

PŘÍRODNÍ POLYMERY

Polysacharidy I

škrob

RNDr. Ladislav Pospíšil, CSc.

Časový plán

LEKCE	téma
1	Úvod do předmětu - Struktura a názvosloví přírodních polymerů, literatura
2	Deriváty kyselin, - přírodní pryskyřice, vysýchavé oleje, šelak
3	Vosky
4	Přírodní gummy, Polyterpeny – přírodní kaučuk, získávání, zpracování a modifikace
5	Polyfenoly – lignin, huminové kyseliny
25.10. & 1. 11.	Polysacharidy I – škrob
8.11. & 15. 11.	Polysacharidy II – celulóza
22. & 22. 11.	Bílkovinná vlákna I
29. 11. & 6. 12.	Bílkovinná vlákna II
13. & 20. 12.	Kasein, syrovátka, vaječné proteiny
20. 12.	Identifikace přírodních látek
	Laboratorní metody hodnocení přírodních polymerů



Emil Votoček

Emil Votoček

Narození	<u>5. října 1872</u> <u>Hostinné,</u>
Úmrtí	<u>11. října 1950</u> (ve věku 78 let) <u>Praha,</u>
Povolání	<u>chemik</u> , <u>hudební skladatel</u> a pedagog

Zakladatel chemie cukrů v České republice

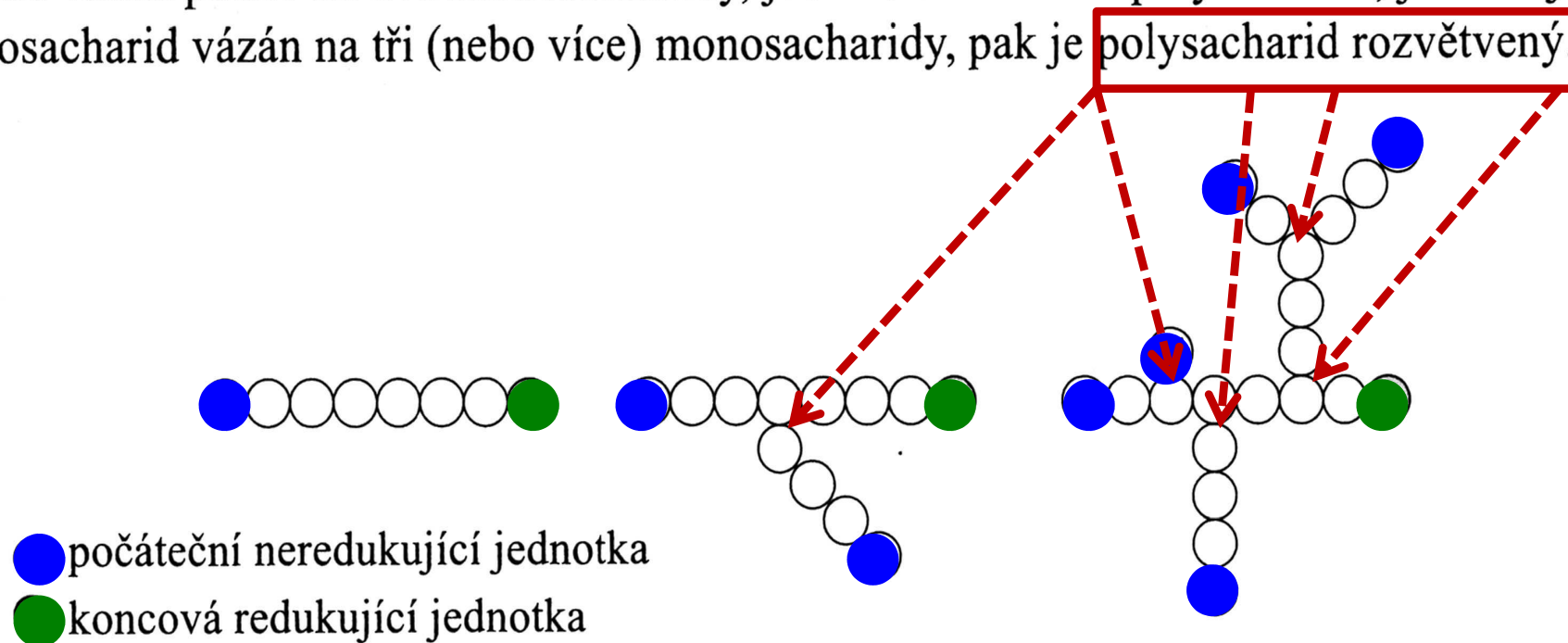
Emil Votoček ([5. října 1872 Hostinné](#) – [11. října 1950 Praha](#)) byl jeden z nejvýznamnějších [českých chemiků](#). Jeho specializací byla [organická chemie](#), konkrétně **monosacharidy**, ale byl i spoluautorem [českého chemického názvosloví](#) a byl významně [pedagogicky](#) činný. Kromě toho byl i [hudebním skladatelem](#) a [hudebním teoretikem](#). Významné jsou jeho učebnice chemie a mnohojazyčné [slovníky](#) – chemické i hudební. Narodil se v rodině velkoobchodníka s papírem. Přes přání otce nešel studovat [obchodní akademii](#), ale studoval nejprve [pražskou techniku](#), poté dva roky barvířskou školu ve francouzském [Mulhouse](#) a pak několik měsíců **chemii cukrů v Göttingenu**. V roce [1895](#) se stal asistentem na pražské technice, v roce [1905](#) [docentem](#) a od roku [1907](#) do roku [1939](#) (kdy [nacisté](#) uzavřeli české vysoké školy) byl [profesorem](#) experimentální anorganické a organické chemie. V době svého působení v Mulhouse vytvořil po něm pojmenované [Votočkovu činidlo](#). **Společně s A. Sommerem Bat'kem se podílel na tvorbě českého chemického názvosloví**. Sepsal *Šestijazyčný chemický slovník*, učebnice *Chemie anorganická* a *Chemie organická*, které byly používány řadu desetiletí. **Složil také asi 70 hudebních děl**

ZÁKLADNÍ LITERATURA

- Ing. J. Dvořáková: **PŘÍRODNÍ POLYMERY**, VŠCHT Praha, Katedra polymerů, skripta 1990
- J. Mleziva, J. Kálal: **Základy makromolekulární chemie**, SNTL Praha, 1986
- A. Blažej, V. Szilvová: **Prírodné a syntetické polymery**, SVŠT Bratislava, skripta 1985
- **J. Kodet, K. Babor: Modifikované škroby, dextriny a lepidla, SNTL Praha, 1991, ISBN 80-03-00554-X**
- **J. Kodet, S. Štěrba, L. Šlechta: Modifikované škroby, SNTL Praha, 1982**
- P. Kadlec a kol.: **Technologie sacharidů**, VŠCHT Praha, 2000
- **A. Sinica a kol.: Přírodní a modifikované polysacharidy, VŠCHT Praha, 2021, ISBN:978-80-7592-089-8**

Definice POLYSACHARIDŮ

Polysacharidy jsou přírodní nebo syntetické makromolekuly složené z více než deseti monosacharidů nebo jejich derivátů (počet monosacharidových jednotek obvykle bývá mnohem větší, okolo 100). Jednotlivé monosacharidy jsou vzájemně vázány glykosidovou vazbou, běžně v cyklické pyranosové formě. Je-li v molekule polysacharidu každý monosacharid uprostřed řetězce vázán pouze na dva monosacharidy, jedná se o lineární polysacharid, jestliže je některý monosacharid vázán na tři (nebo více) monosacharidy, pak je polysacharid rozvětvený.



Každý lineární polysacharid má na začátku řetězce jednu neredukující monosacharidovou jednotku, konec řetězce tvoří redukující jednotka s hemiacetalovou hydroxylovou skupinou. Větvené polysacharidy mají $n + 1$ počátečních neredukujících jednotek na n počet větvení.

LITERATURA KNIHY 1

- **Thermoplastic Starch**

- ISBN: 978-3-527-32528-3

- **Chemie a analytika sacharidů**

- ISBN: 80-7080-306-1

- **Starches**

- ISBN: 978-1-4200-8023-0

- **Starch – Chemistry and Technology**

- ISBN: 978-0-12-746275-2

LITERATURA KNIHY 2

- **Modifikované škroby, dextriny a lepidla**
 - **ISBN: 80-03-00554-X**
- **Modifikované škroby (Kodet J., Štěrba S., Šlechta L.)**
 - **ISBN nemá, je to příručka pro pracovníky škrobáren**

LITERATURA zahraniční – ČASOPISY

- **Starch - Stärke**
- **Journal of Carbohydrate Chemistry**
- **Carbohydrate Polymers (IF: 5,1 !!!)**

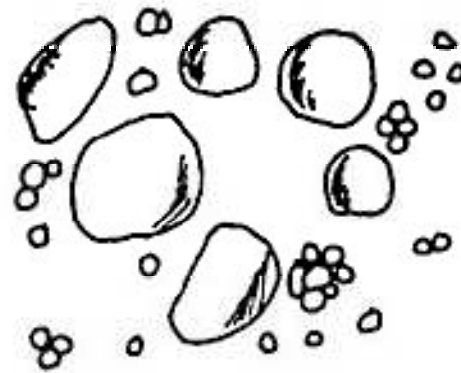
- 1. Druhy škrobů**
- 2. Výroby škrobů**
- 3. Chemie škrobu**
- 4. Použití škrobu**
- 5. Modifikace škrobu**
- 6. Výroba dextrinů**
- 7. Použití dextrinů**

Druhy PRŮMYSLOVĚ VÝZNAMNÝCH škrobů

**Dva druhy zrn!
Podobné je i
žito.**

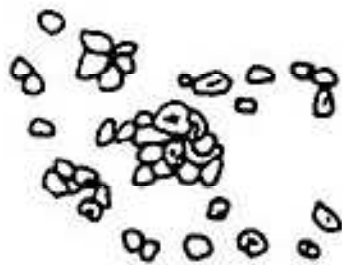


a

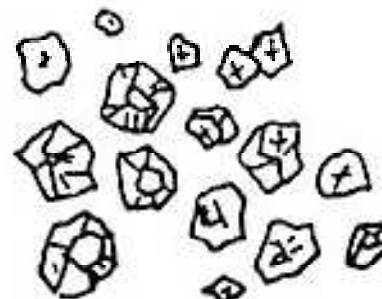


b

TVARY ZRN



c

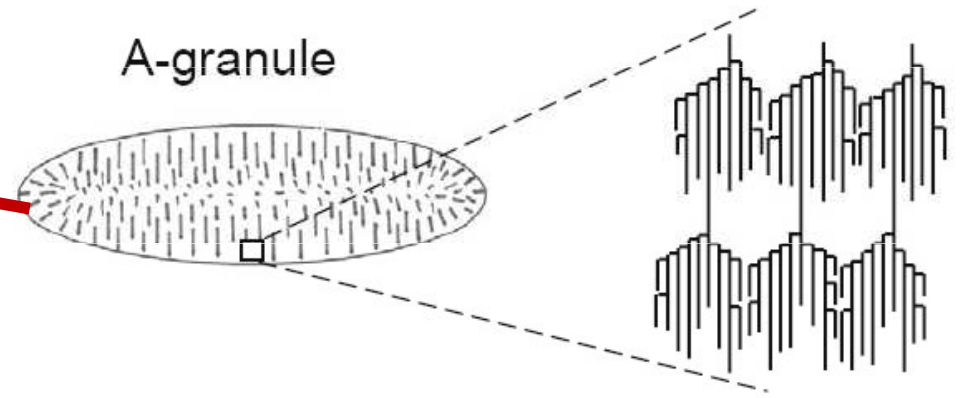
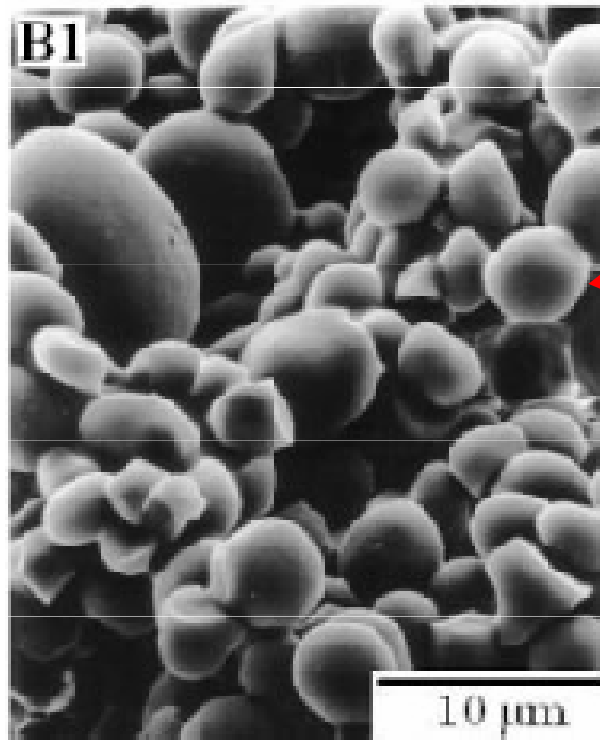
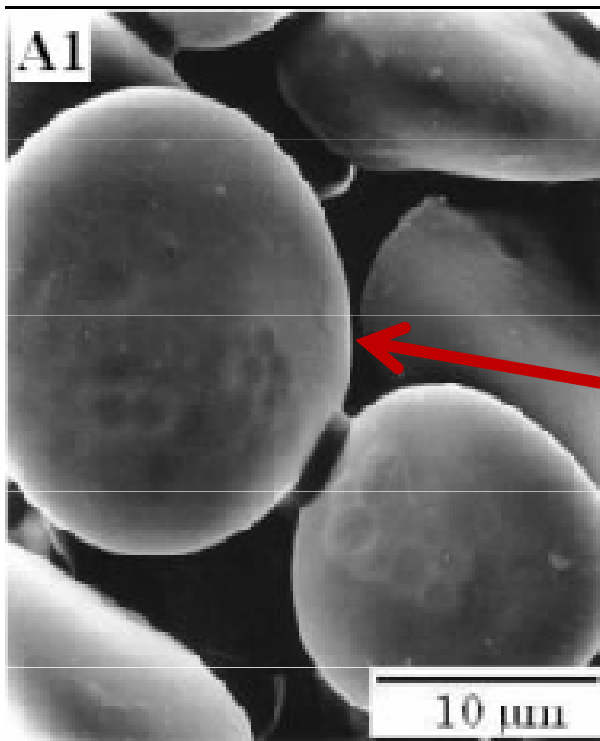


d

Obr. 13. Charakteristický tvar zrn škrobu a — brambor, b — pšenice, 21 11
c — rýže, d — kukuřice

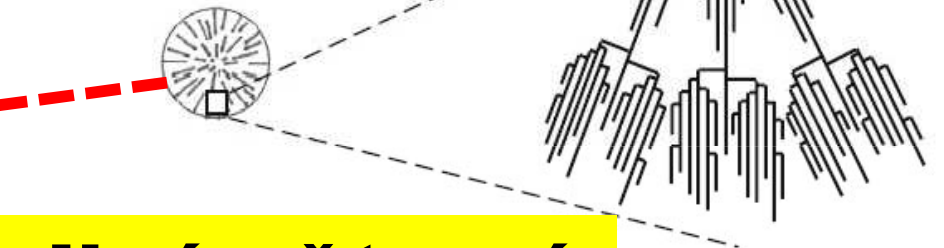
PŠENIČNÝ škrob

Dva
druhy
zrn!



A-granule

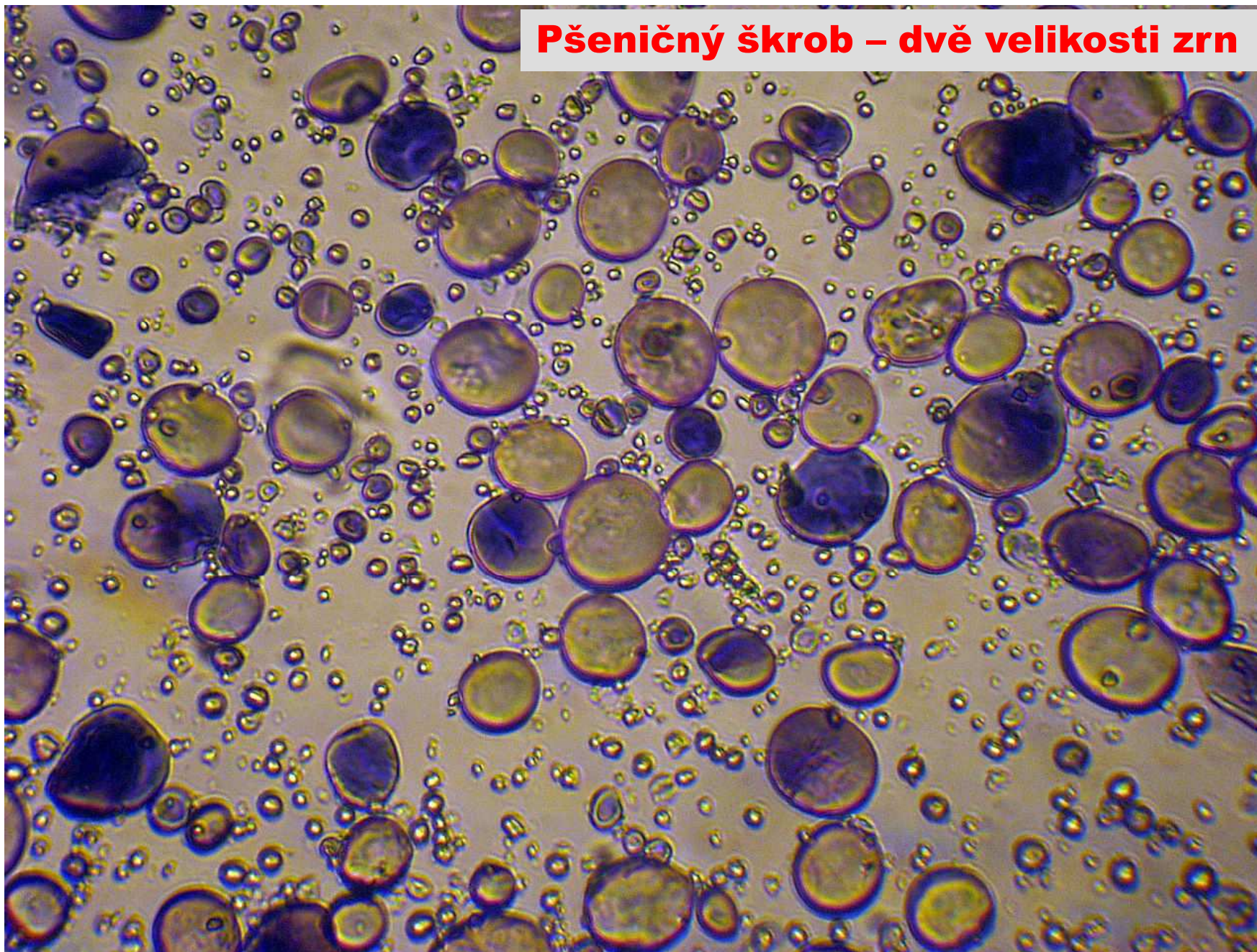
B-granule



Jiné větvení

TVARY ZRN

Pšeničný škrob – dvě velikosti zrn



Velikosti zrn škrobů

- **Brambory:** převážně 10 – 70 μm (ŠIROKÁ distribuce velikostí zrn)
- **Kukuřice:** převážně 20 μm (úzká distribuce velikostí zrn)
- **Pšenice:** dva druhy zrn
 - velikost 1 – 10 μm > škrob B (odpadní produkt, obsahuje proteiny)
 - velikost 10 – 25 μm > škrob A (výrobek)
- **Rýže:** převážně cca. 5 μm (úzká distribuce velikostí zrn)

Výroba a použití škrobů (data z roku 1991 & 2011)

- Světová výroba(1991): 22 milionů tun
- Světová výroba(2011): 70 milionů tun
- **Kukuřičný škrob: 15 milionů tun**
- **Nejvýznamnější plodiny pro výrobu škrobů: kukuřice, brambory, rýže, maniok**
- **Největší výrobci škrobů: USA (kukuřice), státy bývalého SSSR, Nizozemsko, Německo, Polsko (brambory)**
- **Použití pro výživu: cca. 70 %**
- **Modifikované škroby: cca. 5 milionů tun**

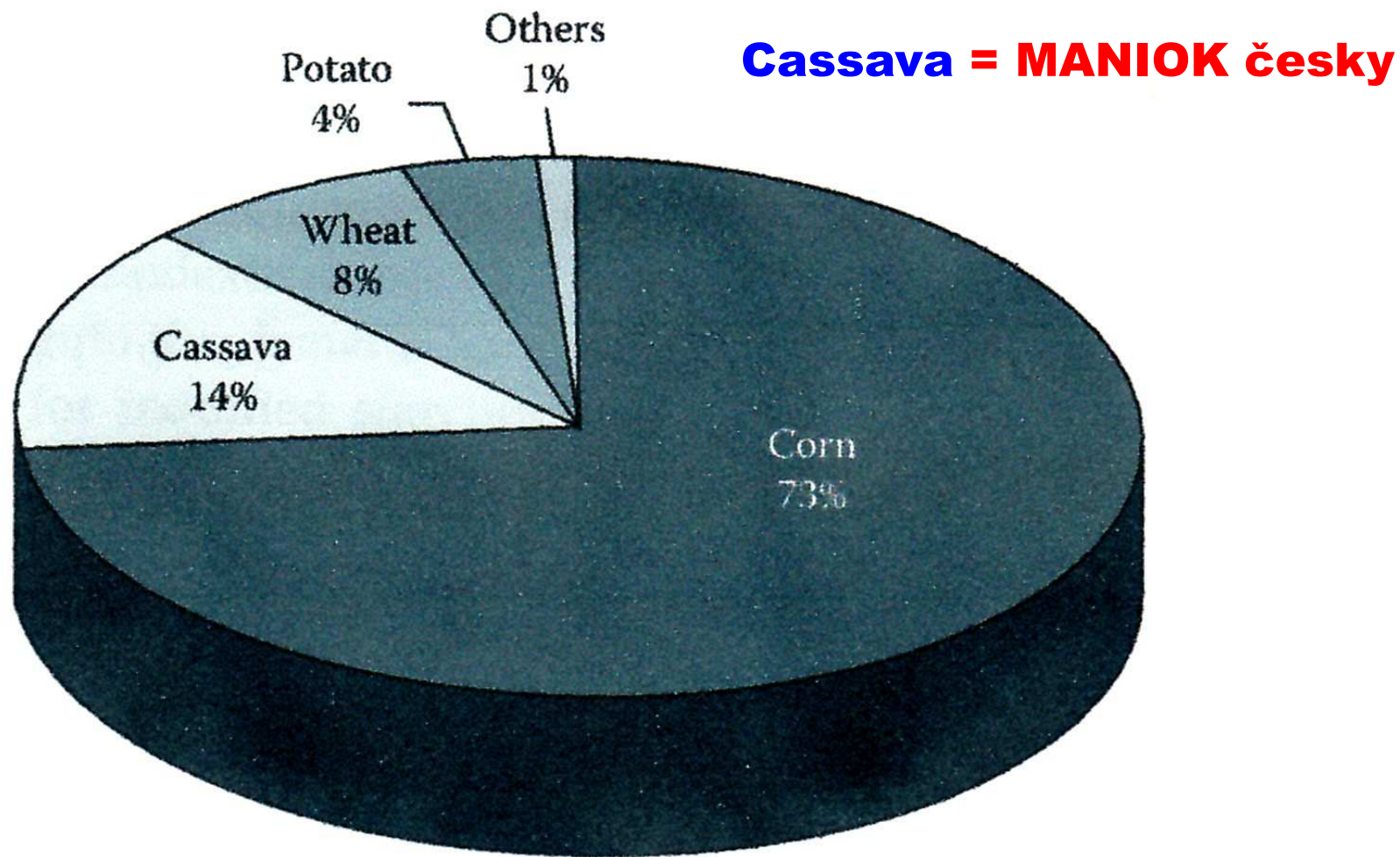


Figure 1.3 Starch production according to botanic sources. Source: Röper and Elvers (2008).

