery, koláčky, chléb, sušenky, jogurty, pizza a mnoho dalších potravin. Toto sladidlo je stejně sladké jako cukr ale pro svůj vysoký obsah fruktosy způsobuje tloušťnutí [32].

Používané jsou také moučné výrobky, jako je *hladká mouka*, *polohrubá kukuřičná mouka*, *kukuřičná krupice* a *instantní kaše* pro výrobu kaší sladkých i slaných, na placky, vafle, palačinky.

Dalším zajímavým kukuřičným jídlem jsou *mexické tortily*. Podávají se ihned po upečení s různými pikantními omáčkami.

*Kukuřičné lupínky (corn flakes)* jsou nejznámějšími výrobky z kukuřice, ale nemohou se používat při bezlepkových dietách, protože obsahují slad z ječmene, který obsahuje lepek [33].

### 3.1.1 Bezlepková dieta

Bezlepková dieta je nezbytným a trvalým prostředkem pro léčbu respektive stabilizaci stavu u celiakie. Tato dieta je bohatá na bílkoviny, s nízkým obsahem tuků a polysacharidů. Výrobky obsahující gluten (lepek) jsou zakázané. Tyto složky by měly být nahrazeny kukuřicí, rýží nebo sójou [34].

*Lepek* je společný název pro gliadin (rozpuštěný ve zředěném roztoku ethanolu) a glutelin (rozpuštěný v 0,2% roztoku KOH) [14, 35].

*Celiakie (glutenová enteropatie, celiakální sprue)* je celoživotní onemocnění, charakterizované trvalou intolerancí lepku, malabsorpcí v důsledku typických zánětlivých změn sliznice tenkého střeva a klinickým zlepšením při dodržování bezlepkové diety. Patologické změny vznikají v důsledku abnormální imunitní reakce na lepek (gluten), resp. jeho štěpy. Ve sliznici dochází ke vzniku protilátek, které pak na ni působí cytotoxicky a vyvolávají zánětlivý proces. Jedinou léčbou je celoživotní a úplná bezlepková dieta. Je nutné vyloučit všechny potraviny obsahující i stopová množství mouky z pšenice, žita, ječmene i ovsa. Možná je konzumace mouky kukuřičné, rýžové, sojové či speciální bezlepkové [36].

Potraviny označené logem



neobsahují lepek.

### 3.2 Ostatní výrobky z kukuřice

*Kukuřičný šrot* je vydatným krmivem, ze suchých větven vyloupaných palic. Siláž z palic (ze zralých žlutých obilek, větven palic a šustí) je základní složkou krmiva vepřového dobytka [9].

*Polylaktid (PLA)* je již znám zhruba 15 let. Tento termoplast je 100% výrobkem z kukuřice, jako surovina k výrobě však mohou posloužit i jiné obnovitelné zdroje sacharidů ve formě škrobu nebo cukrů jako ječmen, cukrová řepa nebo zemědělské odpady s fermentovatelnými rostlinnými cukry. Největší předností PLA je jeho biologická odbouratelnost v přírodě a při kompostování. Biologická odbouratelnost spočívá v hydrolýze a rozrušení esterových řetězců za přítomnosti vlhkosti a zvýšené teploty, běžné v podmínkách kompostování [37].

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 POUŽITÝ MATERIÁL A PŘÍSTROJE

Analýza obsahu základních složek byla provedena u vzorku kukuřice cukrové (dovoz Rakousko), který byl ve stavu zralosti pro přímou konzumaci. Vzorek byl pro jednotlivé analýzy kromě stanovení sušiny předsušen při 45 °C do obsahu vlhkosti kolem 5 %. Dále byl rozemlet a přeset přes síto o průměru ok 1 mm.

- **Stanovení sušiny**

Použité přístroje:

analytické váhy (OHAUS),

elektrická sušárna (Venticell, BMT ČR).

- **Stanovení popela**

Použité přístroje:

analytické váhy (OHAUS),

muflová elektrická pec (Elektrické pece Svoboda).

- **Stanovení škrobu**

Použité chemikálie:

HCl o složení 1,124 %,

Carrez I : 30% ZnSO<sub>4</sub>,

Carrez II : 15% K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>].

Použité přístroje:

analytické váhy (OHAUS),

vodní lázeň (Memmert),

polarimetr.