Wheat = PŠENICE český

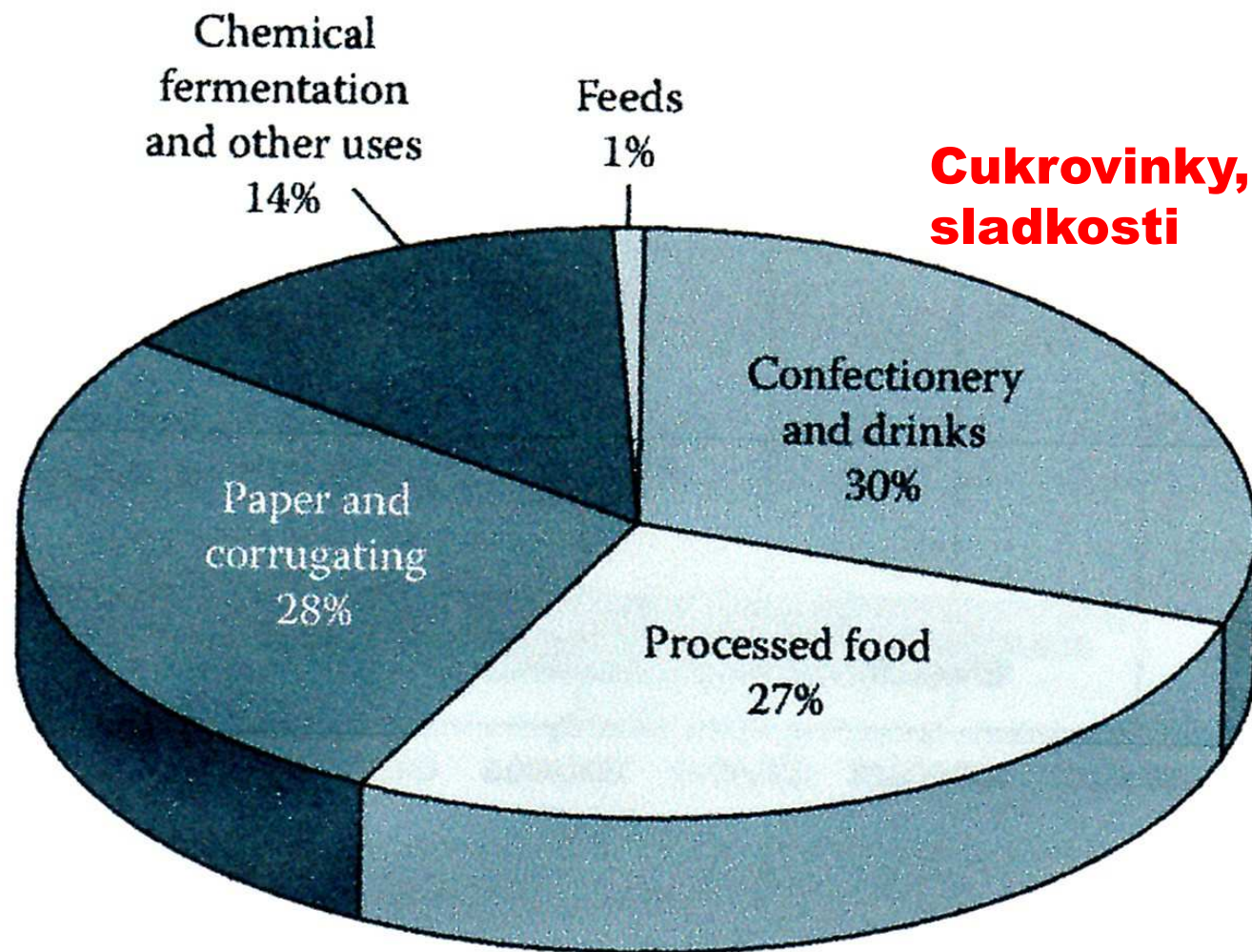


Figure 1.5 Use of starches and their derivatives by European industries. Source: Röper and Elvers (2008).

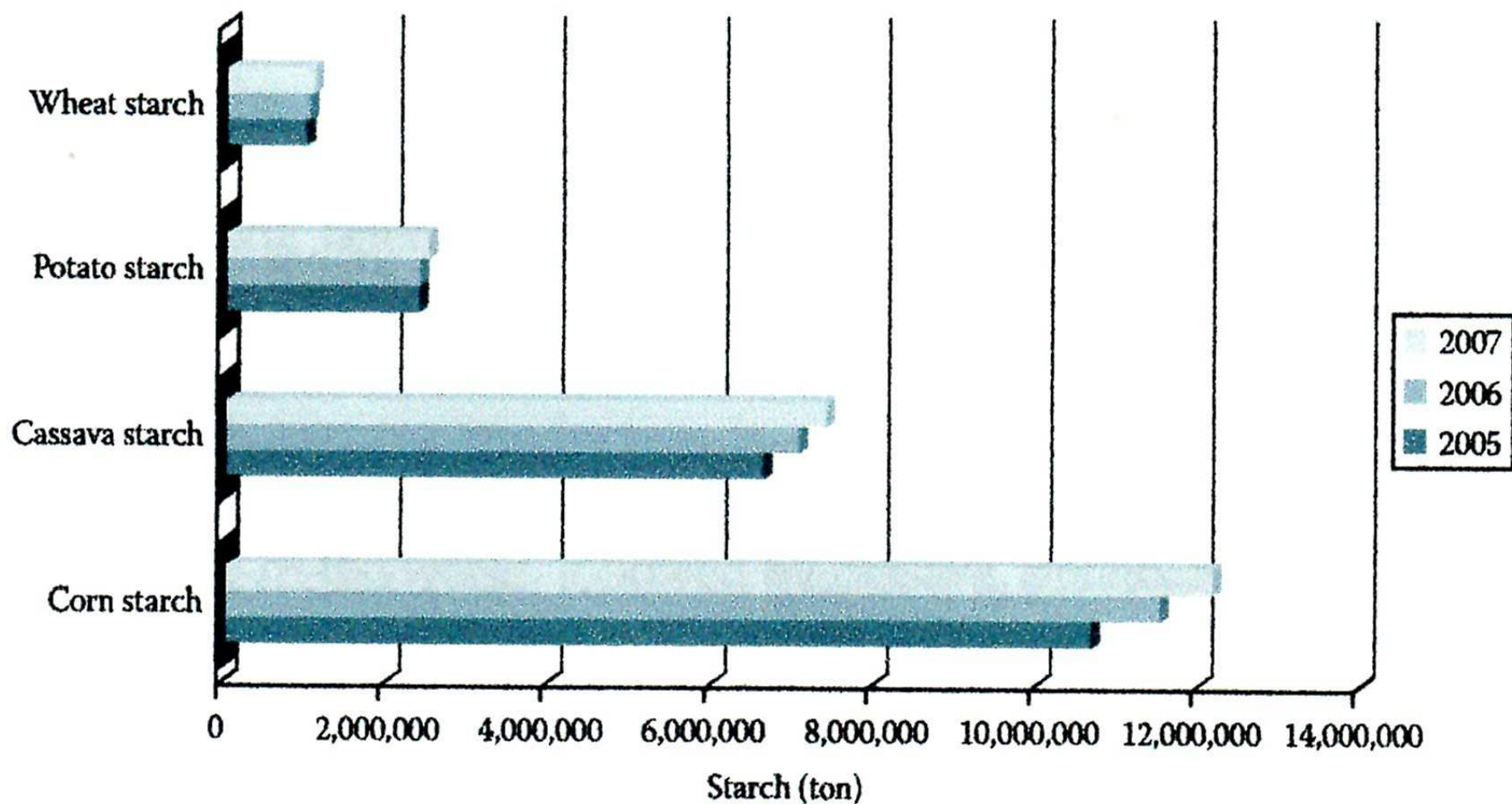


Figure 1.4 Amounts of starches used as food ingredients, dextrins, paper coatings, and adhesives between 2005 and 2007. Source: LCM (2008).

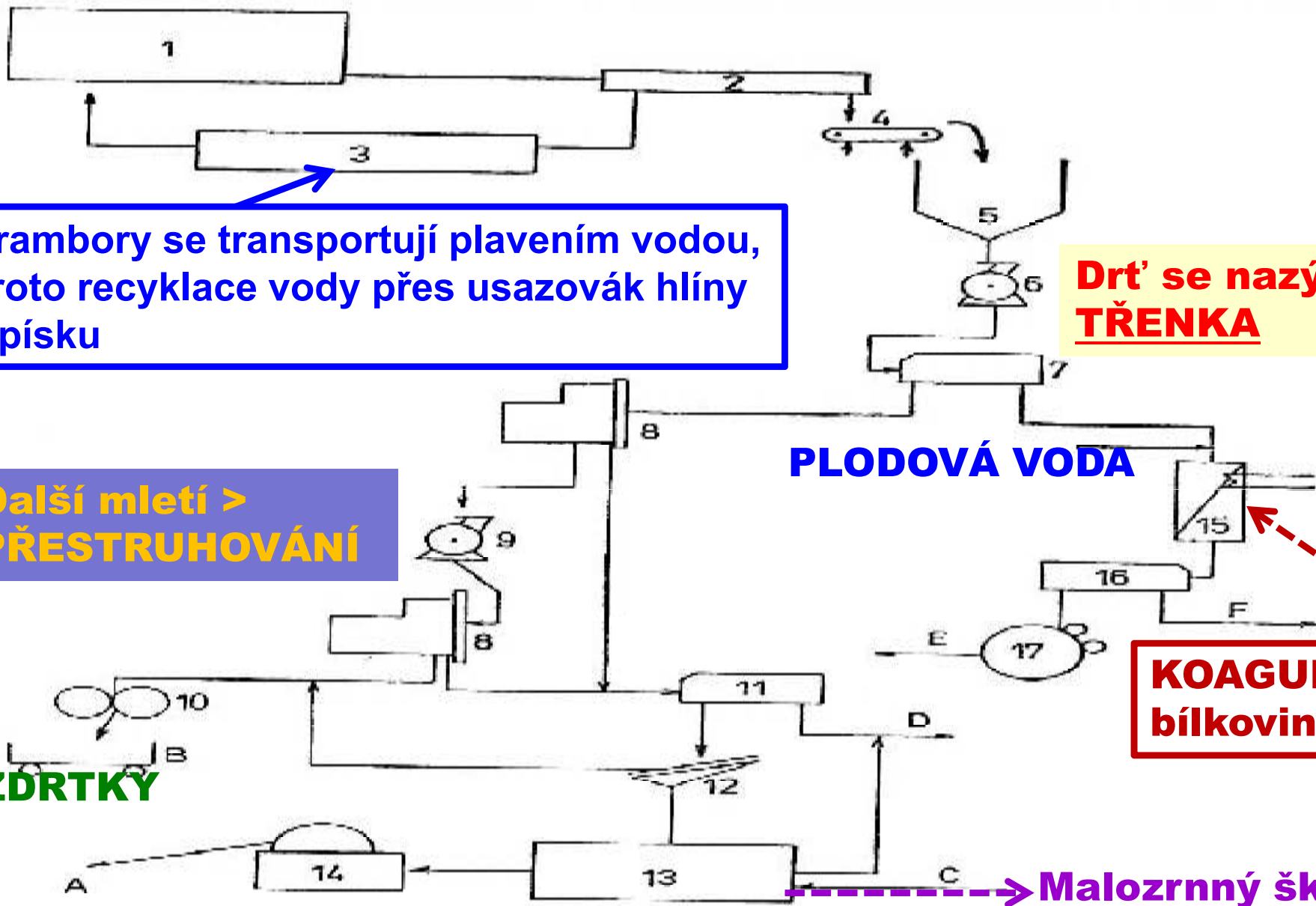
Výroba škrobů v ČR & SR

- **Brambory: ČR & SR**
- **Kukuřice: SR**
- **Pšenice: ČR**
- **Rýže: ani ČR & SR**

Výroba škrobu z brambor 1

- Brambory obsahují 14 – 21 % hmot. škrobu, což není mnoho
- Z 1 ha lze získat průměrně 4 t škrobu
- Spotřeba vody je vysoká, 3,5 – 8 m³/t brambor, ale moderní postupy jsou nižší
- Sušina škrobu je cca. 84 % hmot.
- Ostatní složky jsou:

P ₂ O ₅	0,176 %	K ₂ O	0,018 %
SiO ₂	0,069 %	Na ₂ O	0,008 %
SO ₃	0,008 %	Fe ₂ O ₃	stopy
CaO	0,059 %	dusíkaté látky	0,011 %
Mg	0,001 %	lipidy	0,040 %



Brambory se transportují plavením vodou, proto recyklace vody přes usazovák hlíny a písku

Drť se nazývá **TŘENKA**

Další mletí > **PŘESTRUHOVÁNÍ**

PLODOVÁ VODA

KOAGULACE bílkovin

ZDRTKY

Malozrnný škrob

Obr. 18. Klasická bramborová škrobárna
 1 – skládka brambor, 2 – pračka, 3 – sedimentace kalů, 4 – pánová váha, 6 – zásobník brambor, 6 – struhák, 7 – odstředivka, 8 – vypírače, 9 – přestruhovál, 10 – zdrtkolis, 11 – odstředivka, 12 – síto, 13 – rafinace (hydrocyklóny), 14 – filtr, 15 – přehříváč, 16 – odstředivka, 17 – válcová sušárna; A – škrob, B – zdrtky, C – čistá voda, D – odpadní voda, E – suchá bílkovina, F – tekuté krmivo

OD ŠKROBU K ETHANOLU

• ŠKROB

– ENZYMY z obilného sladu

- jednoduché cukry

– ENZYMY z kvasinek

»» ETHANOL

OD ŠKROBU K POLYETHYLENU

- **ŠKROB**

- ENZYMY z obilného sladu

- jednoduché cukry

- ENZYMY z kvasinek

- » ETHANOL

- » ETHYLEN

- » POLYETHYLENU

Většina dílů stavebnice LEGO je ale z ABS terpolymeru

Slavné kostky už nebudou jen z ropy

Ještě letos se k dětem dostanou kostičky LEGO vyrobené z tzv. bioplastu.

„Vlády a firmy po celém světě se pouští do boje se závislostí na plastech,“ píše stránka *iflscience.com*. Britská královna zakázala plasty na jedno použití na všech svých panstvích a v Keni odmítli plasty úplně – za jejich použití vám hrozí pokuta v přepočtu až 800 tisíc korun nebo dokonce vězení.

Boj s plasty je zkrátka v módě. A na ekologickou kartu sází i výrobce těch vůbec nejznámějších kousků plastu: LEGO. Dosud se tento plast vyráběl z ropy.

Ještě letos se však k zákazníkům dostanou kousky vyrobené z tzv. bioplastu, konkrétně polyethylenu, jenž vzniká na základě cukrové třtiny. Tímto způsobem se nejdříve budou vyrábět jen určité dílky lega: listy, keře nebo stromy. Je možné je opakovaně recyklovat, ekologičtější je i výroba.

Firma už v roce 2015 vyhlásila, že do roku 2030 se budou takto vyrábět všechny její klíčové produkty a obaly. Už v roce 2015 vyhradila na tento účel miliardu dánských korun (přes 3,4 miliardy Kč). Každá válka, i ta s ropnými produkty, zkrátka něco stojí.

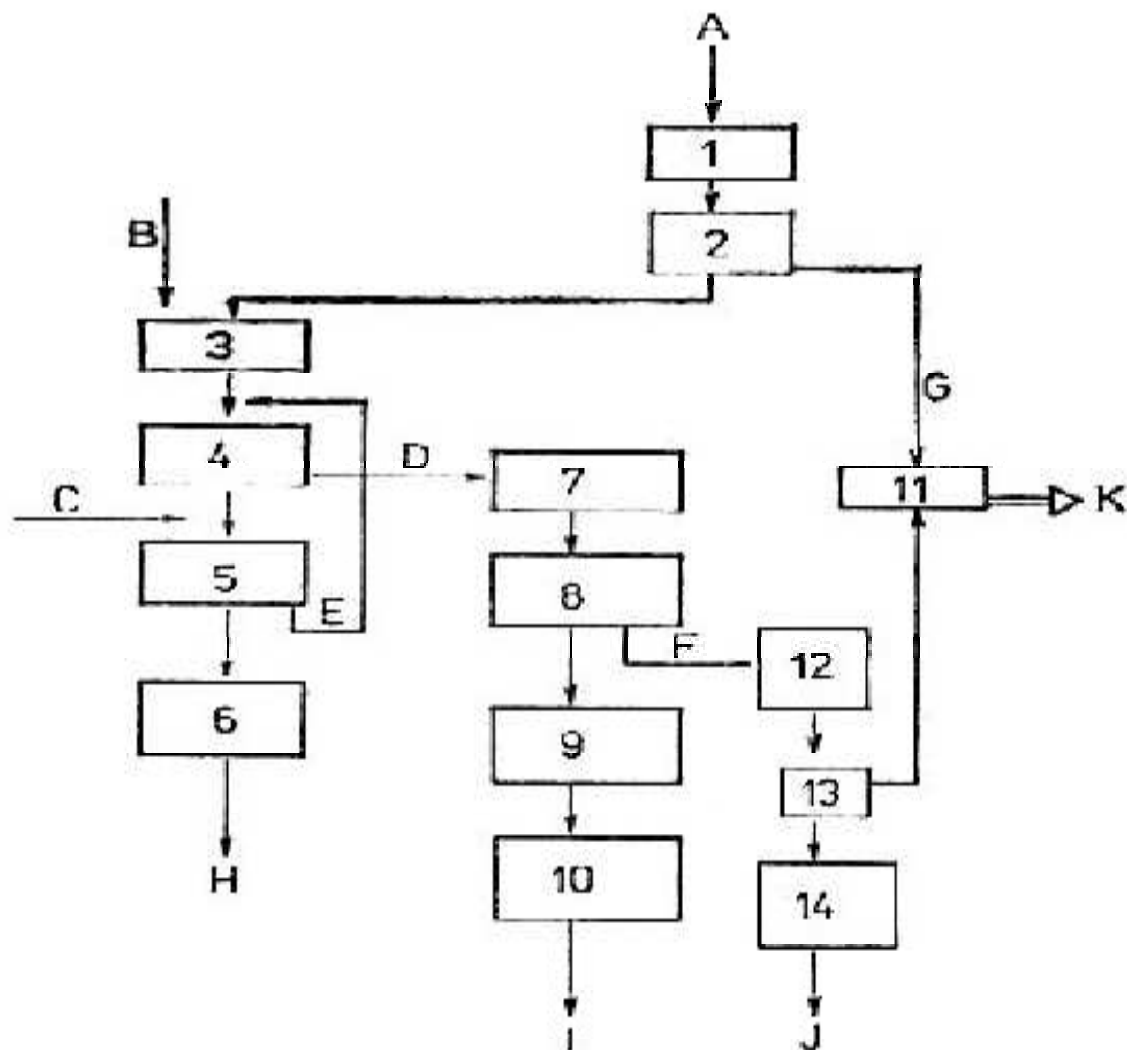


Výroba škrobu z brambor 2

- **Bramborová škrobárna se obvykle kombinuje s lihovarem**
- **LIHOVARNICKÉ SUROVINY (v tomto případě):**
 - **Jemná frakce škrobu získaná tzv. RAFINACÍ ŠKROBU**
 - **Buněčná šťáva získaná při odstředování škrobu**
 - **Bramborové zdrtky - po očištění a nastrouhání brambor se vypírá škrob pomocí vody. Po oddělení škrobových zrn od ostatní hmoty zůstávají jako krmné zbytky bramborové zdrtky**

Výroba škrobu z pšenice

- Pšeničná mouka obsahuje cca. 68 % hmot. škrobu, což je mnoho
- Z 1 ha lze získat průměrně 4 t škrobu, tedy cca. tolik co u brambor
- Lze ale využít i škrob B a odpadní bílkovinu (lepek)
- Spotřeba vody je u nových technologií 3,5 m³/t mouky
- Sušina škrobu je cca. 84 % hmot.



**Nic zde
nepřijde
nazmar!**

**Malá zrna B
škrobu se
separují a
zpracovávají v
oddělených
větších I a J**

Obr. 19. Technologie pšeničné škrobárny Raisio Process

1 — mlýn, 2 — vysévače, 3 — směšovací zařízení, 4, 5 — odlučovač, 6 — odparka, 7 — směšovač, 8 — odsávač vody, 9 — sušárna, 10 — mlýn, 11 — směšovač krmiva, 12 — hydrolyzní reaktor, 13 — koagulace proteinu, 14 — odparka; A — pšenice, B — voda, C — voda, D — mouka, E — vratný proud vody, F — škrob B, G — otruby, H — škrob A, I — vitální lepek, J — BC-protein, K — krmivo

Výroba škrobu z kukuřice

- Kukuřičné zrno pro výrobu škrobu má toto složení:

voda	18,50 %	vláknina	2,40 %
škrob	55,50 %	popeloviny	1,50 %
proteiny	8,20 %	pentosany	5,10 %
tuk (olej)	3,00 %	nestanovené	5,80 %

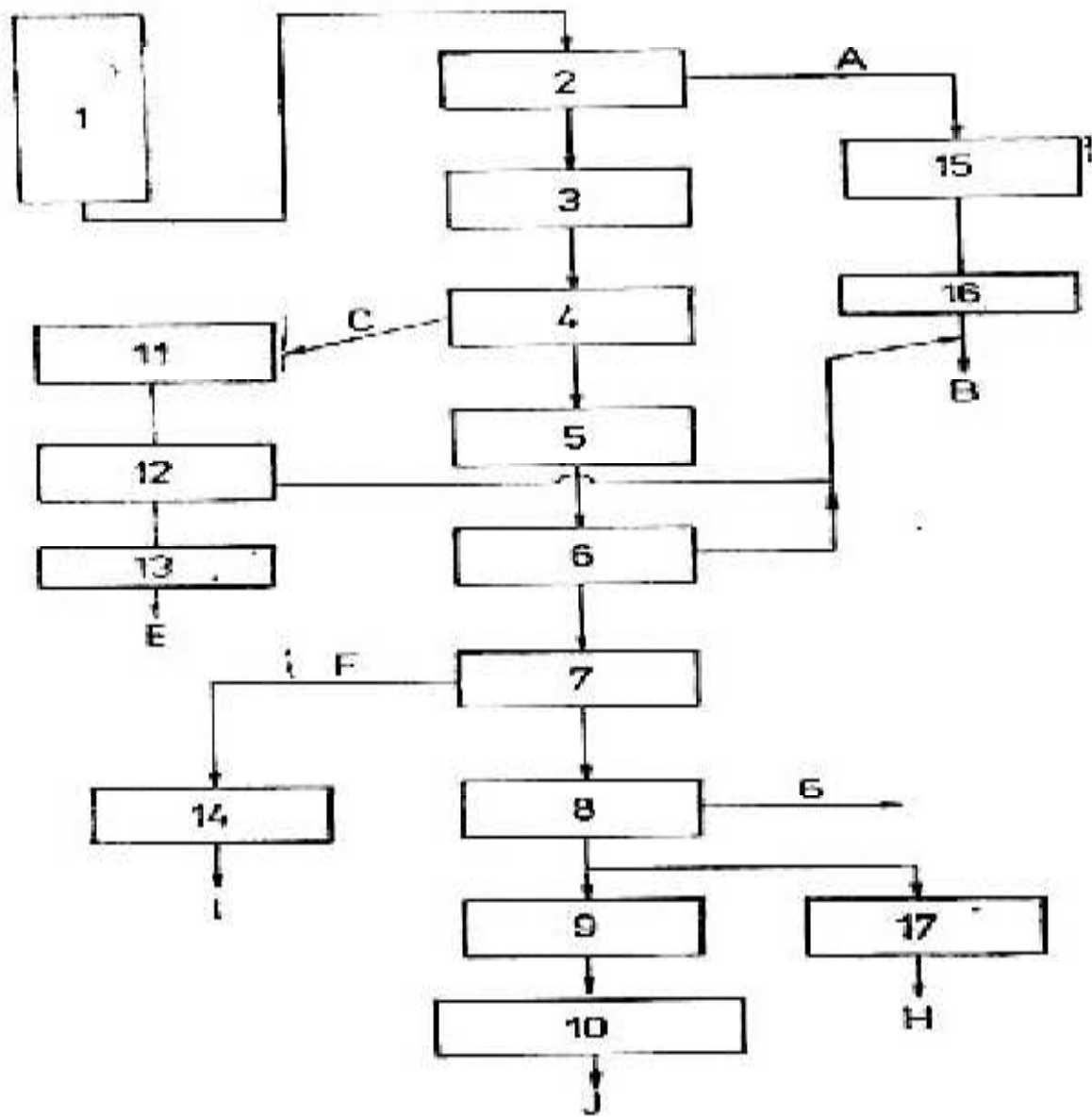
Byly vyšlechtěny odrůdy obsahují buď převážně **AMYLÓZU** nebo převážně **AMYLOPEKTIN**

Špičkové odrůdy mají v zrně až 90 % hmot.

škrobu

Spotřebu vody na 1 t zrna **NEVÍM**

Sušina škrobu je cca. 84 % hmot.



**Podobné
jako výroba
z pšenice,
až
namáčení
Nic zde
nepřijde
nazmar!**

Obr. 20. Technologie výroby kukuřičného škrobu
 1 — kukuřičné silo, 2 — mlučecí tanky, 3 — odkliďovací drtice, 4 — oddělení klíček, 5 — jemné mletí, 6 — separace vlákniny, 7 — separace kapalného podílu, 8 — rafinace škrobu, 9 — filtrace, sušení, 10 — škrobové silo, 11 — praní a sušení klíček, 12 — extrakce oleje, 13 — rafinace oleje, 14, 15 — odpadarka, 16 — sušení, 17 — zásobník; A — mlučecí voda, B — krmivo, C — klíčky, D — vláknina, E — kukuřičný olej, F — glutenová voda, G — odpadní voda, H — škrobová suspenze na modifikace nebo na sirup, I — kukuřičný výluh, J — škrob

Výrobky ze škrobu pro potravinářství

- **Cukrovinky, džemy a marmelády, nápoje, pečivo atd.**
- **Mléčné výrobky, masné výrobky, polévky, omáčky, salátové dresinky atd.**
- **Zmrzliny, kojenecká výživa, cukrovinky**

Výrobky ze škrobu pro průmysl

PAPÍRENSKÝ PRŮMYSL

- KLÍŽENÍ VNITŘNÍ VE HMOTĚ,
POVRCHOVÉ KLÍŽENÍ, NATÍRÁNÍ
PAPÍRU

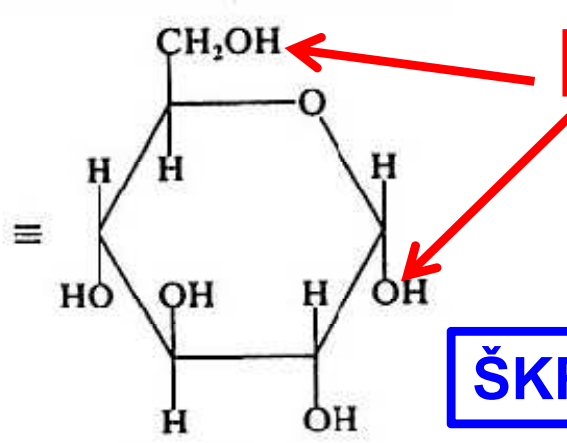
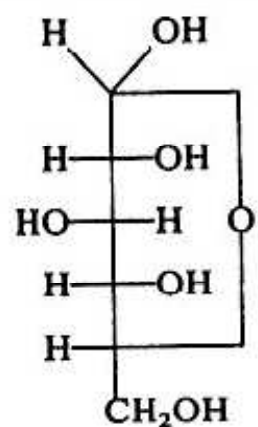
TEXTILNÍ PRŮMYSL

- ŠLICHTOVÁNÍ, TISK, KONEČNÉ
ÚPRAVY

LEPENÍ

- LEPENKA, VLNITÝ PAPÍR, VÍCEVRSTVÉ
PYTLE, LAMINOVÁNÍ,

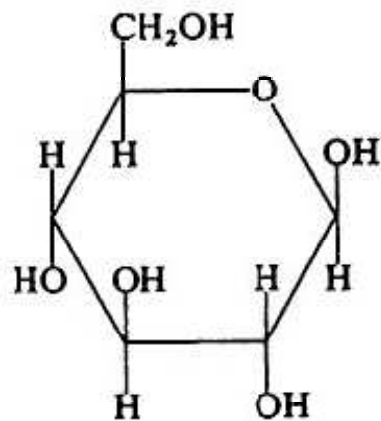
ŠKROB versus CELULÓZA 1



α -D-glukopyranosa
(α -glukosa)

**LIŠÍ SE POLOHOU
-CH₂OH VŮČI -OH**

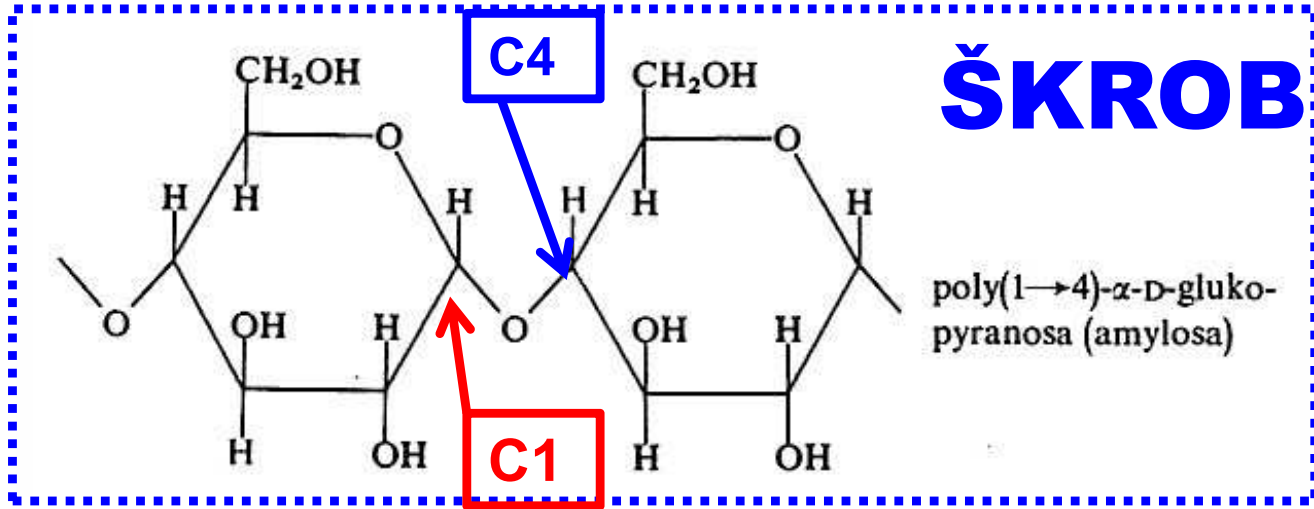
ŠKROB je polymer z α -D-glukopyranosy



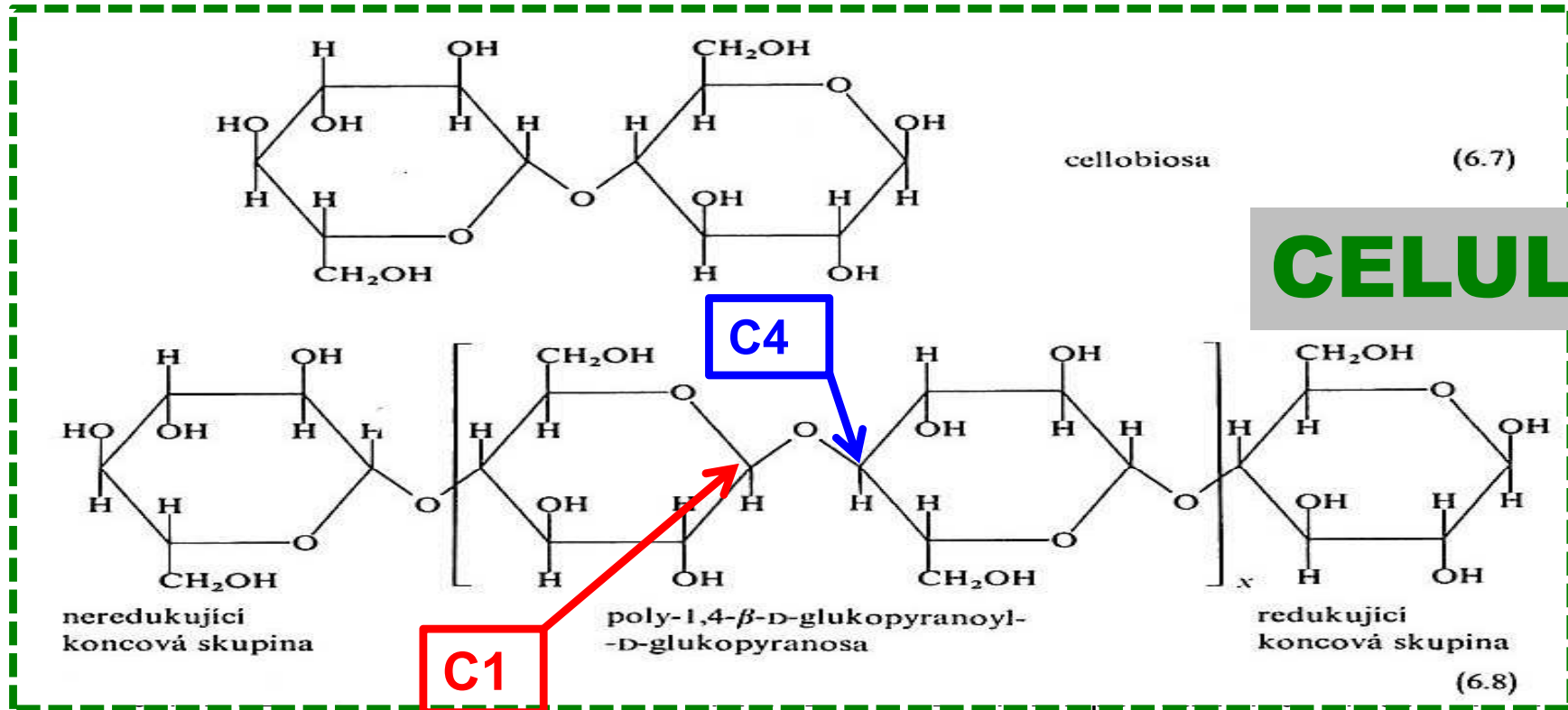
β -D-glukopyranosa
(β -glukosa)

CELULÓZA je polymer z β -D-glukopyranosy

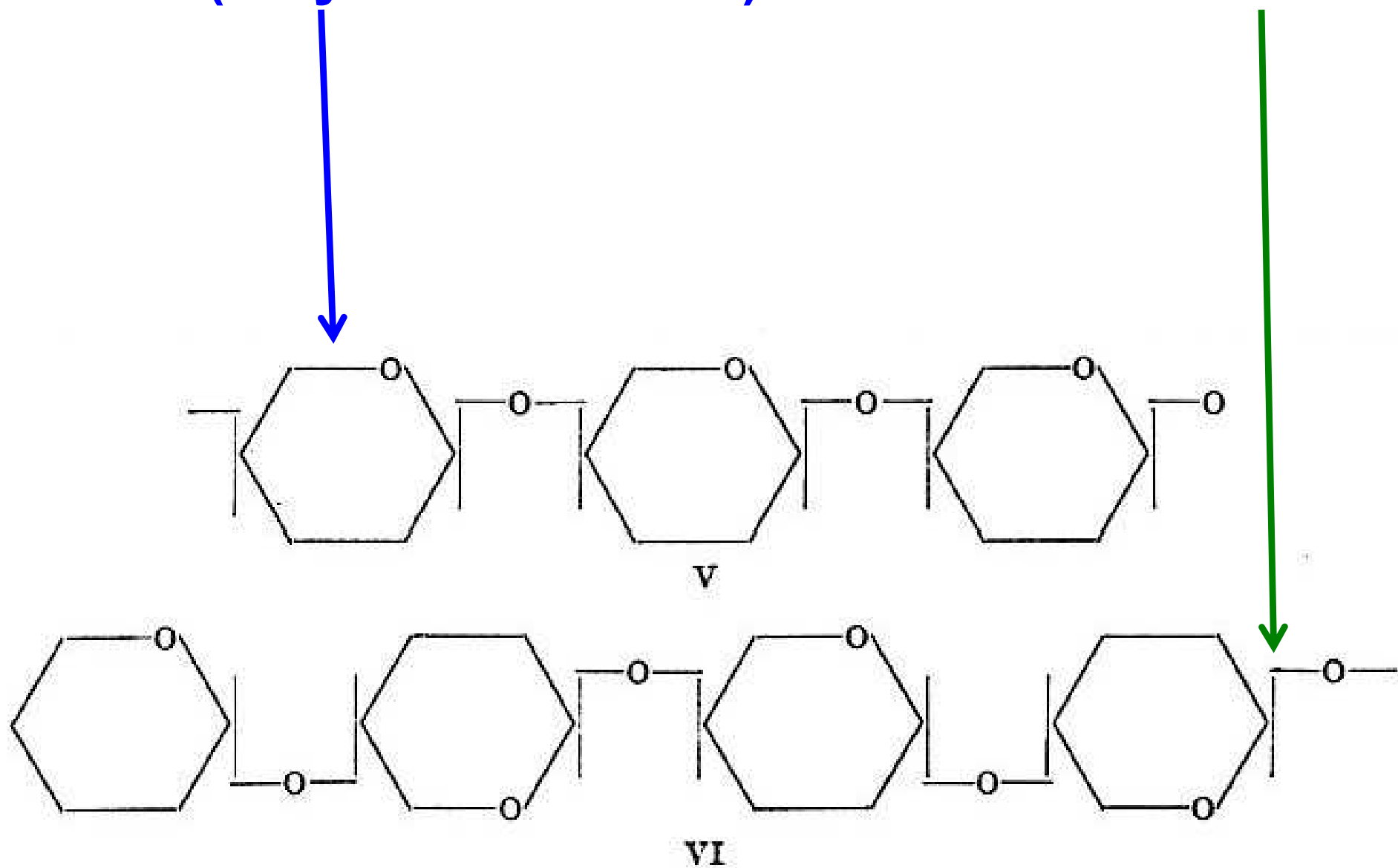
ŠKROB versus CELULÓZA 2



Všimněte si polohy vazby přes kyslík mezi jednotkami glukózy

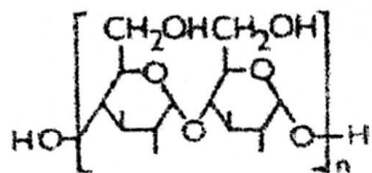


ŠKROB (amylósa - lineární) versus CELULÓZA 3



ŠKROB versus CELULÓZA 4

ŠKROB



n=1:

(1→4)- α -D-glukopyranosyl- α -D-gluko-
pyranosa (maltosa)

n=150...500 : amyloza

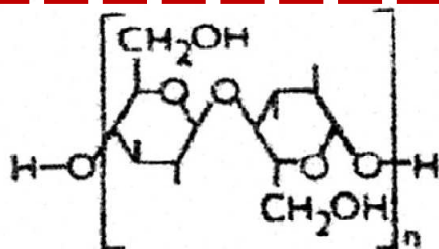
n=250...7500, na každém 8. až 10.

jednotce glukosy (1→6) větvení:

amylopektin

n=300...3000000, na každém 3. až 2.

GLYKOGEN



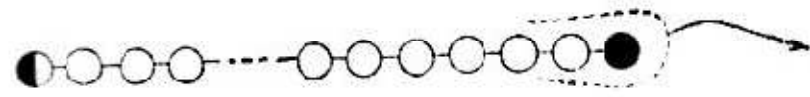
n=1: (1→4)- β -D-glukopyranosyl- β -

D-glukopyranosa (celobiosa)

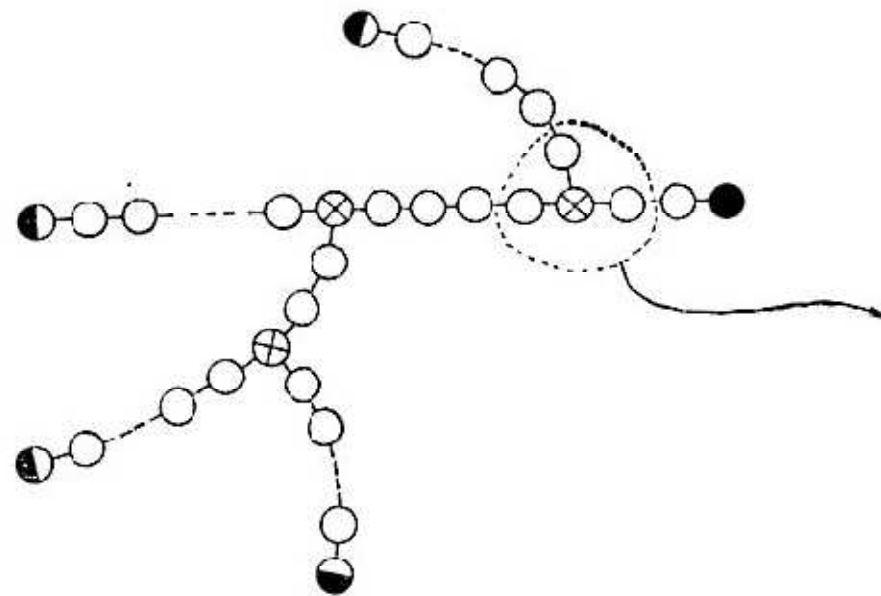
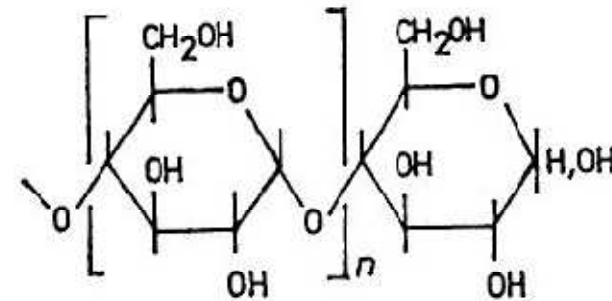
n=1000...7000: celuloza

CELULÓZA

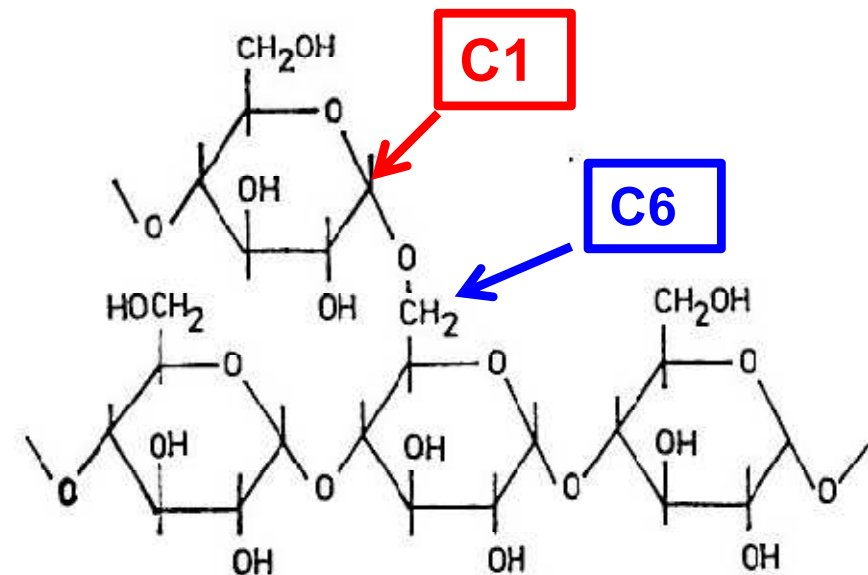
AMYLÓZA & AMYLOPEKTIN 1



AMYLÓZA



AMYLOPEKTIN



Obr. 4. Amylosa (nahoře) a amylopektin (dole). Na schematicém obrázku kroužky znázorňují D-glukosové jednotky a jejich spojení α -glukosidovou vazbou. Plný kroužek označuje redukující koncovou jednotku a zcela zaplněný kroužek neredukující koncové jednotky, křížkem vyznačené jednotky tvoří body větvení polysacharidu. Redukující konec řetězce a prostor větvení je vyznačen příslušnými strukturními vzorci

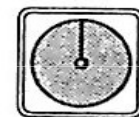
Dělení 1

AMYLÓZA - AMYLOPEKTIN 2

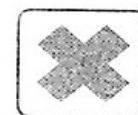
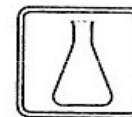
- Selektivní enzymatické rozštěpení **AMYLOPEKTINU** na cukry
- Rozdílná rozpustnost **AMYLOPEKTINU** a **AMYLÓZY**
 - Směs **DMSO + voda** > rozdílné rozpustnosti
 - **Voda + NaOH** > vysolit **NaCl** > **AMYLÓZA v roztoku** a **AMYLOPEKTIN gel** (oddělení trvá delší dobu)

Princip

Škrob je univerzálním zásobním polysacharidem rostlin, v nichž se vyskytuje v podobě škrobových zrněk. V některých částech rostlin je ve vysoké koncentraci (v bramborových hlízách tvoří až kolem 20 % jejich hmotnosti). Zrnka jsou tvořena amylosou (lineární polysacharid) a amylopektinem (rozvětvený polysacharid). Tyto polysacharidy je od sebe možné oddělit na základě jejich rozdílné rozpustnosti.



ponechat
stát
20 hodin



Dělení amylosy od amylopektinu

Do kádinky o objemu 1 000 cm³ nalijeme 360 cm³ 0,2 mol.dm⁻³ roztoku NaOH, 75 cm³ vody, přidáme 5,3 g suchého škrobu rozmíchaného ve 35 cm³ vody a při teplotě 25 °C mícháme šinkou do vyjasnění roztoku. Přidáme 125 cm³ 5% roztoku NaCl a zneutralizujeme roztokem HCl do hodnoty pH 6 – 7 (použijeme indikátorový papírek). Necháme stát při laboratorní teplotě 20 hodin, preparát přitom chráníme před světlem. Amylopektin se vyloučí dně v podobě gelu, amylosa zůstává v roztoku.