**• Stanovení bílkovin**Použité chemikálie:

96% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,

30% peroxid vodíku,

směsný katalyzátor (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + CuSO<sub>4</sub> v poměru 10:1),

13% NaOH,

30% NaOH,

kyselina boritá,

indikátor Tashiro,

0,1 M HCl.

Použité přístroje:

analytické váhy (OHAUS),

mineralizační jednotka Bloc Digest 12,

automatická destilační jednotka PRONITRO 1430.

**• Stanovení aminokyselin**Použité chemikálie:

fyziologický roztok,

96% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,

30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>,

30% NaOH,

2% H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>,

pufir sodnocietrátový (pH 2,2),

85% kyselina mravenčí,



6 M HCl,

indikátor Tashiro.

Použité přístroje:

analytické váhy (OHAUS),

automatický aminokyselinový analyzátor AAA 400 (Ingos, Praha),

olejová lázeň,

vakuová rotační odparka.

• **Stanovení vlákniny enzymatickou metodou**

Použité chemikálie:

MES-TRIS směsný roztok pufru (pH 8,3),

0,561 M HCl,

5% NaOH,

5% HCl,

$\alpha$ -amylasa,

proteasa,

amyloglukosidasa,

95% ethanol,

aceton.

Použité přístroje:

analytické váhy (OHAUS),

magnetická míchačka MR 1000 (Heidolph),

vodní lázeň s třepacím nástavcem (Memmert),

vodní lázeň (Memmert),

vodní vývěva,

elektrická sušárna (Venticell, BMT ČR),

muflová elektrická pec (Elektrické pece Svoboda).

- **Stanovení vlákniny neutrálně detergentní metodou**

Použité chemikálie:

NDČ (neutrálně detergentní roztok): 120 g činidla + 20 ml triethylenglykolu do 2 l,

NDR (neutrálně detergentní roztok): do 2 l NDČ bylo přidáno 20 g siřičitanu sodného (0,5 g/50 ml) + 4 ml  $\alpha$ -amylasy,

$\alpha$ -amylasa,

aceton.

Použité přístroje:

analytické váhy (OHAUS),

elektrická sušárna (Venticell, BMT ČR),

ANKOM technology Fiber analyzer,

muflová elektrická pec (Elektrické pece Svoboda).

## 5 METODIKA PRÁCE STANOVENÍ ZÁKLADNÍCH SLOŽEK U VZORKU KUKUŘICE CUKROVÉ

### 5.1 Stanovení sušiny

Vzorek kukuřice cukrové byl vložen do elektrické sušárny předehřáté na teplotu 105 °C a sušen do konstantní hmotnosti po dobu 10 hodin. Po vychladnutí byl zvážen na analytických vahách.

Obsah vlhkosti v % (w/w) byl vypočítán podle vzorce:

$$v = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \cdot 100$$

$m_0$  - hmotnost vysušené prázdné misky [g]

$m_1$  - hmotnost misky s navážkou vzorku před vysušením [g]

$m_2$  - hmotnost misky se vzorkem po vysušení [g]

Sušina v % (w/w):

$$S = 100 - v$$

### 5.2 Stanovení obsahu popela

Na analytických vahách byl zvážen předem vyžíhaný porcelánový kelímek. Do něj bylo pak naváženo 5 g vzorku. Vzorek byl spalován při 550 °C, dokud nevznikl bílý, lehce šedý popel, prostý zuhelnatělých částic. Kelímek byl vložen do exsikátoru a ponechán vychladnout a pak byl zvážen.

Obsah popela v % (w/w) byl vyhodnocen podle vztahu:

$$P = \frac{(m_a - m_b)}{n} \cdot 100$$

$m_a$  – hmotnost kelímku s popelem [g]

$m_b$  – hmotnost prázdného kelímku [g]

$n$  – navážka [g]