Poznámky

Čistý amylopektin je možno odfiltrovat, amylosu pak z filtrátu vysrážet jako komplex s butanolem. Přidáváme 12,5 cm³ butanolu na 100 cm³ roztoku amylosy, necháme stát asi 2 hodiny.

Lze to nazvat „VYSOLENÍ“. Je vidět vliv iontů na rozpustnost polymerů různé struktury

AMYLÓZA & AMYLOPEKTIN 3

podobnost s polyetylénem

LDPE

- **Větvený**
- **Větší elasticita taveniny**

HDPE

- **Lineární**
- **MENŠÍ elasticita taveniny**

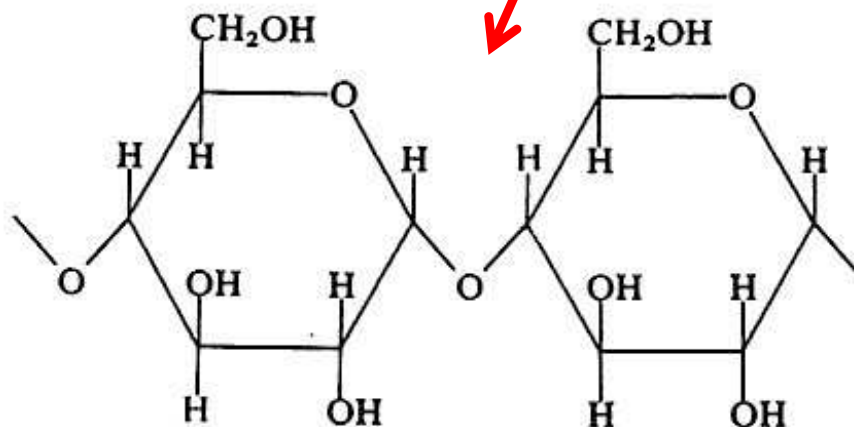
AMYLOPEKTIN

- ***Větvený***
- ***Větší elasticita taveniny ve směsi škrob - glycerol***

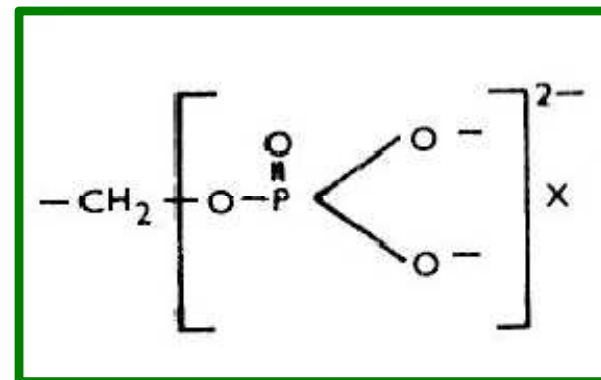
AMYLÓZA

- ***Lineární***
- ***Menší elasticita taveniny ve směsi škrob - glycerol***

AMYLÓZA & AMYLOPEKTIN 4

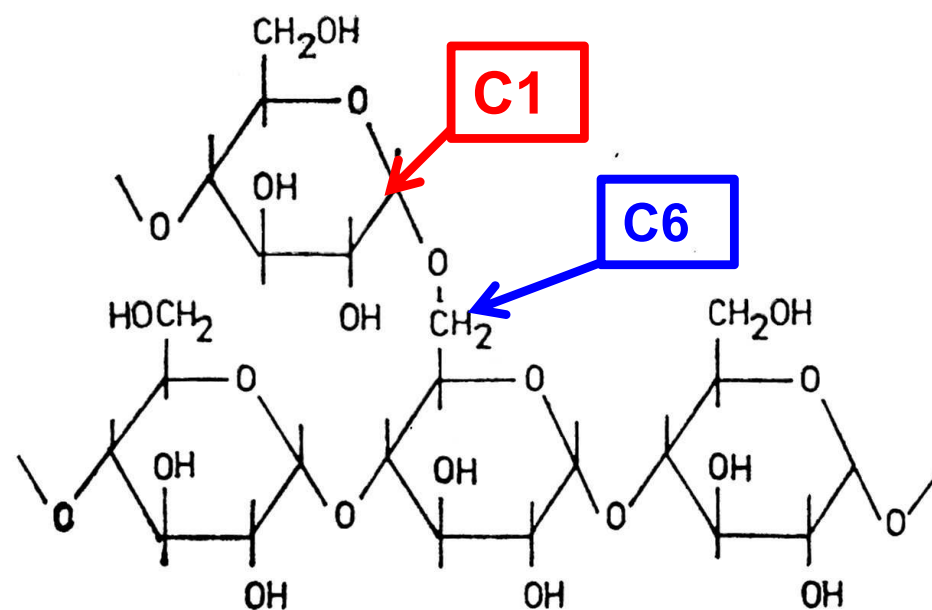


poly(1→4)- α -D-glukopyranosa (amylosa)



Na AMYLOPEKTIN může být vázána jako ester kyselina fosforečná, hlavně ve škrobu bramborovém.

Na viskozitu vodných roztoků a/nebo gelů má pak vliv kationt (K^+ , Ca^{+2} , Mg^{+2} atd.)



AMYLÓZA & AMYLOPEKTIN 5

Tabulka 2. Porovnání vlastností amylosy a amylopektinu [8]

Vlastnost	Amylosa	Amylopektin
Barva komplexu s jodem	modrá	červenofialová
Vazba jodu (%)	19—20	1
β -amylolýza (%)	70—96	50—60
Relativní molekulová hmotnost	10^5 — 10^6	10^7 — 10^8
CL/GU*	2 000 i více	19—28
ECL/GU*	—	12—17
ICL/GU*	—	5—8
Rentgenová analýza	vysoký stupeň krystalinity	amorfní
Rozpustnost ve vodě	různá	rozpustný
Stabilita vodného roztoku	retrograduje	stabilní
Vlastnosti acetylderivátu	vláknitý, tuhé filmy	amorfní prášek, křehké filmy

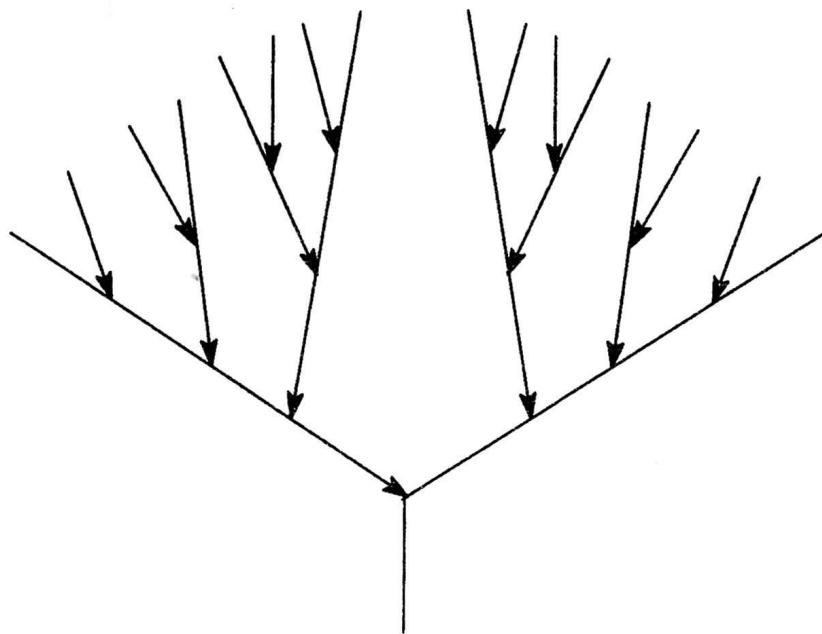
* průměrné délky základních (CL), vnějších (ECL) a vnitřních (ICL) řetězců v počtu D-glukosových jednotek (GU).

AMYLÓZA & AMYLOPEKTIN 6

Relativně střední molekulová hmotnost	AMYLÓZA	AMYLOPEKTIN	Zdroj, poznámka
M_n	$10^5 - 10^6$	10^7	Kálal
M_w			<i>Nebylo nalezeno</i>
M bez udání zda se jedná o n či w	$10^5 - 10^6$	$10^7 - 10^8$	Kodet

Každopádně se jedná o VYSOKÉ HODNOTY, na úrovni syntetických polyolefinů (PE, PP)

AMYLÓZA & AMYLOPEKTIN 7



Obr.1.6.12 Schéma možného větvení amylopektinu

Tento obrázek se týká VODNÝCH ROZTOKŮ



Amylosa

Amylopektin

Typ vazby:

$\alpha(\rightarrow 4)$

$\alpha(\rightarrow 4)$ a $\alpha(\rightarrow 6)$

M_r :

100 tis. - 1 000 tis.

1 00 tis. - 10 000 tis.

DP

< 7 000

> 7 000

Morfologie

krystalická

amorfní, příp.krystalická

A, B, V - struktura

struktura

vysoká

Komplexační

schopnost

s jodem modrá b.

s jodem červená b.

retrogradace

značná

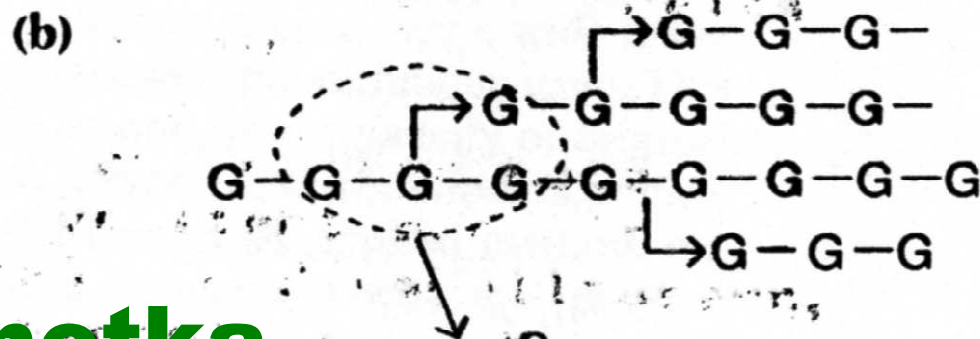
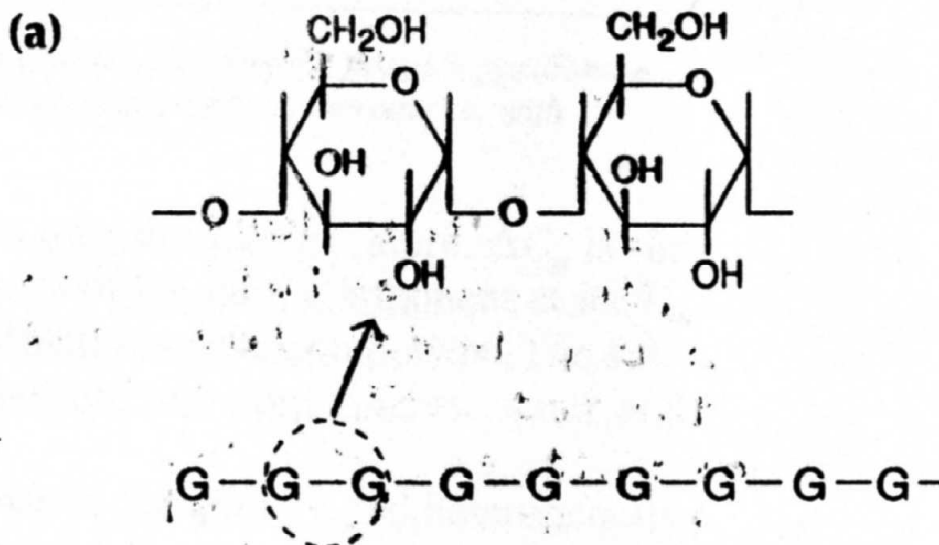
malá

RETROGRADACE = z gelu a/nebo roztoku se vylučuje POLYMER

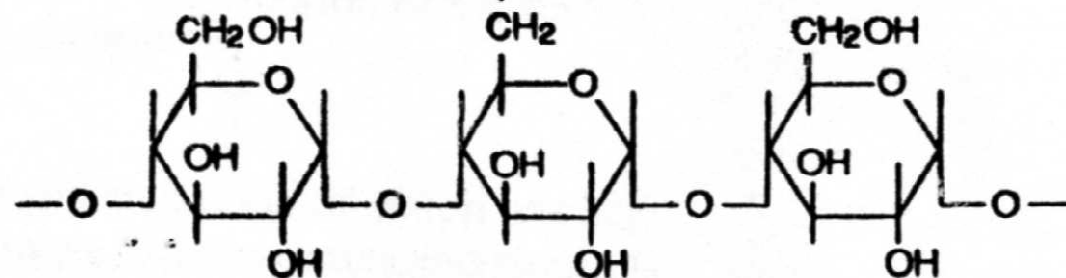
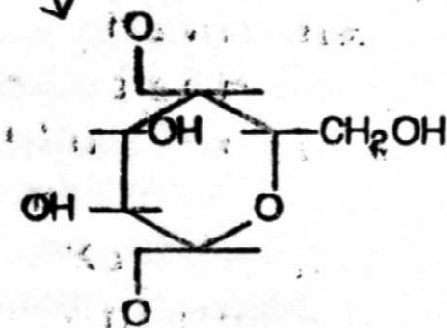
19.10.2021

PŘÍR

AMYLÓZA & AMYLOPEKTIN 8



G – glukózová jednotka

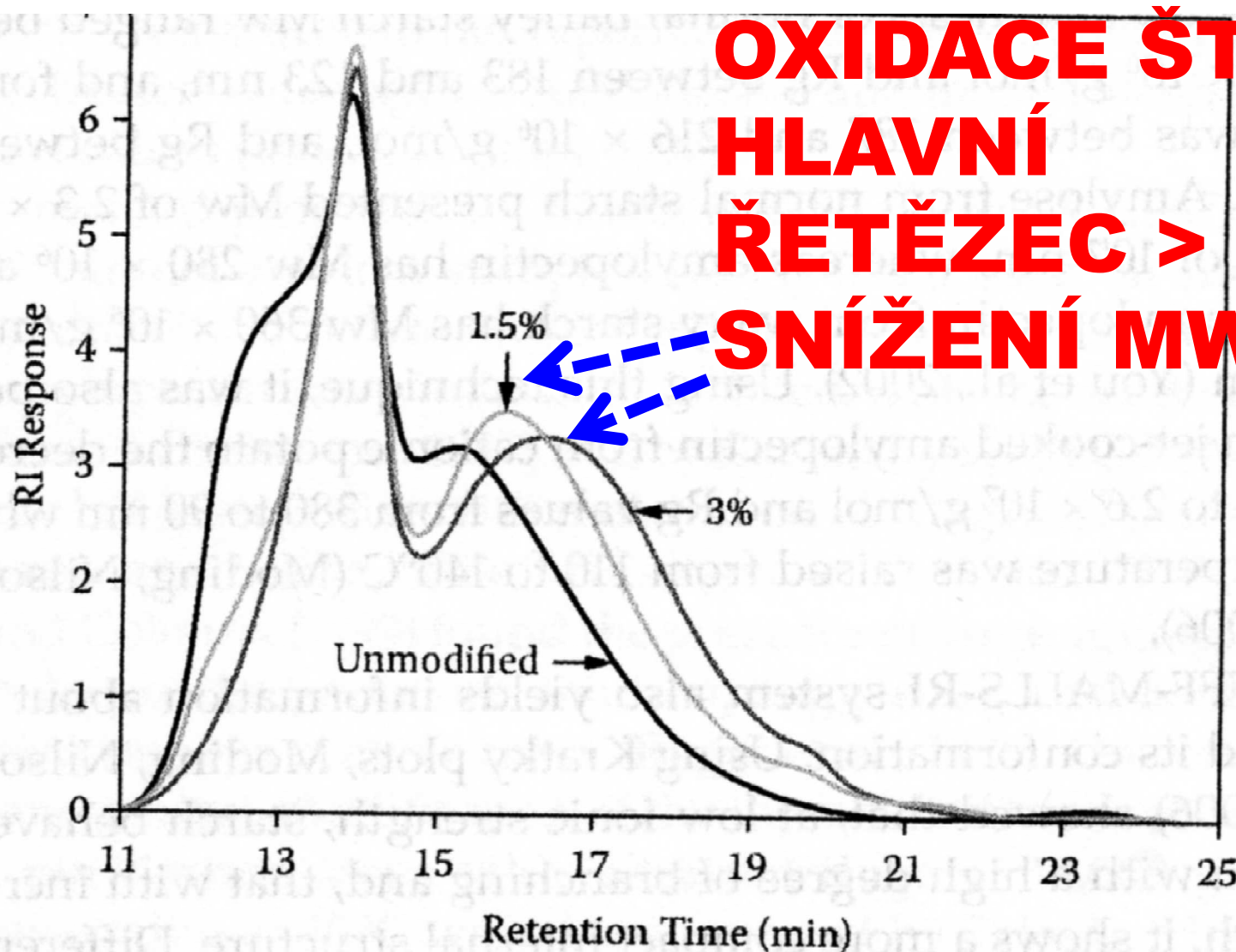


AMYLÓZA & AMYLOPEKTIN 9

- **OBVYKLE** převažuje **AMYLOPEKTIN** v poměru **4/1**
- **AMYLOPEKTIN** nedává modré zbarvení s jodem
- **některé škroby, např. hrachový, mají jen AMYLÓZU**
- **Jiné škroby, např. odrůda kukuřice zvaná vosková, mají jen AMYLOPEKTIN**
- **AMYLOPEKTIN na vyšší MW**



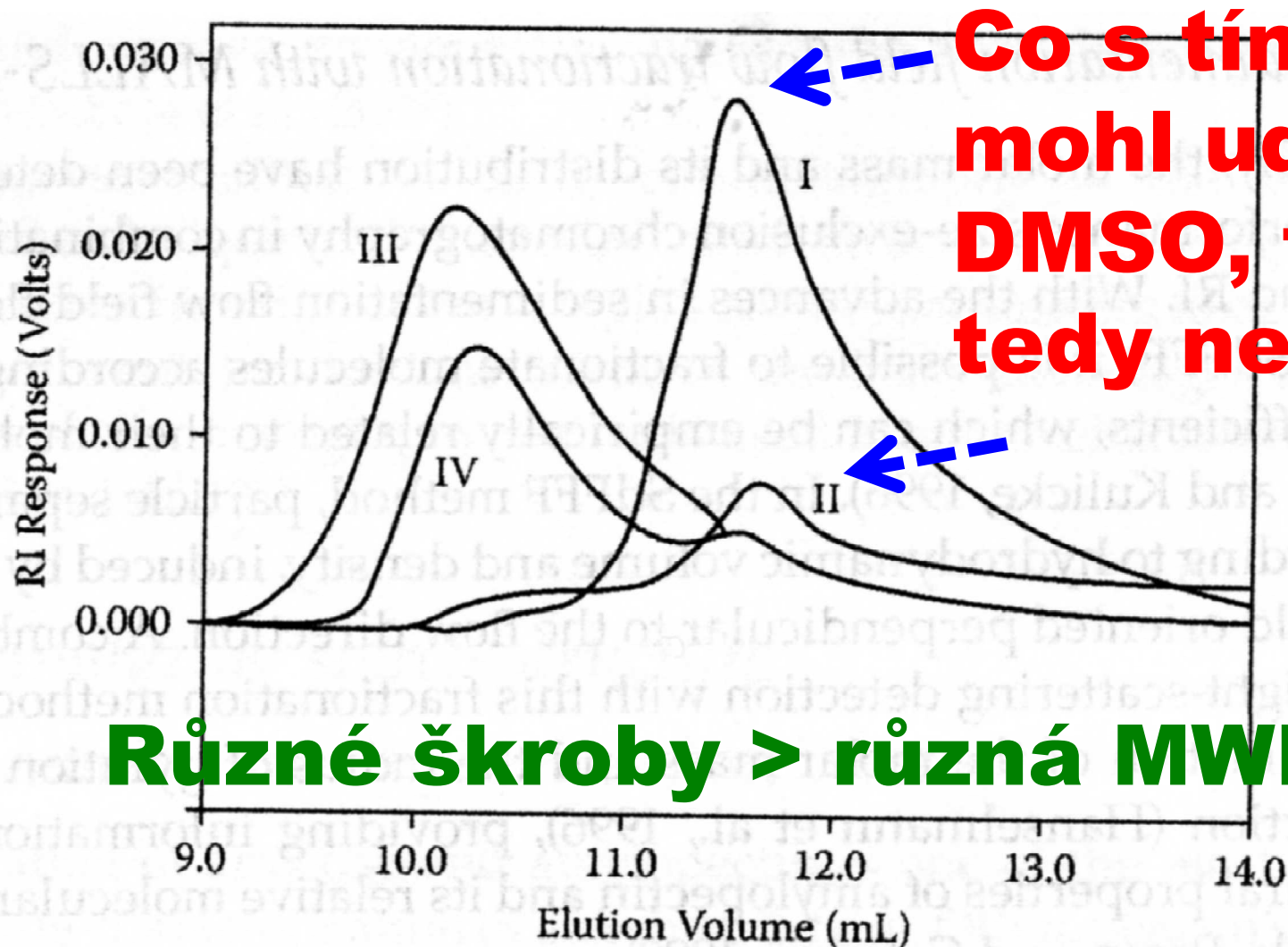
MWD škrobů 1 (metoda GPC)



**OXIDACE ŠTĚPÍ
HLAVNÍ
ŘETĚZEC >
SNÍŽENÍ MW**

Figure 3.4 Normalized high-performance size-exclusion chromatographs of unmodified and oxidized starches (1.5 and 3% active chlorine).