### 5.3 Stanovení škrobu

Do 100 ml odměrné baňky bylo naváženo 5 g vzorku a bylo přidáno 25 ml roztoku HCl o složení 1,124 %. Obsah baňky byl kroužením promíchán a stěny baňky byly spláchnuty dalšími 25 ml roztoku HCl. Baňka pak byla vložena do vroucí vodní lázně a zahřívána přesně 15 minut. Během prvních 3 minut byla baňka pravidelně promíchávaná. Po 15 minutách byla baňka vyjmuta z vodní lázně a bylo přidáno 20 ml roztoku HCl a vzorek byl ochlazen a provedeno vyčiření podle Carreze. Nejprve byl přidán 1 ml Carrez I, vzorek byl důkladně promíchán a pak byl přidán 1 ml Carrez II a opět promíchán. Po 5 minutách působení byla baňka doplněna po značku destilovanou vodou a roztok byl zfiltrován. První podíly filtrátu byly vráceny zpět na filtr. U čirého filtrátu byl měřen na polarimetru úhel otočení  $\alpha$  při teplotě 20 °C. Toto stanovení bylo provedeno třikrát.

Obsah škrobu v % (w/w) byl vypočten podle vzorce:

$$X = \frac{100 \cdot \alpha}{[\alpha]_D^t \cdot l \cdot n} \cdot 100$$

$l$  - tloušťka vrstvy (délka polarimetrické trubice) [dm]

$n$  - navážka [g]

$[\alpha]_D^{20}$  - specifická otáčivost pro kukuřičný škrob 184,6°

#### 5.4 Stanovení bílkovin

Do mineralizační zkumavky bylo na analytických vahách naváženo 0,25 g vzorku s přesností na čtyři desetinná místa. V digestoři bylo ke vzorku přidáno 10 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a dvě kapky H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> a 1 malá lžička směsného katalyzátoru (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + CuSO<sub>4</sub> v poměru 10:1). Baňka byla vložena na topnou desku mineralizátoru Bloc Digest 12 s přídatným zařízením umožňujícím odsávání par vznikajících zplodin a zapnut vyhřívací blok, pračka plynů a digestoř. Teplota ohřevu byla nastavena na 400 °C. Po vyhřátí topného zařízení probíhala mineralizace 1 hodinu. Po skončení mineralizace byl vypnut vyhřívací blok a zkumavky byly předány do stojanu a ponechány vychladnout. Po vychladnutí byla do zkumavek přidána destilovaná voda do objemu 25 ml.

Pro stanovení byla použita automatická destilační jednotka PRONITRO. Před spuštěním přístroje byla zkontrolována hladina vody v zásobníku generátoru par. Menu bylo nastaveno na TEST a potvrzeno ENTER. Šipkou bylo najedeno na DEST a potvrzeno ENTER. Nutné pro zahřátí přístroje. Pak byl proveden pro kontrolu slepý pokus s 25 ml destilované vody. Spotřeba HCl musela být nulová, pak bylo možno vložit mineralizát a mohlo být spuštěno stanovení. Poté byla provedena analýza mineralizátu analyzovaného vzorku kukuřice cukrové. Výstupem byl údaj obsahu dusíku v mg (P<sub>2</sub>).

% hrubé bílkoviny byly vyhodnoceny pomocí následujícího vzorce:

$$\% \text{ hrubé bílkoviny} = \frac{P_2}{n} \cdot 100 \cdot F$$

P<sub>2</sub> - obsah dusíku [mg]

n - navážka [mg]

F - přepočítávací faktor [5,7]

## 5.5 Stanovení aminokyselin

### Kyselá hydrolýza:

Na analytických vahách byl navážen 1 g vzorku. Ke vzorku bylo přidáno 150 ml 6M HCl a na baňku byl nasazen zpětný vzdušný chladič. Baňka byla umístěna do olejové lázně a probíhala kyselá hydrolýza po dobu 24 hodin při 118 °C. Po ukončení hydrolýzy byla baňka sundána z lázně a ponechána vychladnout i s chladičem v digestoři. Obsah baňky byl kvantitativně převeden 0,1 M HCl přes skládaný filtrační papír do 250 ml odměrné baňky. Po vytemperování byla baňka ponechána přes noc v lednici. Z filtrátu byla odebrána alikvotní část (25 ml) a odpařena na vakuové rotační odparce (max. 50 °C) do sirupovité konzistence. Odparek byl rozpuštěn v několika ml redestilované vody a znovu byl odpařen (2x). Odparek byl kvantitativně převeden pufrům (pH 2,2) do 25 ml odměrné baňky. Z jednoho filtrátu byly vždy odpařeny 2 vzorky. Odměrné baňky s odparkem v pufru byly uchovávány v lednici.

### Oxidativní hydrolýza:

Byla připravena oxidativní směs: 30% peroxid vodíku a 85% kyselina mravenčí v poměru 1:9 (tj. 7 ml peroxidu a 63 ml kyseliny mravenčí – celkem 70 ml). Směs byla ponechána v digestoři odstát 2 hodiny a poté byla umístěna na 15 minut do chladničky. Byl navážen 1 g vzorku a přidáno 15 ml oxidační směsi. Baňka byla umístěna na 16 hodin do ledničky. K oxidovanému vzorku bylo přidáno 1 – 2 ml koncentrované HCl a po vyšumění 150 ml 6 M HCl. Poté byla baňka umístěna do olejové lázně a další postup byl stejný jako u kyselé hydrolýzy.

Chromatografická analýza hydrolyzátu byla provedena na přístroji AAA 400 (Ingos, Praha) pomocí sodnocitrátových pufrů s ninhydrinovou detekcí. Bylo sledováno množství jednotlivých aminokyselin vyjádřené v g/kg a v g na 16 g N.

## 5.6 Stanovení vlákniny enzymatickou metodou

Do tří Erlenmayerových baněk byl navážen 1 g vzorku. Bylo přidáno 40 ml MES-TRIS směsného roztoku pufru. Na magnetické třepačce byl vzorek míchán, dokud nebyl plně dispergován v roztoku. Tím se předešlo tvoření hrudek, které by ztěžovaly přístupnost en-

zymů k vzorku. Poté bylo přidáno 50  $\mu\text{l}$   $\alpha$ -amylasy a vzorky byly zamíchány. Baňky byly přikryty hliníkovou folií. Přikryté baňky byly vloženy do třepací vodní lázně vyhřáté na teplotu 95 – 100 °C a inkubovány 35 minut při plynulém třepání. Po 35 minutách byly baňky vyndány z horké vodní lázně a ochlazeny na 60 °C. Krycí folie byla odstraněna a špachtličkou byl ze stěn oškrábán ulpělý vzorek a rosol ze dna baněk. Stěny baněk byly opláchnuty 10 ml destilované vody. Teplota vodní lázně byla upravena na 60 °C. Do každého vzorku bylo přidáno 100  $\mu\text{l}$  roztoku proteasy. Baňky byly znovu přikryty hliníkovou folií, vloženy do vodní třepací lázně a tam inkubovány 30 minut za stálého třepání. Pak byly baňky vyndány z vodní lázně a za stálého míchání bylo do každé dávkováno 5 ml 0,561 M HCl. Poté byla provedena kontrola pH, které mělo být v rozmezí 4,1 – 4,8. Úprava pH byla provedena přidávkem 5% NaOH nebo 5% HCl. Za míchání na magnetické míchače bylo do každé přidáno 200  $\mu\text{l}$  amyloglukosidasy. Baňky byly přikryty hliníkovou zátkou a byla provedena inkubace v třepací vodní lázni při teplotě 60 °C po dobu 30 minut.

K roztoku po enzymatickém rozkladu byl přidán čtyřnásobek hmotnosti 95% ethanolu (230 ml) zahřátého na 60 °C. Vytvořená sraženina byla ponechána 1 hodinu ve vodní lázni při teplotě 45 °C pro urychlení usazení sraženiny. Pak byla provedena filtrace, předtím byl filtrační papír zvážen na analytických vahách. Byl použit bezpopelový filtrační papír. Filtrační koláč byl promyt acetonem. Po odtěžení acetonu byl filtrační papír sušen při 105 °C v elektrické sušárně. Po vysušení a vychladnutí byl zvážen. Následně byl jeden filtrační papír s vysušeným zbytkem použit pro stanovení popela a jeden pro stanovení hrubé bílkoviny.