MWD škrobů 2 (metoda GPC)



Různé škroby > různá MWD

Figure 3.3 HPSEC profiles of starch from amylose of maize treated with DMSO (I), amylopectin maize (II), normal maize (III), and Eurylon 7 starch (IV) (Bello-Perez et al., 1998a).

MWD škrobů 3

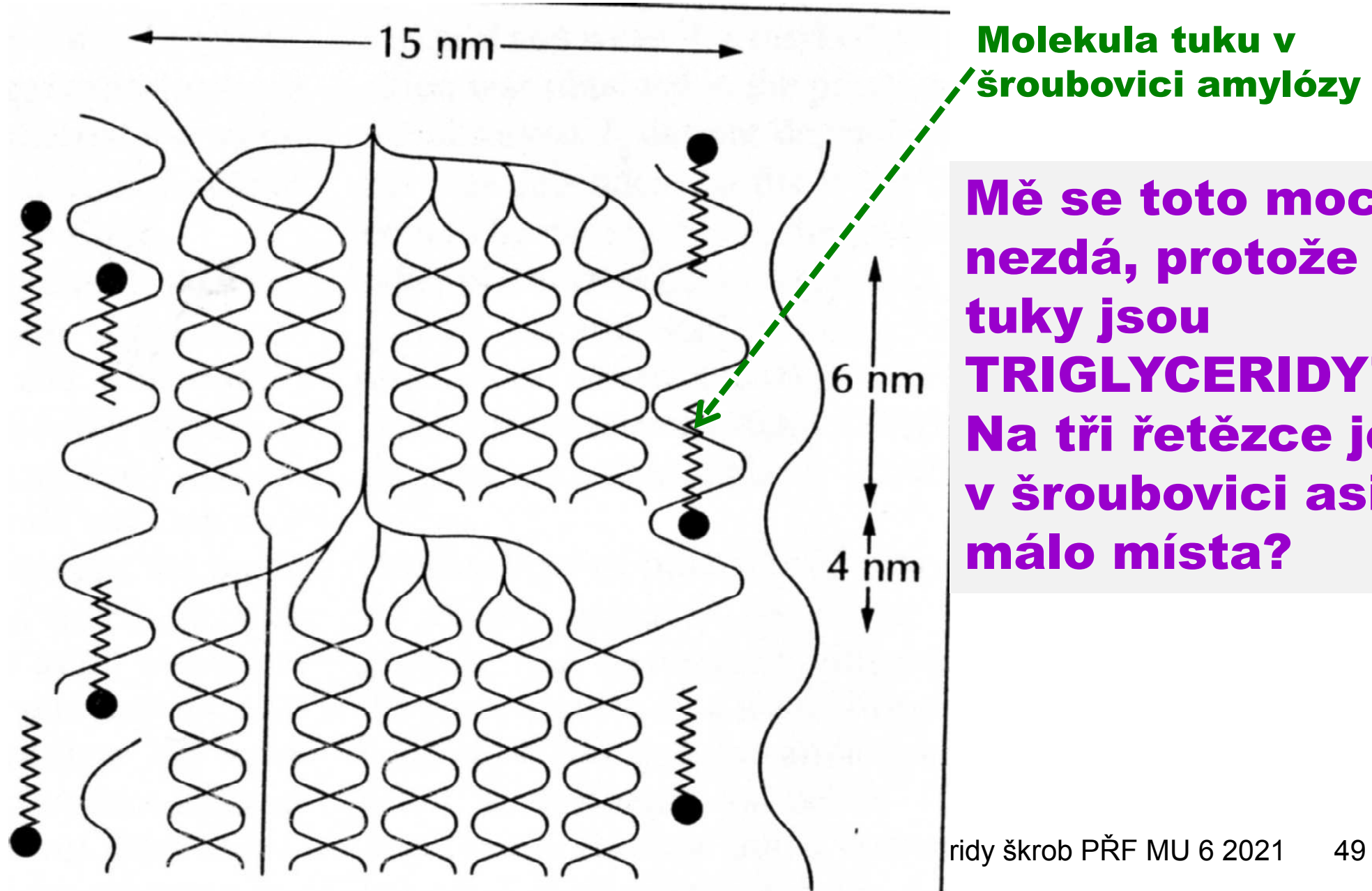
Různé škroby > téměř stejná MWD

Škrob je PŘÍRODNÍ
POLYMER a tak se
MWD liší i pro stejné
plodiny (zdroje)



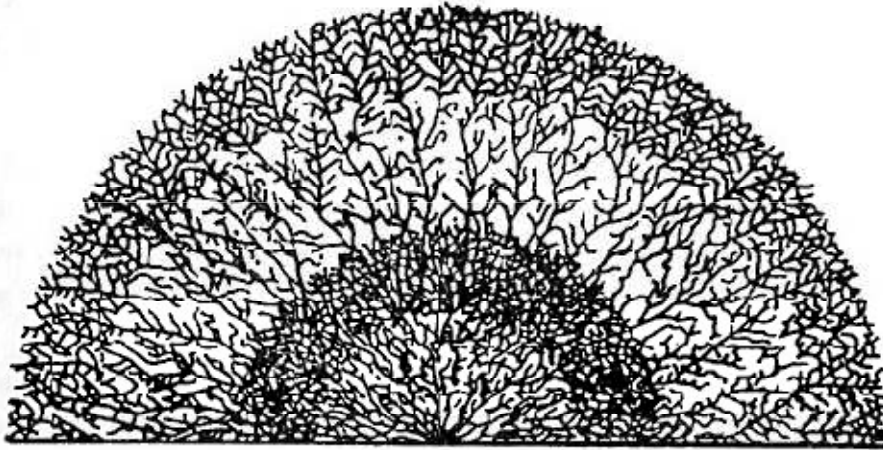
Figure 3.5 Amylopectin chain length distribution of normal maize (□) and barley (■) starch, measured by high-performance anion exchange chromatography (HPAEC) with pulsed amperometric detection (PAD).

Možné uložení molekul **TUKU** v obilném škrobu



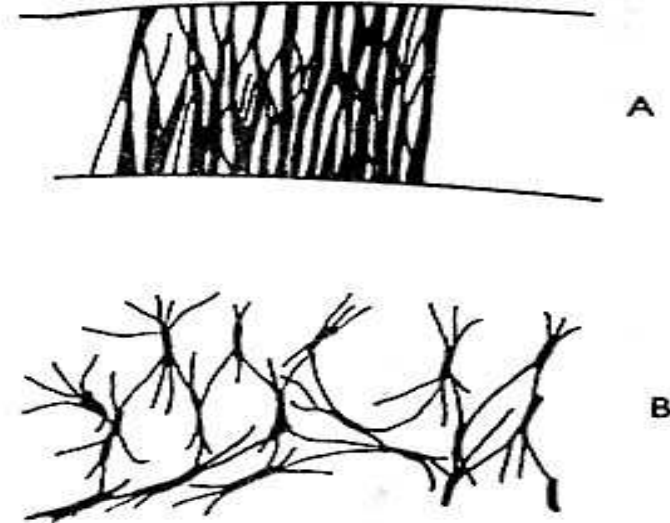
Mě se toto moc nezdá, protože tuky jsou TRIGLYCERIDY! Na tři řetězce je v šroubovici asi málo místa?

NADMOLEKULÁRNÍ STRUKTURA škrobu



Obr. 4. Sférickrystalická struktura částice škrobu

Krystalické části jsou prostoupeny a propojeny částmi amorfními (nekrystalickými), stejně jako je tomu u syntetických SEMIKRYSTALICKÝCH polymerů

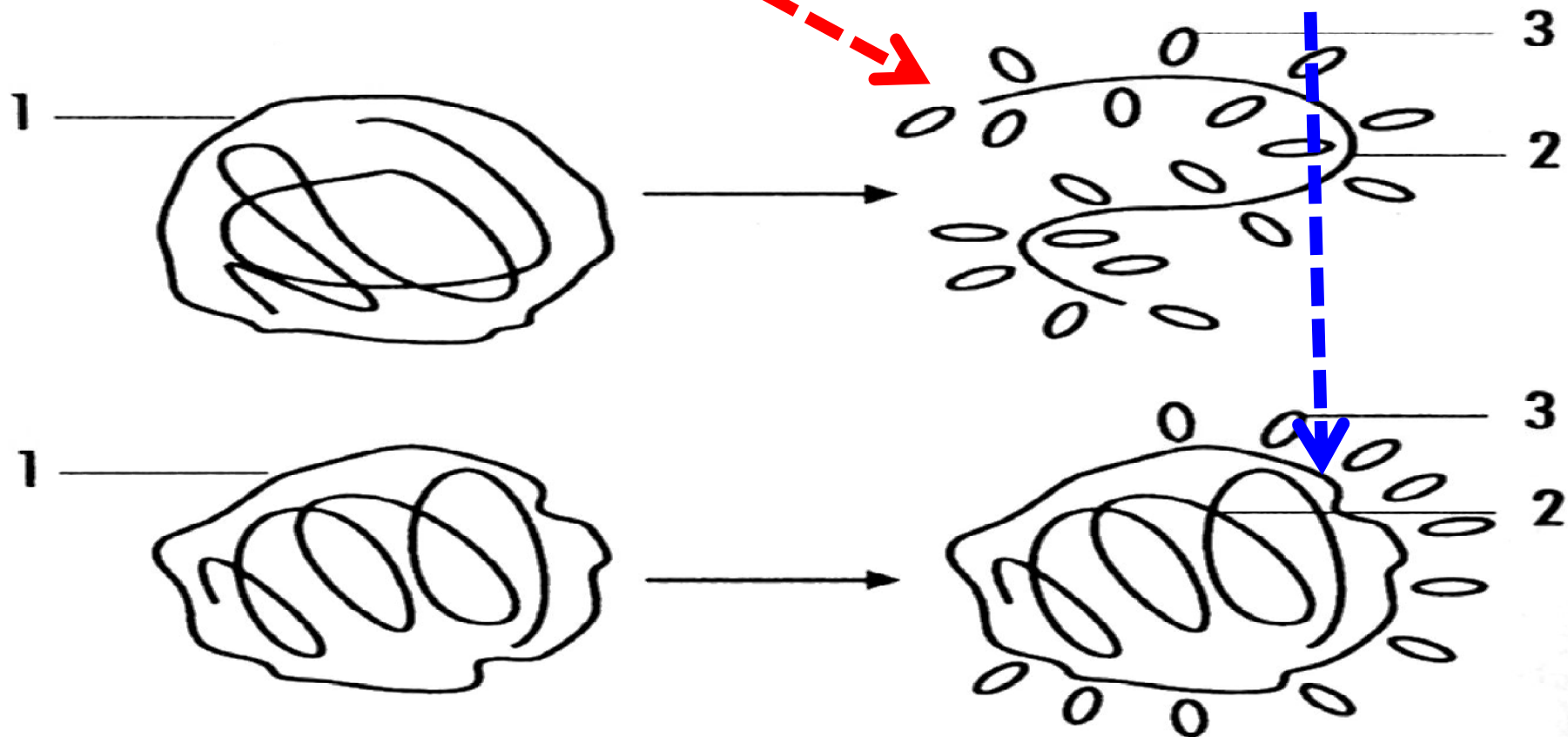


Obr. 3. Model submikroskopické struktury škrobu dle Meyera
a) struktura škrobu (vrstvy),
b) kostra rozvětvené složky po vymytí amylózy

Lineární AMYLOZA krystalizuje –
vodíkové můstky

Rozvětvený AMYLOPEKTIN –
mohou krystalizovat jen větve,
pokud jsou dost dlouhé. Základní
řetězec může procházet řadou
takových krystalických částí.

ROZPUSTNOST versus BOTNÁNÍ



1 – molekula biopolymeru

2 – řetězec polymeru

3 – molekuly vody **nebo jiného rozpouštědla
(solvatačního činidla)**

ROZPOUŠTĚNÍ ŠKROBU

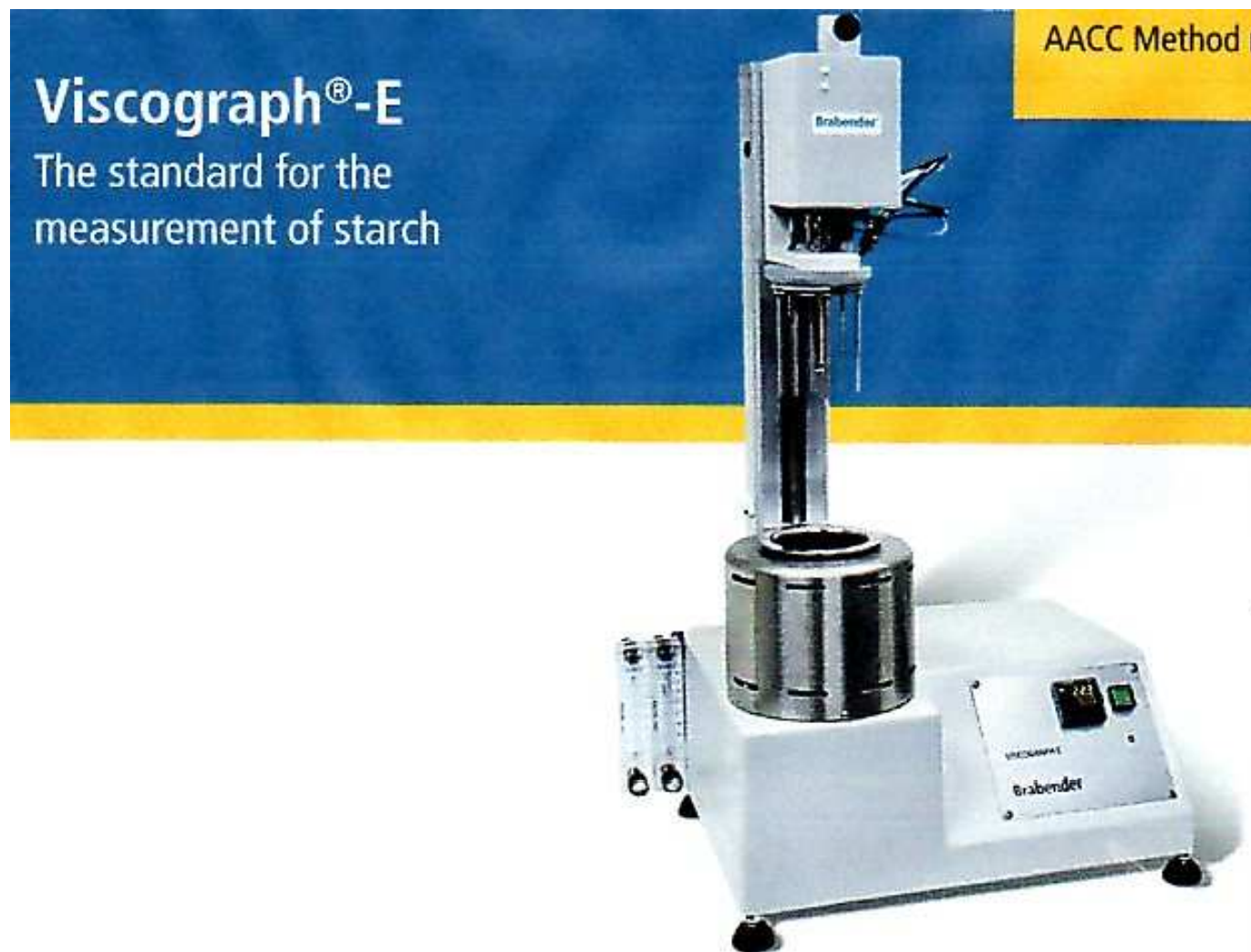
- **NATIVNÍ ŠKROB** není ve **STUDENÉ VODĚ** rozpustný, má pouze vodu v kapilárách a ve vodíkových můstcích, cca. 14 – 16 % vody
- Při vložení **NATIVNÍHO ŠKROBU** do vody za laboratorní teploty se jen zaplňují další kapiláry vodou
- Při zvyšování teploty nad cca. 50 °C **BOTNÁ**, vodíkové můstky se rozrušují a vzniká **DISPERZE ZBOTNANÝCH (hydratovaných) ČÁSTIC VE VODĚ**
- Po přijetí další vody dojde k **PLNĚ** (maximální pro daný škrob) **HYDRATACI**, rozpadají se zrna škrobu a vzniká **GEL (AMYLOPEKTIN) A VYSOKOVISKÓZNÍ KOLOIDNÍ ROZTOK (AMYLÓZA)**
- **VÝSLEDNÝ STAV SE NAZÝVÁ**

MAZOVATĚNÍ ŠKROBU

Chování škrobu ve vodě

- **Laboratorní teplota:** pouze vratné zaplnění kapilár v zrně škrobu
- **Zvyšování teploty:** postupná hydratace a rozpad vodíkových můstků, **rozpuštění AMYLÓZY, AMYLOPEKTIN pouze botná**
- **Zvyšující se teplota & míchání:** rozpad hydratovaných zrn a dosažení „**BODU MAZOVATĚNÍ ŠKROBU (peptizace)**“
- **BOD MAZOVATĚNÍ ŠKROBU je charakteristický pro různé škroby**

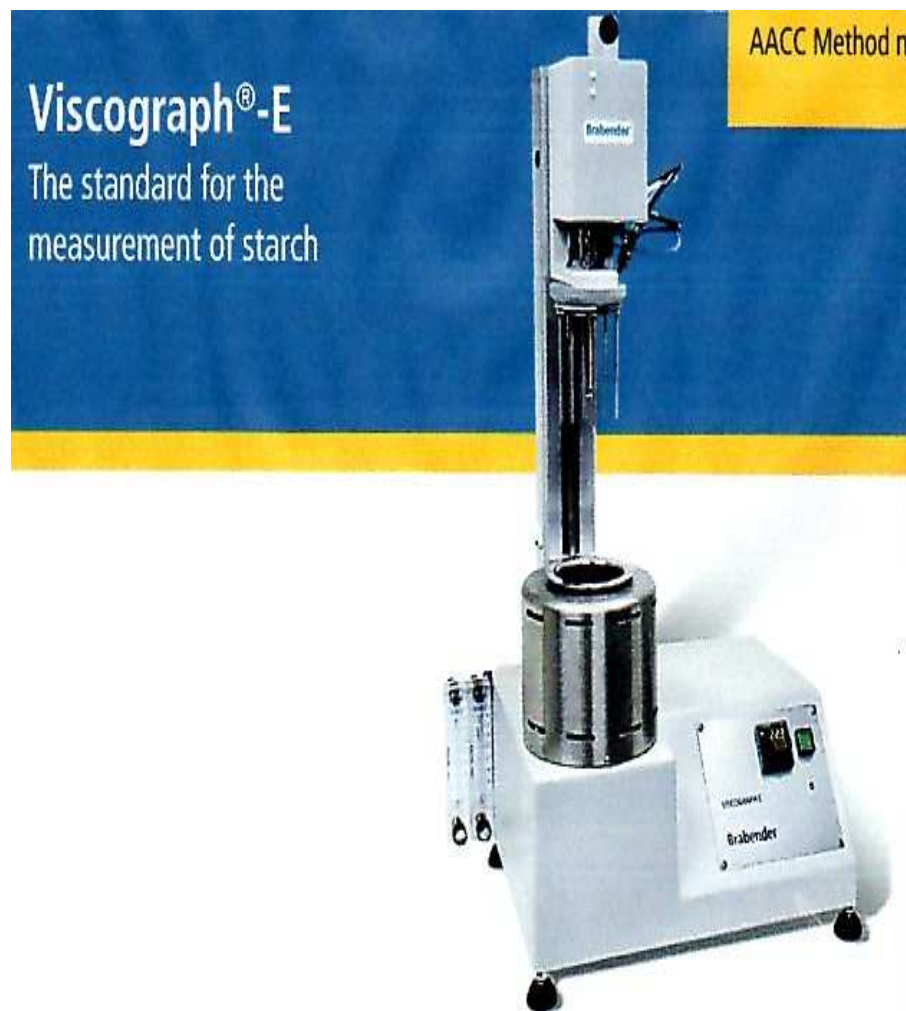
Křivky MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě



- Suited for starch and flour
- Usage for acid and lye
- Small sample size (5 - 15 g)
- Short measuring times
- Speed (0 - 300 min⁻¹)
- Temperature measurement within the sample
- Heating / cooling rates of up to 10°C / min
- No follow-up costs
- Evaluation in **BU**, mPas, cP or cmg