Celková vláknina TDF v % (w/w) byla vypočtena podle vzorce:

$$TDF = \frac{m_{TDF} - m_B - m_P - m_{SP}}{n} \cdot 100$$

$m_{RDF}$  – hmotnost filtračního papíru se zbytkem po vysušení při 130 °C při stanovení celkové vlákniny [g]

$m_B$  – hmotnost bílkovin [g]

$m_P$  – hmotnost popela [g]

$m_{SP}$  – hmotnost bílkovin + popel u slepého pokusu [g]

## 5.7 Stanovení vlákniny neutrálně detergentní metodou

Sáčky byly vyprány v acetonu a ponechány na vzduchu odvětrat, pak byly popsány a zvaženy na analytických vahách. Do sáčku bylo naváženo 0,5 g vzorku kukuřice cukrové a pak byl zataven. Vzorek v sáčku byl rovnoměrně roztřepán. Sáčky byly vloženy do nosiče a následně do přístroje ANKOM. Jeden sáček byl ponechán prázdný – korekční sáček. Do přístroje byl nalit NDR (neutrálně detergentní roztok). Bylo zapnuto míchání a topení. Přístroj byl zavřen a byl nastaven čas 75 minut. Po 75 minutách byl vypnut ohřev a míchání. Opatrně byl otevřen vypouštěcí kohout a horký roztok byl opatrně vypuštěn. Vypouštěcí kohout byl zavřen a bylo otevřeno víko. Dva litry horké vody a 4 ml  $\alpha$ -amylasy byly nality k prvnímu a druhému propláchnutí. Na 5 minut bylo zapnuto míchání. Proplach byl proveden celkem třikrát. Na závěr byl proveden proplach studenou vodou, aby se vzorky ochladily. Sáčky byly vyndány na filtrační papír a jemně z nich byly vytlačeny zbytky vody. Pak byly vloženy do kádinky s acetonem, kde byly ponechány 3 minuty. Pak byly vyndány a ponechány dokonale vyvětrat. Potom byly vloženy do elektrické sušárny a sušeny při 105 °C 2 hodiny. Po vychladnutí v exsikátoru byly sáčky zvaženy.

Ke stanovení popela byly vzaty sáčky se získanou vlákninou. Vzorky byly spalovány při 550 °C, dokud nevznikl bílý, lehce šedý popel, prostý zuhelnatělých částic. Spálen byl i prázdný sáček ke zjištění slepého pokusu. Kelímky byly vloženy do exsikátoru a ponechány vychladnout a pak byly zvaženy.

Neutrálně-detergentní vláknina NDF v % (w/w) byla vypočtena podle vzorce:

$$NDF = \frac{W_3 - W_4}{W_{vz}} \cdot 100$$

$$\text{kde: } W_3 = W_h - (W_1 \cdot C_1) \quad \text{kde: } C_1 = \frac{W_{S\ popo}}{W_S}$$

$$W_4 = W_P - (W_1 \cdot C_2) \quad \text{kde: } C_2 = \frac{W_{S\ Popel}}{W_S}$$



$W_1$  – hmotnost prázdného sáčku [g]

$W_{vz}$  – hmotnost navážky vzorku [g]

$W_S$  – hmotnost sáčku – slepý pokus před hydrolýzou [g]

$W_{S\ po}$  – hmotnost sáčku – slepý pokus po hydrolýze [g]

$C_1$  – korekce sáčku

$W_h$  – hmotnost sáčku se vzorkem po hydrolýze [g]

$W_3$  – hmotnost vzorku po hydrolýze [g]

$W_4$  – hmotnost popela vzorku po hydrolýze [g]

$W_P$  – hmotnost popela po spálení vzorku a sáčku po hydrolýze [g]

$C_2$  – korekce na popel sáčku

$W_{S\ Popel}$  – hmotnost popela sáčku – slepý pokus [g]

## 6 VÝSLEDKY A DISKUZE

U vzorku kukuřice cukrové byl stanoven obsah vody, škrobu, vlákniny, bílkovin, aminokyseliny a popelovin. Ke stanovení byl připraven průměrný vzorek ze 4 klasů.

Pro stanovení vlákniny byly použity dvě metody. První metoda byla založena na působení trávicích enzymů – enzymatická metoda a druhá na stanovení neutrálně detergentní vlákniny.

Výsledky stanovení přepočtené na sušinu v % (w/w) jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2: Výsledky stanovení vzorku kukuřice cukrové

Stanovované složky	Obsah [%]	S.D.
Voda	81,89	0,85
Škrob	29,11	0,94
Vláknina (enzymatickou metodou) TDF	16,44	0,09
Vláknina (neutrálně detergentní metodou) NDF	13,57	0,24
Bílkoviny	12,41	0,24
Popel	2,96	0,07

S.D. – směrodatná odchylka

Výsledky byly porovnány s literárními údaji, které udává BLATTNÝ, C. a BLATTNÁ, J. [9]. Získané výsledky dobře korespondují u obsahu bílkovin a vlákniny. Odchylku je možno pozorovat u škrobu a vody. Důvod rozdílných hodnot škrobu je pravděpodobně ten, že stanovovaný vzorek byl zakoupen jako konzumní ve formě zeleniny k přímému konzumu. Takže obsahoval vyšší množství vody na úkor obsahu škrobu. Literární zdroj uvádí vyšší obsah škrobu a nižší vody, což je možno přisoudit vyššímu stupni zralosti.

Obsah vlákniny získaný enzymatickou metodou představuje hodnotu celkové vlákniny (TDF). Neutrálně detergentní vláknina představuje typ nerozpustné vlákniny. Z porovnání obou hodnot bychom mohli získaný rozdíl 2,87 % považovat přibližně za podíl rozpustné vlákniny. Hodnota TDF je poměrně vysoká, což dokumentuje význam kukuřice cukrové

jako důležitého zdroje vlákniny. Na základě tohoto je možno použití kukuřice cukrové jako zeleniny z tohoto nutričního hlediska doporučit.

Byl stanoven obsah aminokyselin, který udává tabulka 3.

Tabulka 3: Obsah aminokyselin ve vzorku kukuřice cukrové

Aminokyselina	Obsah aminokyselin [g/kg]			Obsah aminokyselin v g na 16 g N
	Mean	S.D.	C.V.	
Cystein	2,66	0,08	3,2	2,09
Methionin	5,72	0,16	2,8	4,50
Kyselina asparagová	8,74	0,23	2,7	6,88
Threonin	3,49	0,05	1,3	2,75
Serin	4,56	0,06	1,4	3,59
Kyselina glutamová	18,04	0,46	2,5	14,20
Prolin	7,81	0,22	2,9	6,15
Glycin	4,32	0,10	2,4	3,40
Alanin	9,91	0,14	1,4	7,80
Valin	5,83	0,11	1,9	4,59
Isoleucin	3,96	0,04	1,1	3,12
Leucin	10,98	0,07	0,6	8,64
Tyrosin	3,83	0,10	2,6	3,01
Fenylalanin	4,28	0,02	0,6	3,37
Histidin	2,95	0,03	1,1	2,32
Lysin	4,10	0,10	2,3	3,23
Arginin	5,27	0,11	2,1	4,15
Součet	106,45			83,79

S.D. – směrodatná odchylka

C.V. - variační koeficient

K porovnání nebyly nalezeny hodnoty platné pro kukuřici cukrovou. Aminokyselinové složení uvádí VELÍŠEK, J. [5], ovšem není specifikována odrůda, přesto mezi oběma hodnotami nejsou výrazné rozdíly.

## ZÁVĚR

Cílem teoretické části práce bylo podat ucelené informace o významu kukuřice v potravinářství, zemědělství a průmyslu. V mnoha zemích je nedílnou součástí kultury a je i základní surovinou pro přípravu stravy. V Evropě se kukuřice pěstuje převážně jako krmivo pro hospodářská zvířata. V dnešní době se ale začíná zvětšovat význam kukuřice jako zeleniny a to konkrétně kukuřice cukrové. Obsahuje velké množství sacharidů, vitamínu, minerálních látek, nenasycených mastných kyselin a také má nezanedbatelné množství vlákniny. Neobsahuje lepek, takže je vhodná pro použití při bezlepkové dietě. V průmyslu je kukuřice důležitá při výrobě škrobu, lihu, termoplastu, oleje atd. Také je vhodná pro produkci bioplynu jako obnovitelná surovina. Její uplatnění je tedy široké. Z tohoto pohledu kukuřice ještě čeká na objevení svého dalšího potenciálu.