Upravený ROTAČNÍ VISKOZIMETR

ROTAČNÍ VISKOZIMETR



**Upravený ROTAČNÍ
VISKOZIMETR**



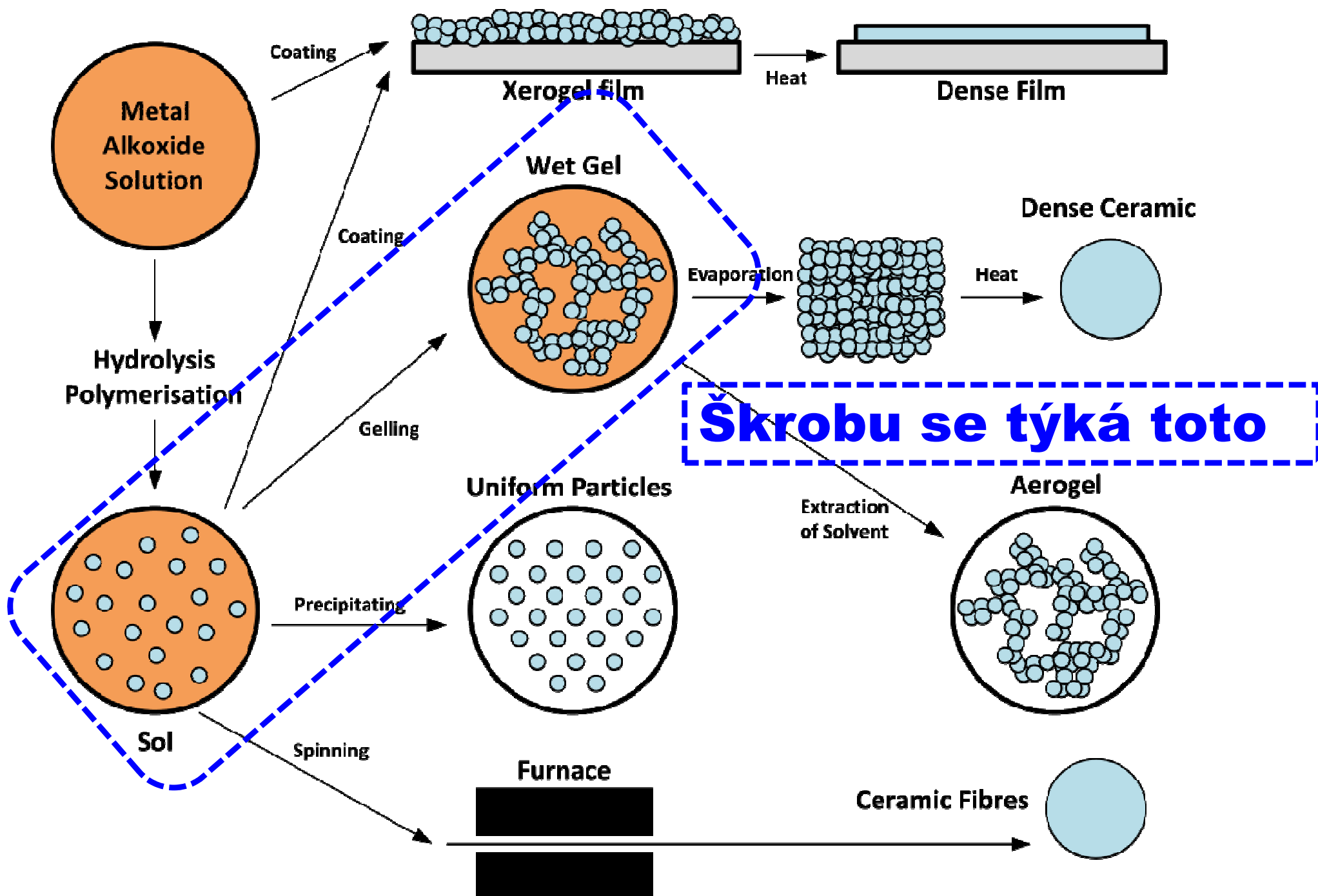
**Standardní ROTAČNÍ
VISKOZIMETR**

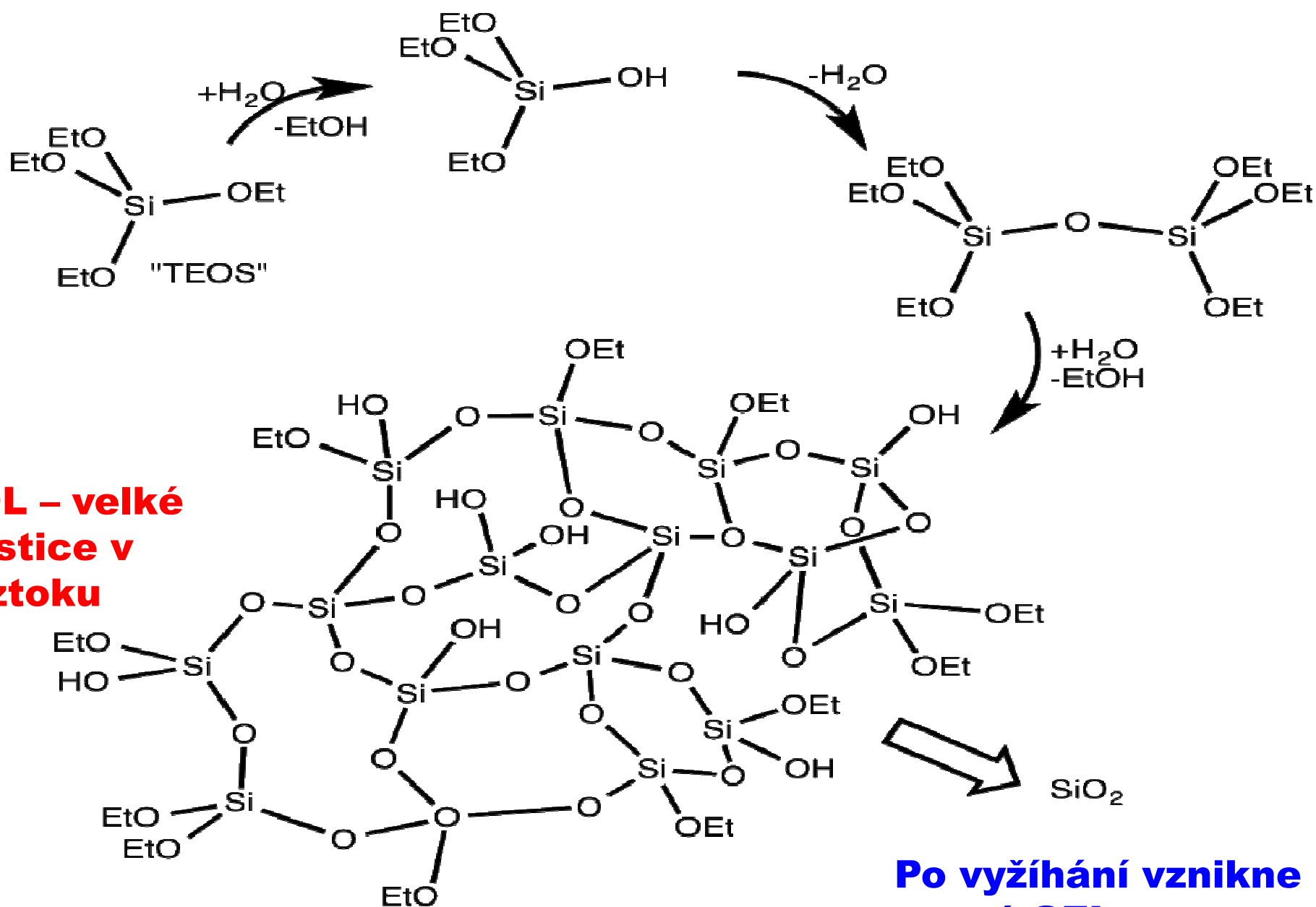
SOL > GEL (obecně)

- **GEL je DISPERZNÍ SOUSTAVA, ve které spojitý DISPERZNÍ PODÍL je prostupuje spojitě DISPERZNÍ PROSTŘEDÍ**

PŘÍKLADY

- **PVC pasta > SOL (disperze částic PVC ve směsi změkčovadel) > zahřátí (interakce PVC částic se změkčovadly = ŽELATINACE) > ochlazení > GEL**
- **KLÍH (vyroben z KOLAGENU) > SOL (zředěný roztok v teplé vodě) > zahuštění a ochlazení > KLIHOVÁ GALERTA = GEL**
- **POTRAVINÁŘSTVÍ > ROSOL Z ŽELATINY**



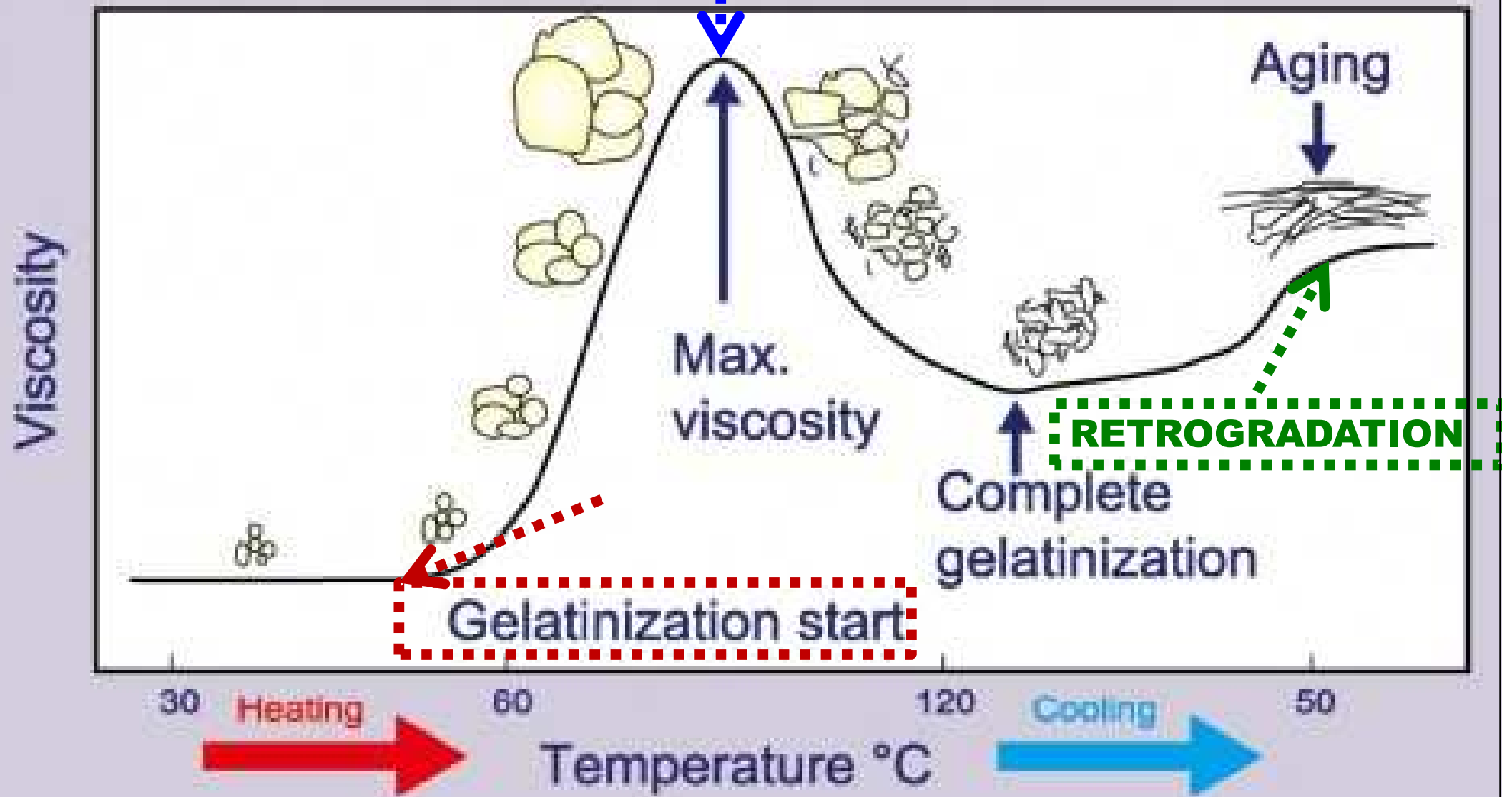


SOL - velké částice v roztoku

Po vyžhání vznikne pevný GEL

Křivka MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě - OBECNĚ

BOD MAZOVATĚNÍ ŠKROBU



MAZOVATĚNÍ škrobu – popis jevu 1

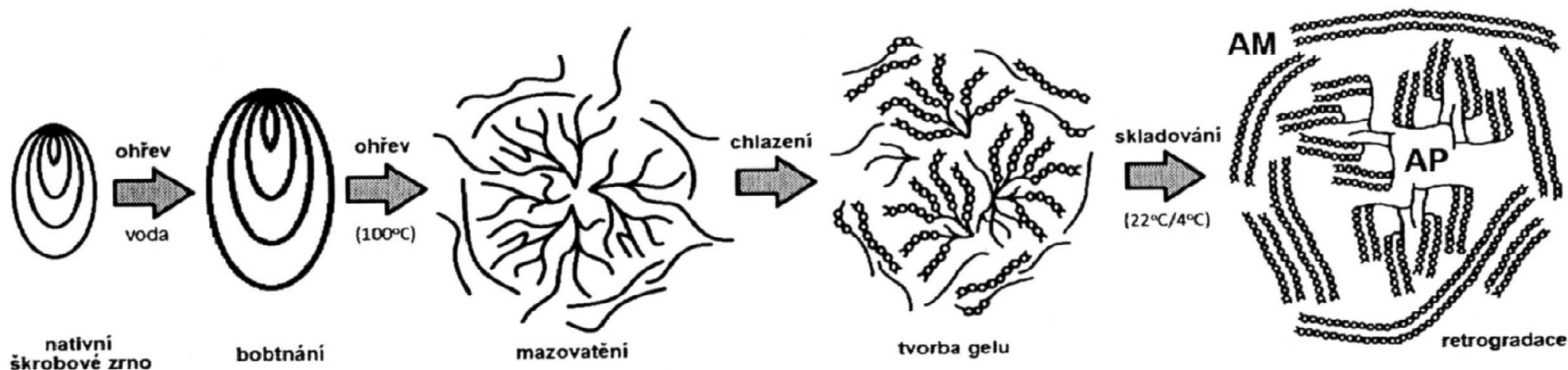
převzato ze skript VŠCHT Praha

ISBN 978-80-7592-089-8

4.3.2.1 Škrobové gely

Při rozpouštění škrobu v horké vodě dochází na začátku k bobtnání škrobového zrna, poté k rozpletení dvojitých šroubovic a vyluhování amylosy (**Obr. 4.3**). Během zahřívání se voda nejprve prosákne do amorfni části škrobu, pak se postupně dostane do pevně vázané oblasti dvojitých šroubovicových struktur amylopektinu. Nakonec se rozpustné molekuly amylosy vyluhují do okolní vody a škrobová zrna se rozpadají. Makromolekuly amylosy a amylopektinu ztratí svou krystalickou strukturu a hydratují se za vzniku viskózního roztoku. Tento proces dostal název **mazovatění škrobu**. Přírodní škroby začínají bobtnat při 55 až 85 °C. Teplota mazovatění závisí na rostlinném zdroji škrobu, množství vody, pH, přítomnosti dalších látek (solí, cukru, tuku a bílkovin) a případné derivatizaci škrobu. Teplota mazovatění modifikovaného škrobu závisí na způsobu modifikace a stupni substituce. Pod mikroskopem v polarizovaném světle škrobová zrna ztrácí dvojlom a dochází k zániku kříže. V případě, že se viskózní roztok ochla-

Schéma MAZOVATĚNÍ škrobu převzato ze skript VŠCHT Praha ISBN 978-80-7592-089-8



Obr. 4.3: Schéma tvorby škrobového gelu (AM – amylosa, AP – amylopektin)

MAZOVATĚNÍ škrobu – popis jevu 2

převzato ze skript VŠCHT Praha

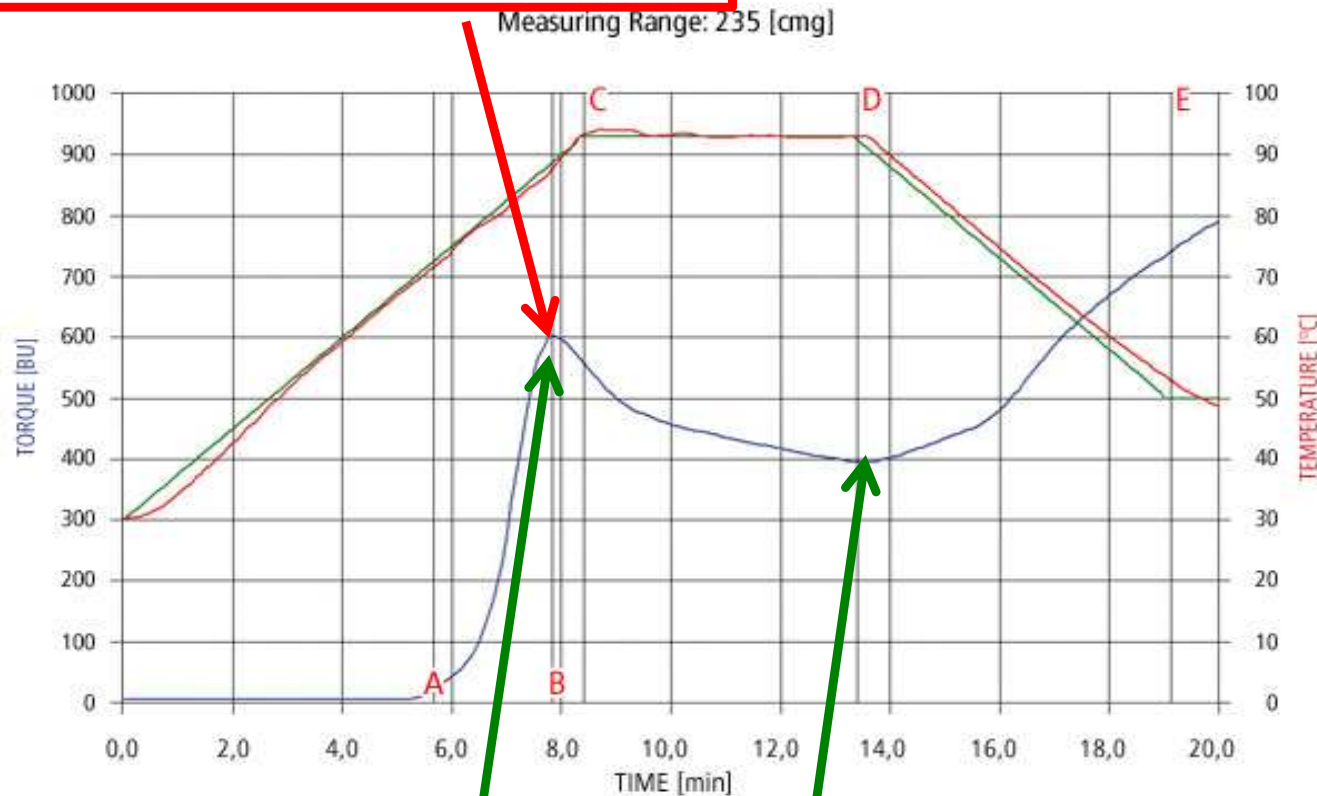
ISBN 978-80-7592-089-8

SOUVVISNOSTI A STUPNÍ SUBSTITUCE. POUŽITÍ MIKROSKOPIE V PŘÍPADOVÝCH ZPRÁVÁCH

vá zrna ztrácí dvojlom a dochází k zániku kříže. V případě, že se viskózní roztok ochladí a ponechá při nižší teplotě po dostatečně dlouhou dobu, lineární molekuly amylosy a lineární úseky molekul amylopektinu zpětně vytváří uspořádanou strukturu. Lineární řetězce se umístí rovnoběžné a vytvoří dvojité šroubovice stabilizované vodíkovými můstky. Proces návratu krystalické struktury škrobu dostal název **retrogradace**. Dochází ke zvýšení viskozity škrobového roztoku a vzniku gelu. Pokročilá retrogradace však může vyloučit vodu z polymerní sítě. Jedná se o proces, známý jako **syneréze**. Chemická modifikace škrobu může snížit nebo zvýšit retrogradaci. Voskový (vysokoamylopektinový) škrob má mnohem menší sklon k retrogradaci. Přísady, jako jsou tuky, glukosa, dusičnan sodný a emulgátor, může retrogradaci škrobu snížit.

Křivky MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě 1

BOD MAZOVATĚNÍ ŠKROBU



Všimněte si PRŮBĚHU
TEPLOTY MĚŘENÍ a bodů jejich
změn!

- Suited for starch and flour
- Usage for acid and lye
- Small sample size (5 - 15 g)
- Short measuring times
- Speed (0 - 300 min⁻¹)
- Temperature measurement within the sample
- Heating / cooling rates of up to 10°C / min
- No follow-up costs
- Evaluation in BU, mPas, cP or cmg

Brabender je název VÝROBCE přístrojů v Německu

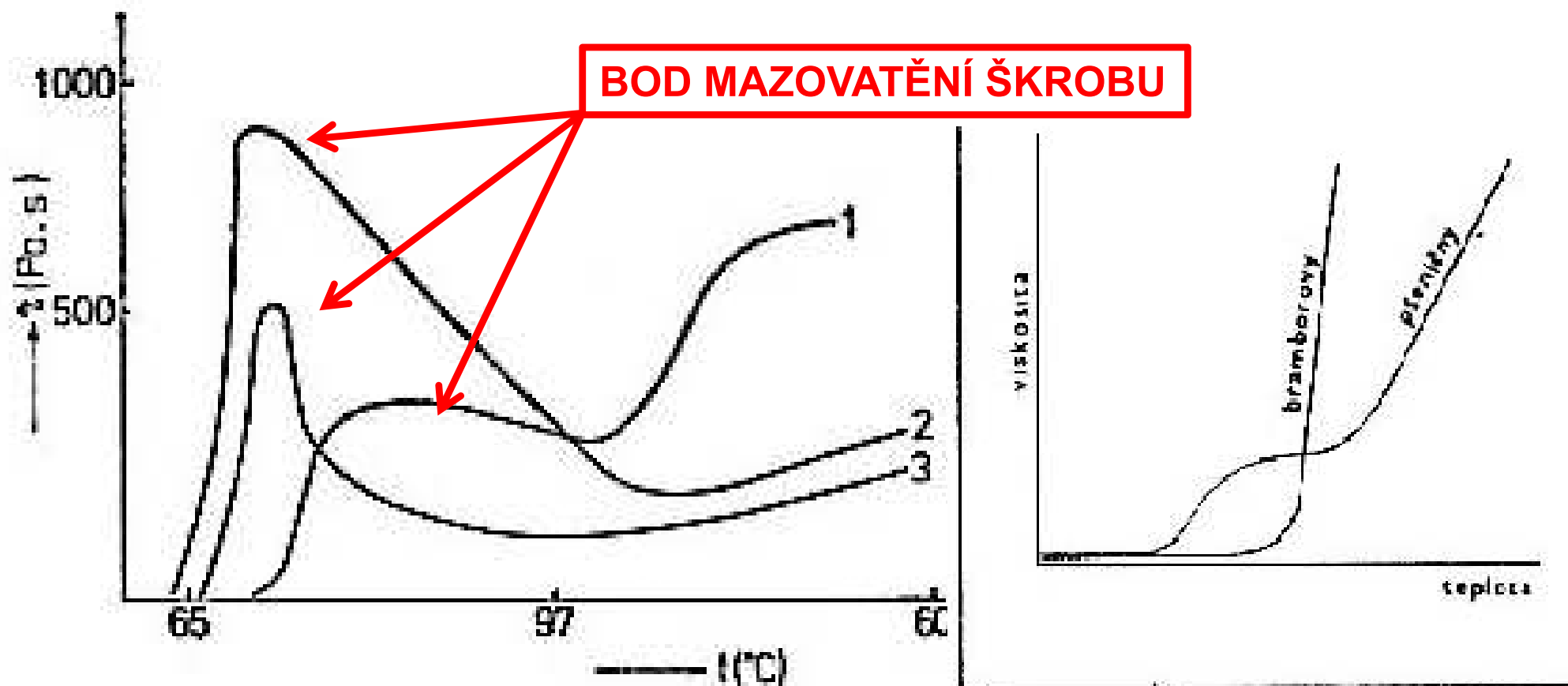
BU = Brabender Unit

19.10.2021

PŘÍRODNÍ POLYMERY polysacharidy škrob PŘF MU 6 2021

63

Křivky MAZOVATĚNÍ různých škrobů ve vodě 2



Obr. 21. Viskogramy nativních škrobů

1 — pšeničný škrob, 2 — bramborový škrob, 3 — kukuřičný škrob

Obr. 8. Charakteristika bobtnání škrobů

Vliv sacharidů a solí na teplotu mazovatění – PROČ ASI?