V praktické části bylo provedeno stanovení nutričních charakteristik kukuřice cukrové a to obsahu vody, škrobu, vlákniny enzymatickou a neutrálně detergentní metodou, bílkovin, aminokyselin a minerálních látek. Analyzovaný vzorek kukuřice cukrové byl ve stupni zralosti určen k přímému konzumu, obsahoval 81,89 % vody; 29,11 % škrobu; 12,41 % bílkovin a 2,96 % popelovin. Hodnota TDF byla 16,44 % což plně potvrzuje, že kukuřice cukrová je významným zdrojem vlákniny, která má značný význam pro zachování dobrého zdravotního stavu.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] ŠAŠKOVÁ, D., ŠTOLFA, V. *Trávy a obilí*. 1. vyd. Praha: ARTIA/GRANIT, 1993. 64 s. ISBN 80-85805-03-0
- [2] PRUGAR, J. a kol. *Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí*. 1. vyd. Praha: 2008. 327 s. ISBN 978-80-86576-28-2
- [3] BLATTNÝ, C., BLATTNÁ, J. *Výživa a potraviny*. Praha: SPV, 2008. 63 s.
- [4] ŠPALDON, E. a kol. *Rostlinná výroba*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1986. 720 s.
- [5] *Wikipedie, otevřená encyklopedie: Kukuřice setá* [online]. [cit. 2009-1-30]. Dostupný z WWW:  
<[http://cs.wikipedia.org/wiki/Kuku%C5%99ice\\_set%C3%A1](http://cs.wikipedia.org/wiki/Kuku%C5%99ice_set%C3%A1)>.
- [6] *iDNES.cz: Kukuřice cukrová* [online]. [cit. 2009-2-15]. Dostupný z WWW:  
<[http://ekonomika.idnes.cz/kukurice-cukrova-ma-byt-sladka-slana-a-zlata-fe9-/test.asp?c=A020115\\_093433\\_test\\_jan](http://ekonomika.idnes.cz/kukurice-cukrova-ma-byt-sladka-slana-a-zlata-fe9-/test.asp?c=A020115_093433_test_jan)>.
- [7] KOPÁČOVÁ, O. *Funkční kukuřice* [online]. [cit. 2008-9-16]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=150&ch=13&typ=1&val=58105>>.
- [8] MICHAL, P. *Kariéru dělá nová energetická rostlina – kukuřice* [online]. [cit. 2008-9-16]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=138&ch=1&typ=1&val=47895>>.
- [9] *Bonduelle: kukuřice* [online]. [cit. 2009-2-10]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.bonduelle.cz/strana2.php?jmeno=kukurice>>.
- [10] *Femina: Kukuřice umí léčit* [online]. [cit. 2009-3-20]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.femina.cz/zdravi/kukurice-umi-lecit-co-pravi-legendy-kukuricne-recepty-pro-zdravi-/1530>>.
- [11] *Limagrain Central Europe: Kukuřice na zrno* [online]. [cit. 2009-1-15]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.limagraincentraleurope.com/cz/glossary/glossary-maize-grain.cfm>>.

- [12] SEVEROVÁ, M., BŘEZINA, P. *Návody pro laboratorní cvičení z analýzy potravin*. Vyškov: VVŠPV, 1998. 83 s. ISBN 80-7231-022-4
- [13] Nařízení komise (ES) č. 152/2009 ze dne 27. ledna 2009, kterým se stanoví metody odběru vzorků a laboratorního zkoušení pro úřední kontrolu krmiv.
- [14] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*, 1. vyd. Tábor: Osis, 1999. 328 s. ISBN 80-90291-3-7
- [15] VODRÁŽKA, Z. *Biochemie*. 2. vyd. Praha: Academia, 2002. 506 s. ISBN 80-200-0438-6
- [16] HOZA, I., KRAMÁŘOVÁ, D. *Potravinářská biochemie I*. 1. vyd. Zlín: UTB, 2007. 169 s. ISBN 978-80-7318-295-3
- [17] DAVÍDEK, J. a kol. *Laboratorní příručka analýzy potravin*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1977. 718 s.
- [18] ŠÍCHO, V., VODRÁŽKA, Z., KRÁLOVÁ, B. *Potravinářská biochemie*. 2. vyd. Praha: SNTL/ALFA, 1981. 360 s.
- [19] VODRÁŽKA, Z., KRECHL, J. *Bioorganická chemie*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1991. 480 s. ISBN 80-03-00547-7
- [20] HÁLKOVÁ, J., RUMÍŠKOVÁ, M., RIEGLOVÁ, J. *Analýza potravin*. 1. vyd. Újezd u Brna: RNDr. Ivan Straka, 2000. 102 s. ISBN 80-902775-3-5
- [21] KARLSON, P. *Základy biochemie*. 3. vyd. Praha: Academia, 1981. 504 s.
- [22] ANDASEK, J., KRÁČMAR, S., MILERSKI, M. et al. Comparison of the contents of intramuscular amoni in different lamb hybrids. *Czech Journal of Animal Science*. 2003
- [23] Official Journal L 206. Eight Commission Directive 78/633/EEC of June 15, 1978. Establishing Community Methods of Analysis for the Official Control of Feeding Stuffs.
- [24] KALAČ, P. *Soudobý pohled na vlákninu potravy*. České Budějovice: ZF JCU
- [25] HEJDA, S. *Vláknina pro zdravé i nemocné*. Praha: 1994. 36 s.
- [26] KOVÁČIKOVÁ, E., VOJTAŠŠÁKOVÁ, A., MOSNÁČKOVÁ, J., PASTOROVÁ, J., HOLČÍKOVÁ, K., SIMONOVÁ, E., KOŠICKÁ, M. *Vláknina*

- v *potravinách*. 1. vyd. Bratislava: Výzkumný ústav potravinářský, 2003. 30 s. ISBN 80-89088-27-9
- [27] ZAMRAZILOVÁ, E. *Vláknina potravy – význam ve výživě a v klinické medicíně*. 1. vyd. Praha: Avicenum, 1989. 80 s. ISBN 08-092-89
- [28] Megazyme International Ireland Ltd. *Total Dietary Fibre Assay Procedure*. Bray (IRELAND): Bray Business, 2007. 19 s.
- [29] LUTONSKÝ, P., PICHL, I. *Vláknina (chemické složení, metody stanovenia, význam vo výživě)*. 1. vyd. Bratislava: Příroda, 1983.
- [30] PERLÍN, C. *Zdraví prospěšná cukrová kukuřice* [online]. [cit. 2008-9-16]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=151&ch=13&typ=1&val=47757>>.
- [31] *Vareni.cz* [online]. [cit. 2009-4-30]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.vareni.cz/>>.
- [32] VONDRÁŠKOVÁ, Š. *Sladidla z kukuřičného cukru mohou být příčinou obezity* [online]. [cit. 2009-5-5]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ids=103&ch=1&typ=1&val=37640>>.
- [33] *hka.cz: Kukuřice* [online]. [cit. 2009-4-30]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.hka.cz/\\_zivot/bazalka/bezlep.html](http://www.hka.cz/_zivot/bazalka/bezlep.html)>.
- [34] *Bezlepková dieta* [online]. [cit. 2009-4-30]. Dostupný z WWW:  
<<http://bezlepku.kvalitne.cz/index.html>>.
- [35] KOPÁČOVÁ, O. *Trendy ve zpracování cereálií s přihlédnutím zejména k celozrnným výrobkům, I. část* [online]. [cit. 2009-03-26]. Dostupný z WWW:  
<<http://www.agronavigator.cz/default.asp?ch=13&typ=1&val=57357>>.
- [36] LUKÁŠ, K. a kol. *Gastroenterologie a hepatologie pro zdravotní sestry*. Praha: Grada Publishing, 2005. 288 s. ISBN 80-24712-830



[37] *EnviWeb: Biologicky odbouratelné obaly z kukuřice* [online]. [cit. 2009-4-30].

Dostupný z WWW:

<[http://www.enviweb.cz/?env=\\_archiv\\_eiigc&search=biologicky+odbourateln%E9+obaly](http://www.enviweb.cz/?env=_archiv_eiigc&search=biologicky+odbourateln%E9+obaly)>.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

př. n. l. před naším letopočtem

nm nanometr

ml mililitr

g gram

dm decimetr

mm milimetr

% procenta

kg kilogram

N dusík

aj. a jiné

μl mikrolitr

cm centimetr

mg miligram

°C stupeň Celsia

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: Samčí květenství .....	11
Obrázek 2: Samičí květenství .....	11
Obrázek 3: Kukuřičné klasy.....	1
Obrázek 4: Amylosa .....	1
Obrázek 5: Amylopektin.....	1
Obrázek 6: Konzervovaná kukuřice [9].....	1
Obrázek 7: Kukuřičná polenta .....	1

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Obsah vitamínů skupiny B v kukuřici cukrové [3].....	25
Tabulka 2: Výsledky stanovení vzorku kukuřice cukrové.....	42
Tabulka 3: Obsah aminokyselin ve vzorku kukuřice cukrové.....	43