Teplota mazovatění škrobů

Tabulka 15

Škrob	Teplota (°C)		
	počáteční	končná	střední
inulinový	59	68	63,5
kukuřičný	62	72	67
lambíkový	50	64	61
ječmý	51,5	59,5	57
klisný	57	70	61
ryžový	68	78	74,5
hrachový	55	70	65
voskové kukurice (amylpektinová)	63	72	68
oxylozová kukurice	47		
		ve vroucí 80	
		voda nem	
		úplná zma-	
		zovatění	
kukuřičný ve vodných roztocích:			
5 % sacharózy	60,5	72,5	67
10 % sacharózy	60	74	67
20 % sacharózy	65,5	78	71
30 % sacharózy	69,5	81	74
40 % sacharózy	72	85	79,5
50 % sacharózy	76	85	79,5
60 % sacharózy	84	98,5	90,5
0,2 % hydroxidu sodného	55,5	69,5	64
0,3 % hydroxidu sodného	49	65	58

Vliv sacharidů a solí na teplotu mazovatění – PROČ ASI?

pokračování tabulky 15

1	2	3	4
1,5 % chloridu sodného	67,5	77	72
3 % chloridu sodného	69,5	78,5	74
6 % chloridu sodného	75	82,5	79,5
5 % uhličitanu sodného	64	72	70
10 % uhličitanu sodného	67	76	72
20 % uhličitanu sodného	77,5	87	82
30 % uhličitanu sodného	92	103	98

**Kukuřičný škrob má normálně hodnoty:
62 – 72 – 67 °C**

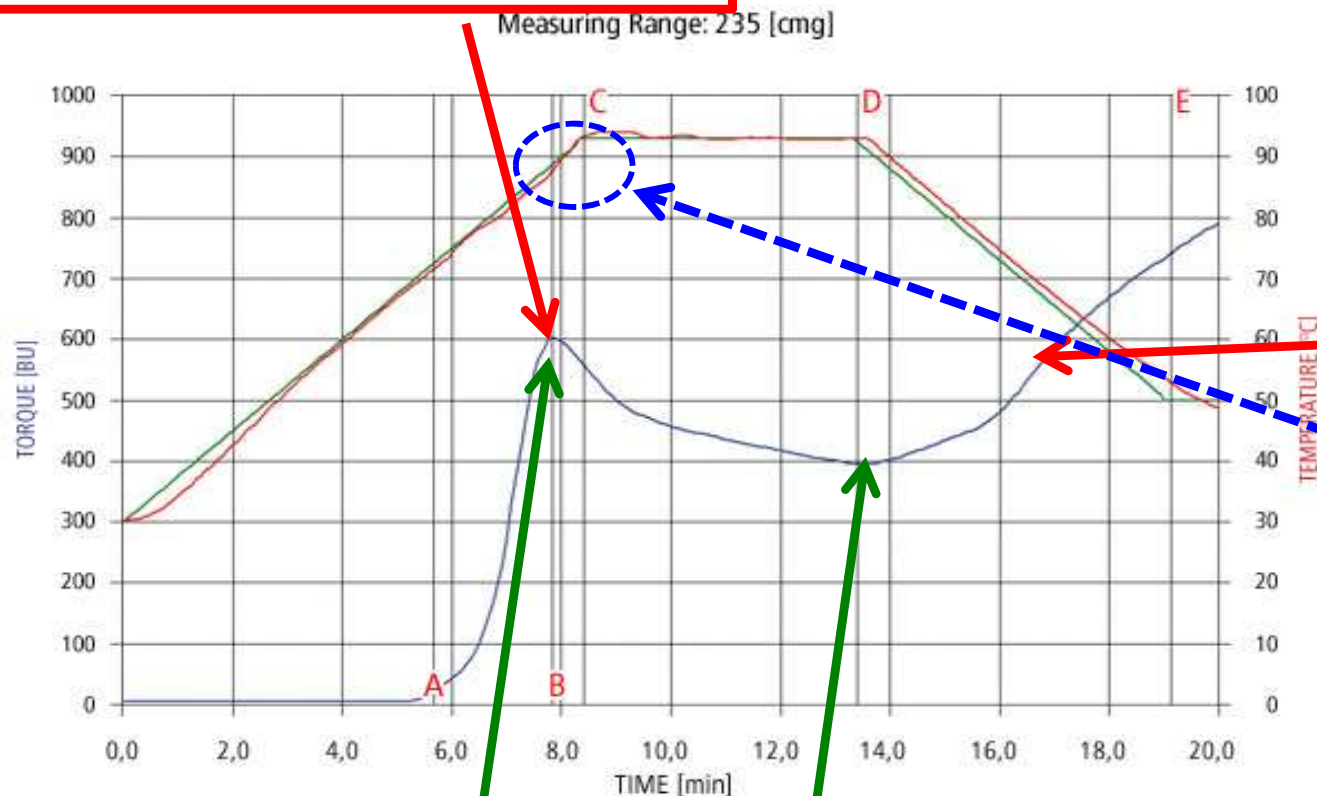
Chování škrobového mazu ve vodě

- **Snižování teploty:** postupné obnovování vodíkových můstků, hlavně u **AMYLÓZY**, **škrob s vysokým podílem AMYLOPEKTINU (VĚTVENÁ MAKROMOLEKULA)** má **menší tendenci k RETROGRADACI**
- **U nízkých koncentrací do cca. 3 %** vypadávání z roztoku ve formě vloček
- **U vyšších koncentrací vznik GELU** s vysokou viskozitou
- Tento proces se nazývá **RETROGRADACE** a lze ho omezit **přídavkem glukózy, tuků, NaNO_3**

Křivky MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě 3

BOD MAZOVATĚNÍ ŠKROBU

RETROGRADACE
= zvyšování
viskozity se
snižující se
teplotou > VZNIK
GELU



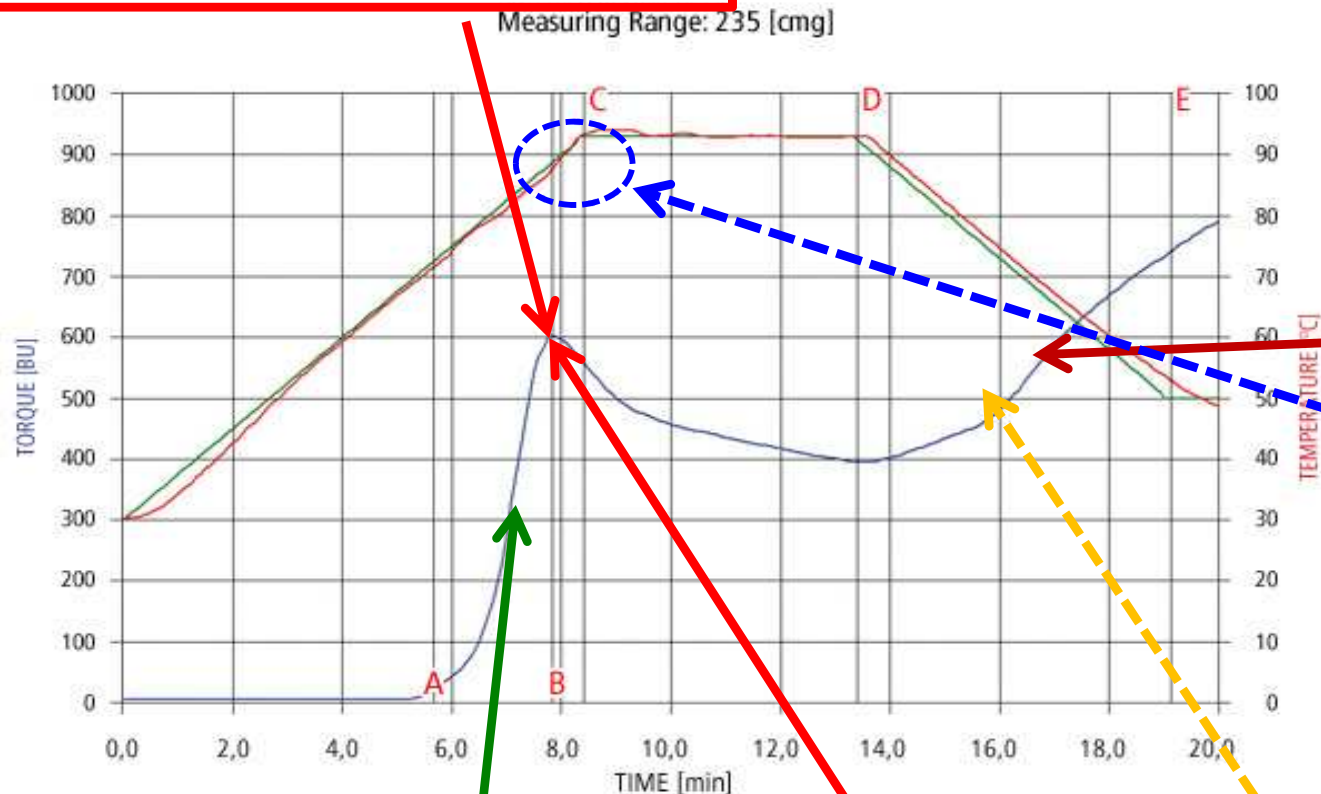
**SETRVAČNOST PŘI
VYPNUTÍ NÁRŮSTU
TEPLoty A
PŘEPNUTÍ NA
KONSTANTNÍ
TEPLoty**

**Všimněte si PRŮBĚHU
TEPLoty MĚŘENÍ a bodů jejich
změn!**

Křivky MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě 4

BOD MAZOVATĚNÍ ŠKROBU

RETROGRADACE
= zvyšování
viskozity se
snižující se
teplotou > VZNIK
GELU



**SETRVAČNOST PŘI
VYPNUTÍ NÁRŮSTU
TEPLOTY A
PŘEPNUTÍ NA
KONSTANTNÍ
TEPLOTU**

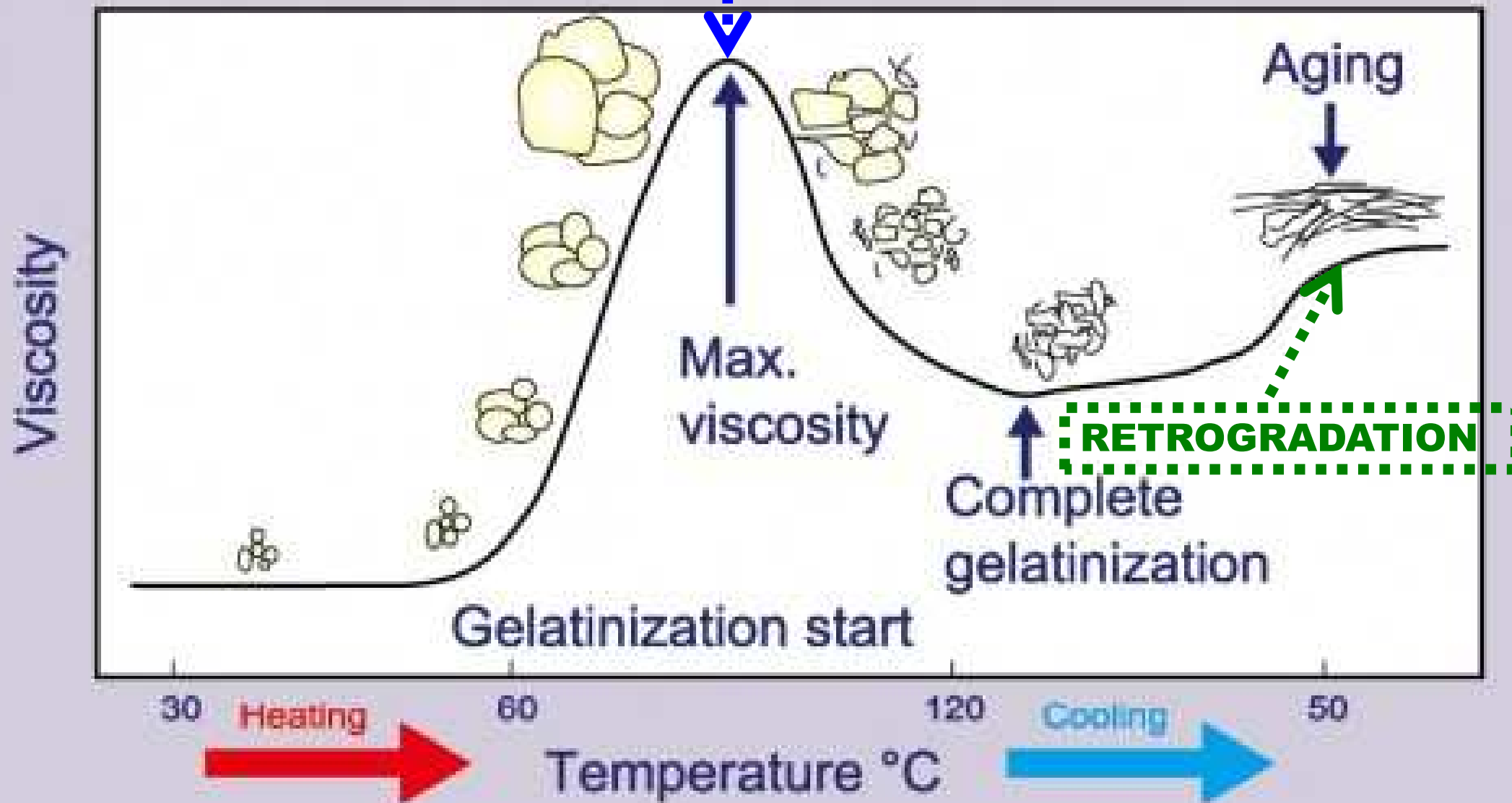
**Postupné rozpouštění
kratších řetězců a
jejich difúze do vody
> ZVYŠOVÁNÍ
VISKOZITY**

**Rozpad vodíkových
můstků mezi řetězci
škrobu a hydratace
celého zrna,
trojrozměrná síť > GEL**

**Uvolňování menších
hydratovaných útvarů >
SOL**

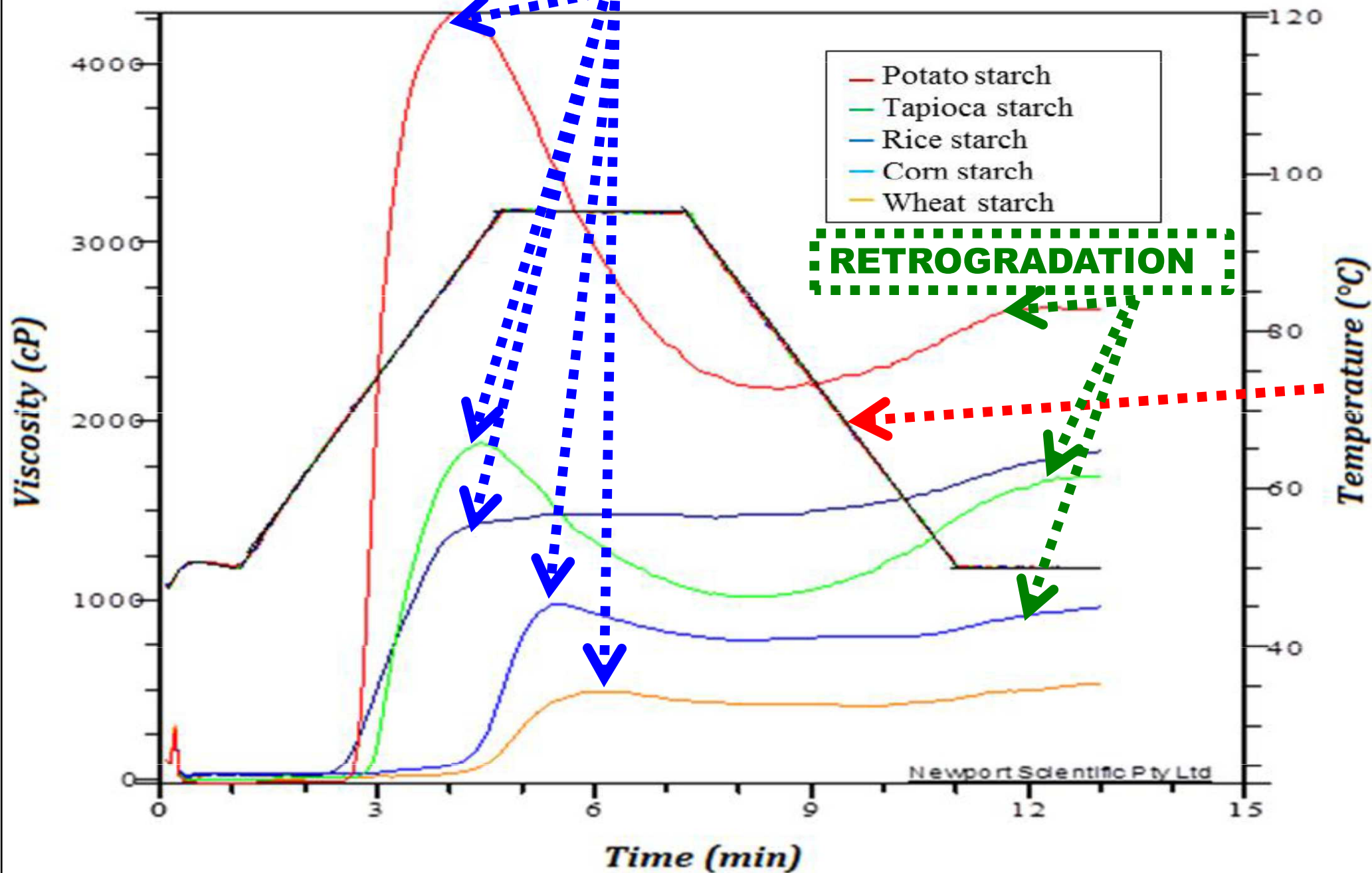
Křivka MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě 5

BOD MAZOVATĚNÍ ŠKROBU

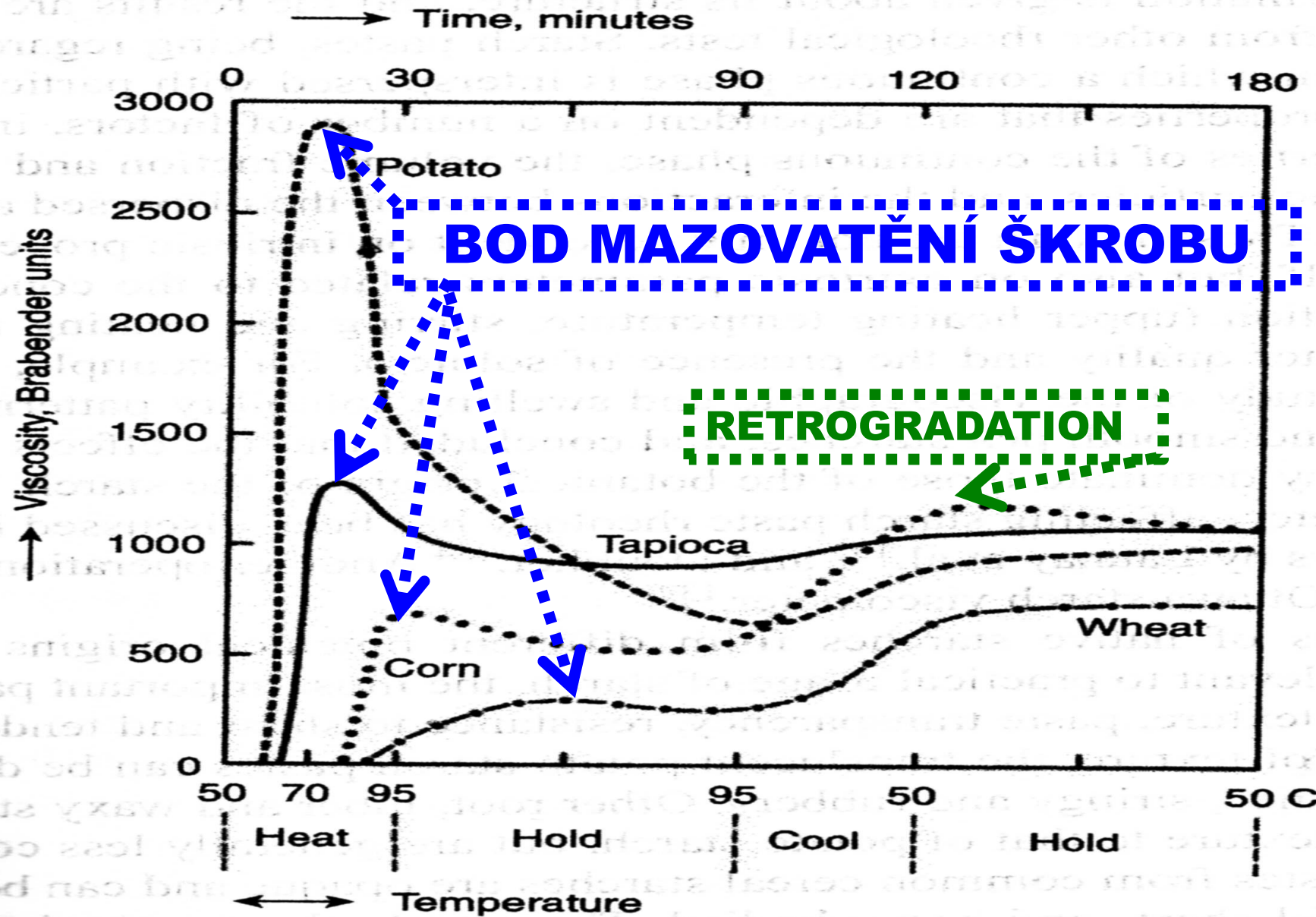


Křivka MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě 6

BOD MAZOVATĚNÍ ŠKROBU



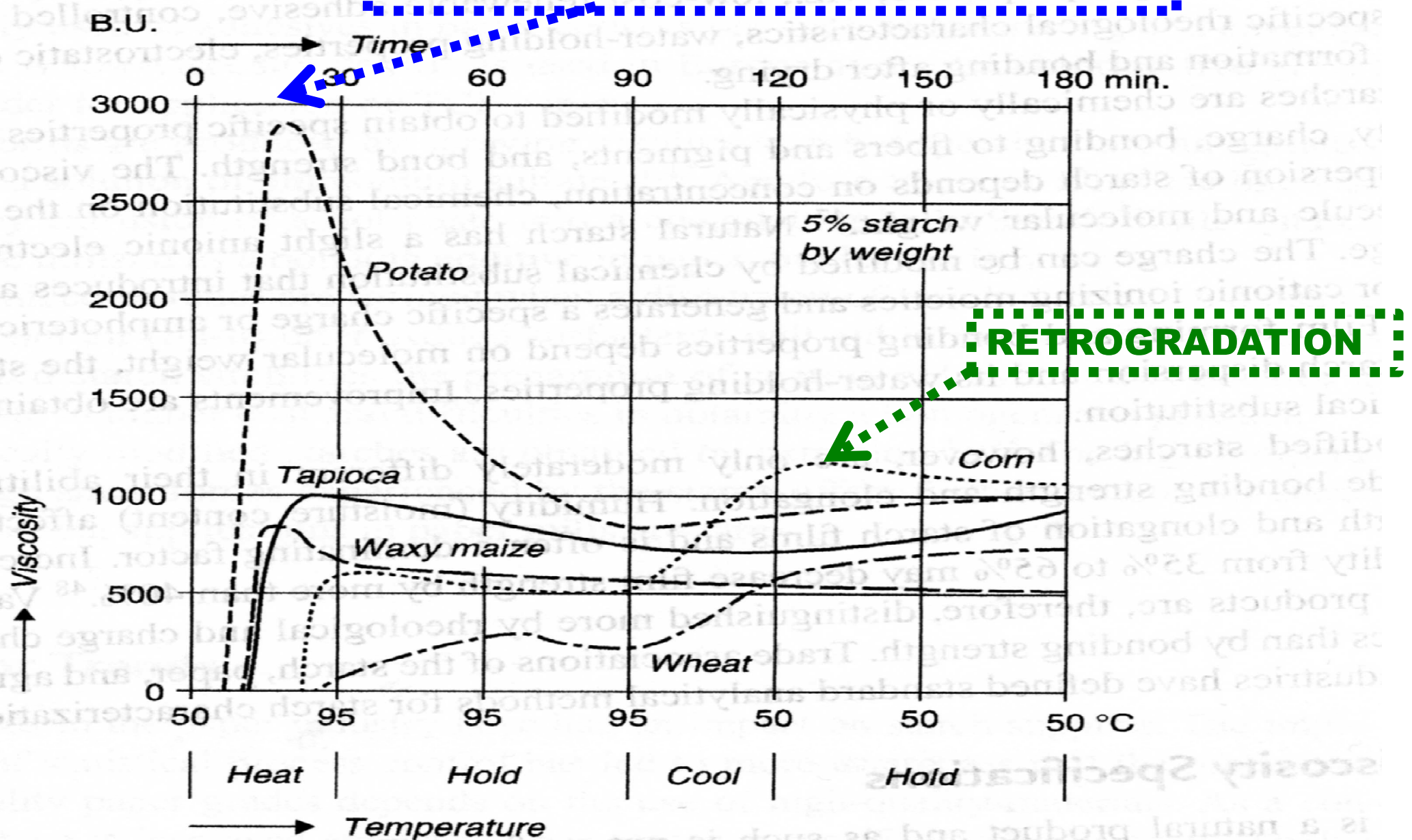
Křivka MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě 7



Typical Brabender viscosity curves of 8% granular suspensions of common starches.¹

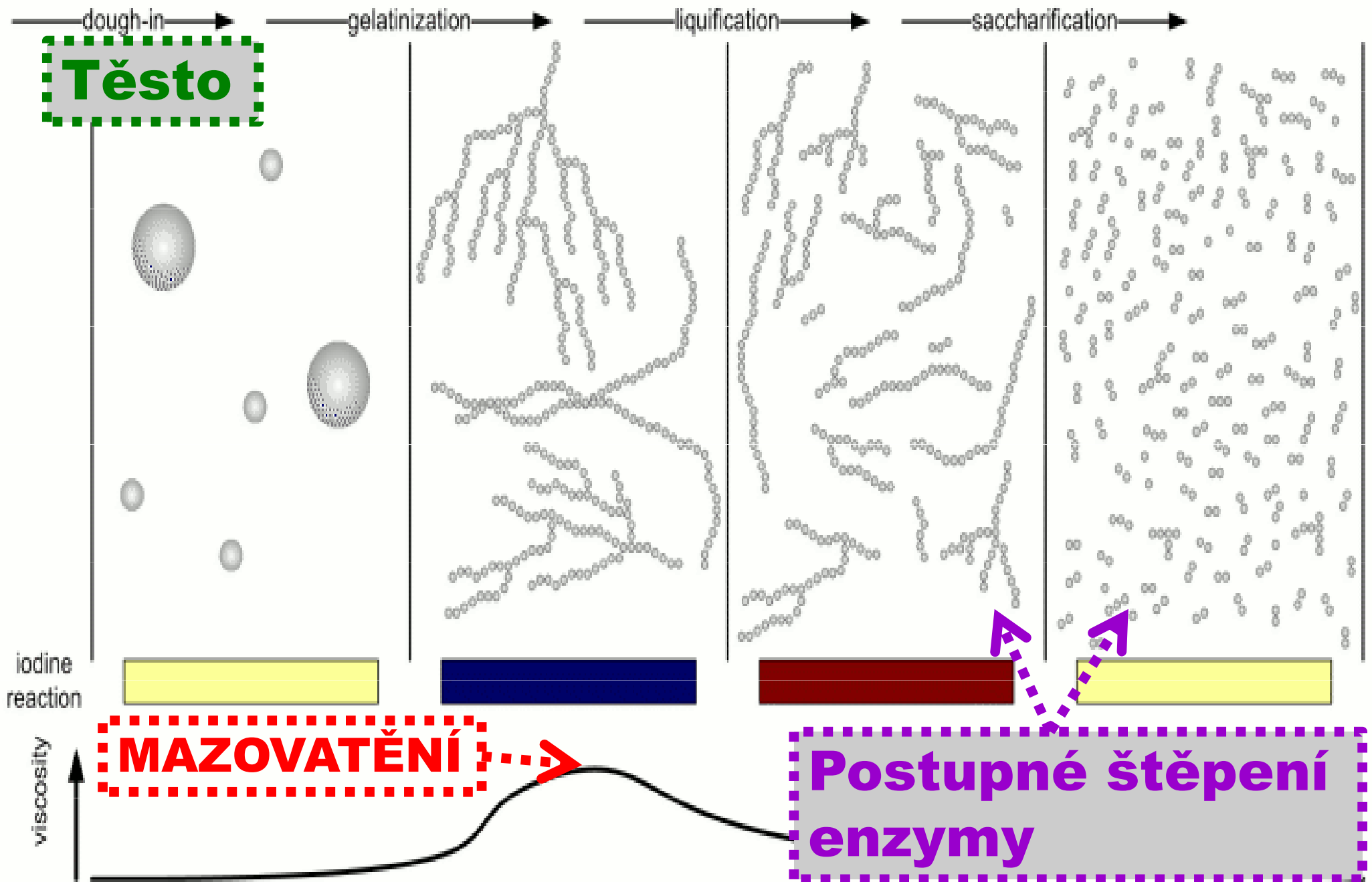
Křivka MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě 8

BOD MAZOVATĚNÍ ŠKROBU



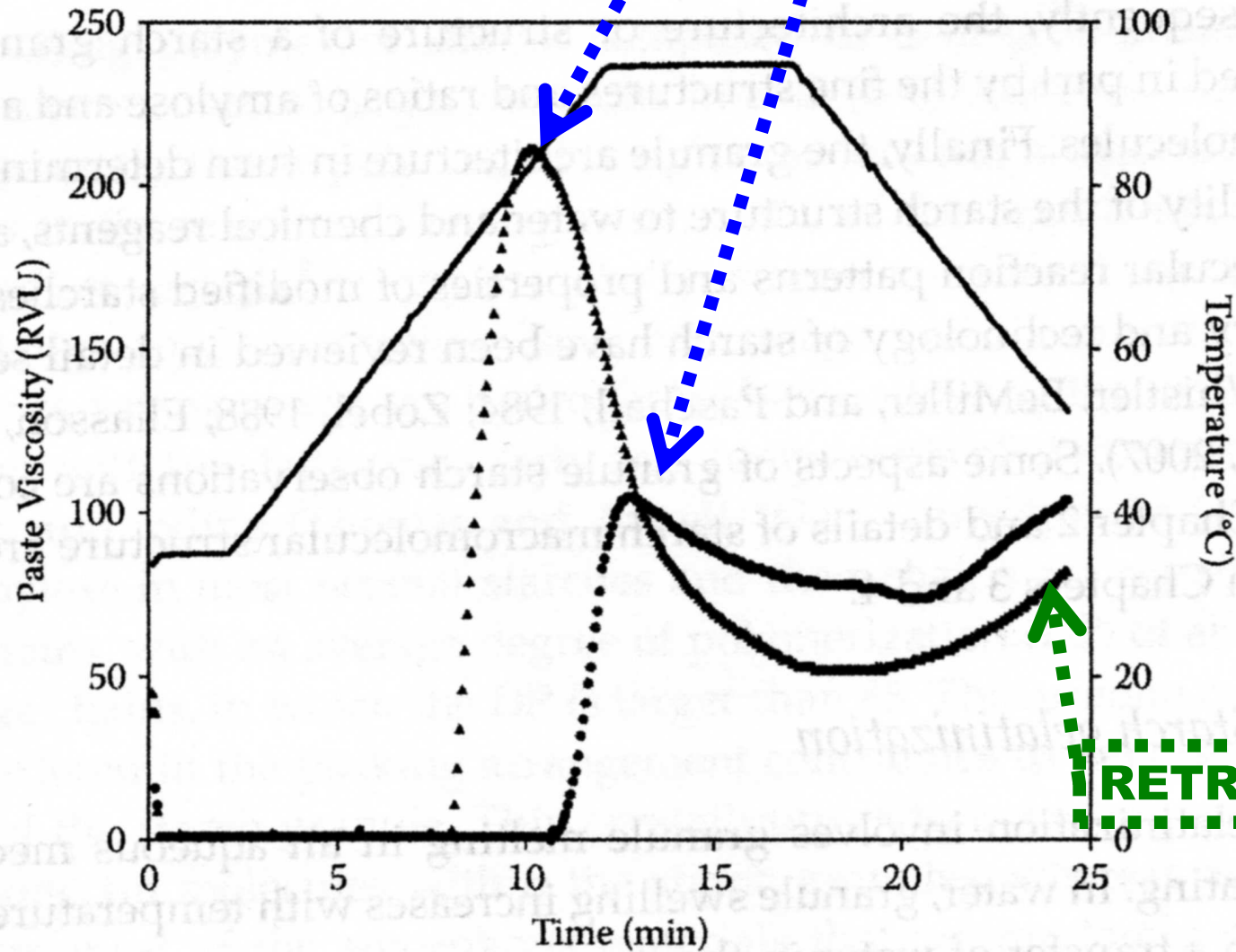
Brabender ViscoAmylograph traces for commercial starches (5% starch by weight in water).

MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě 9



Křivka MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě 11

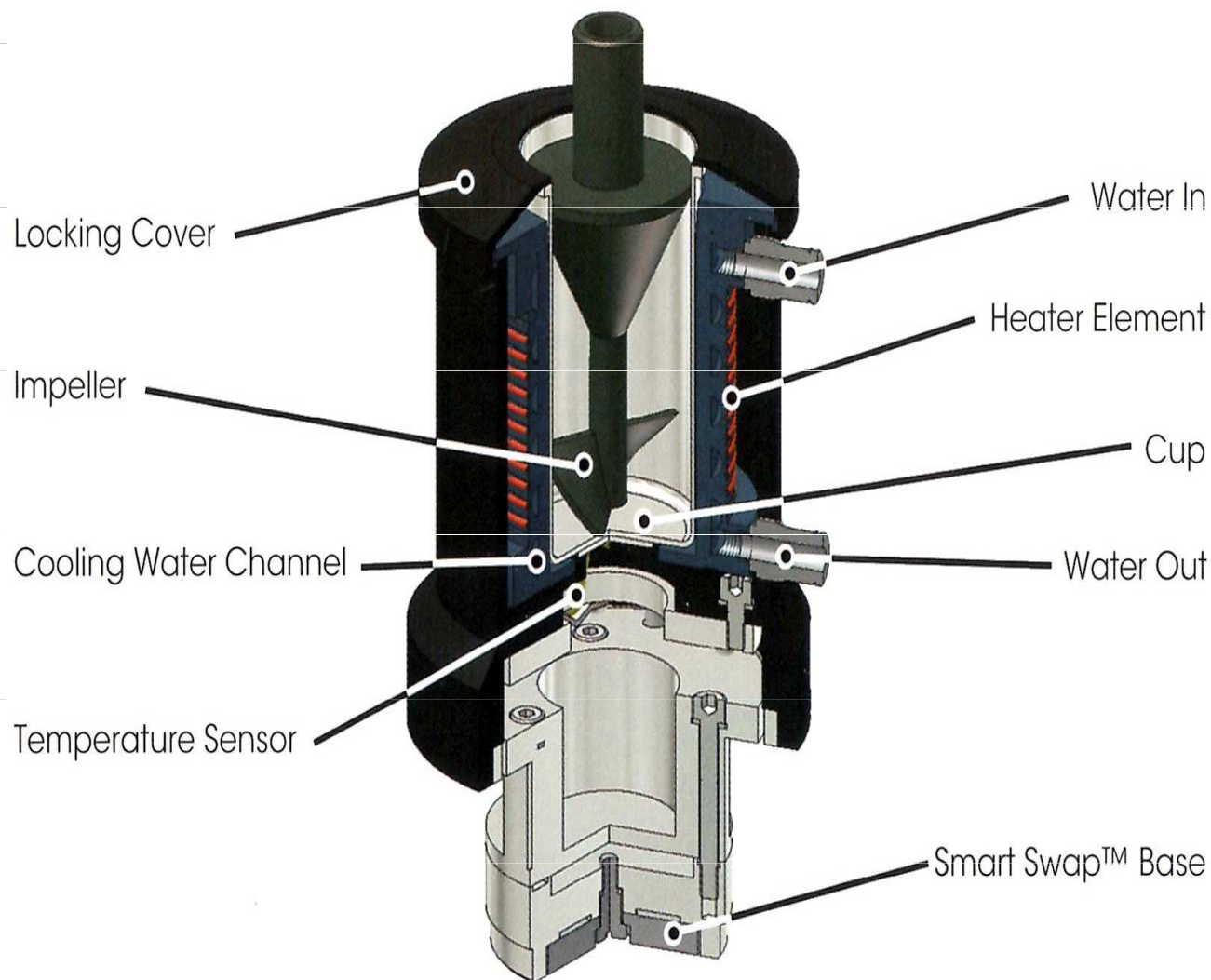
BOD MAZOVATĚNÍ ŠKROBU



RETROGRADATION

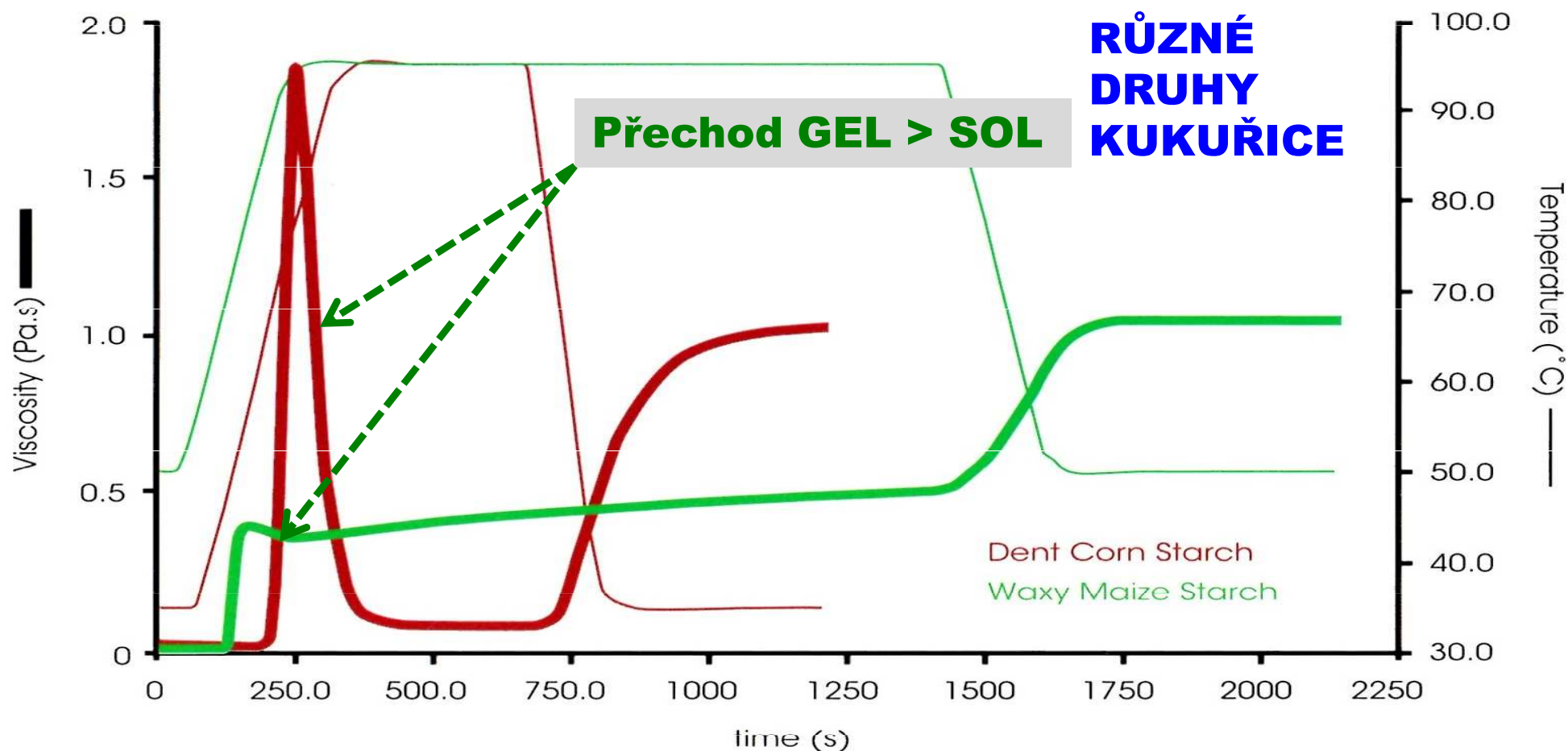
Figure 1.2 Pasting profiles of cassava (▲) and corn (●) starches, under temperature (-) changes.

Jiný typ viskozimetru na měření bodu mazovatění škrobu 1



Jiný typ viskozimetru na měření bodu mazovatění škrobu 2

Two Scans each of Dent Corn and Waxy Maize Starch



VISKOZITA UDÁNA V JEDNOTKÁCH SI!

19.10.2021

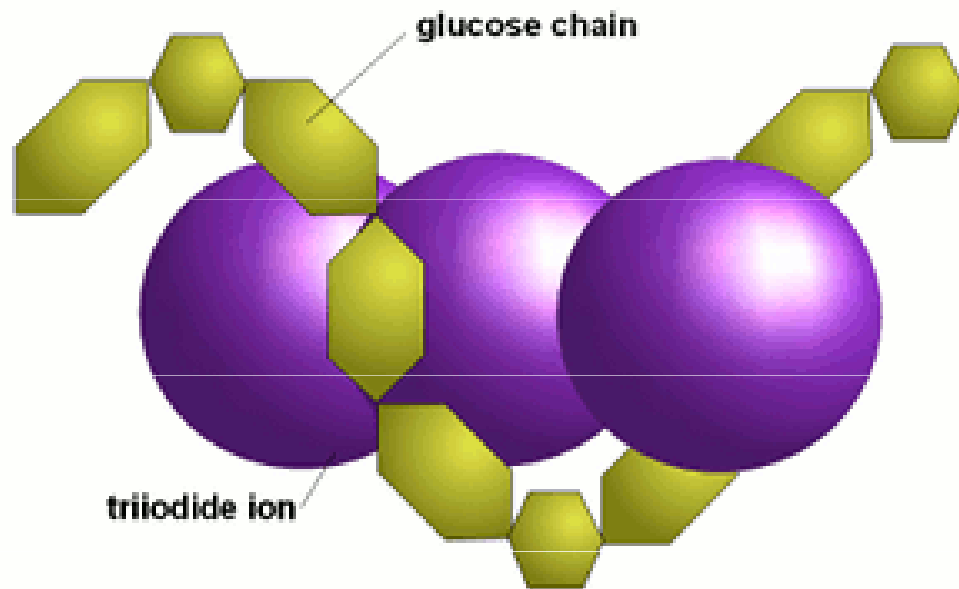
PŘÍRODNÍ POLYMERY polysacharidy škrob PŘF MU 6 2021

77

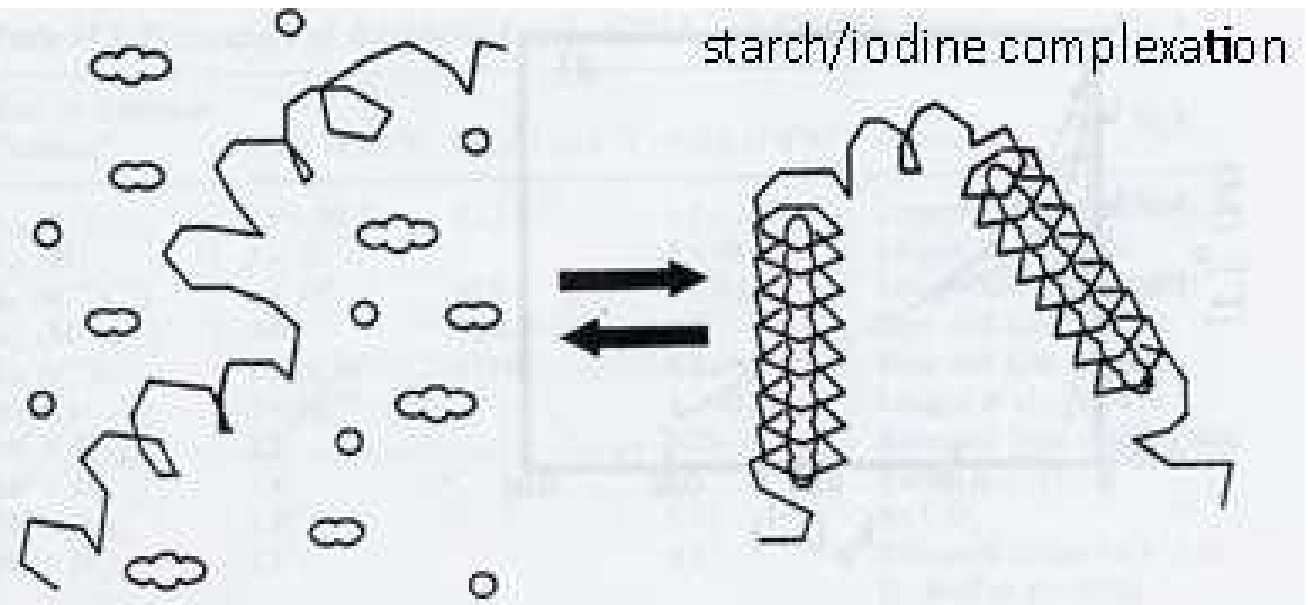
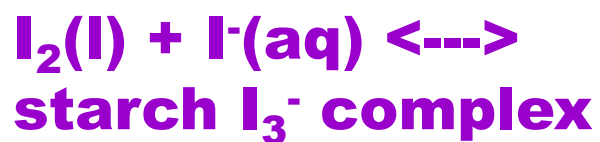
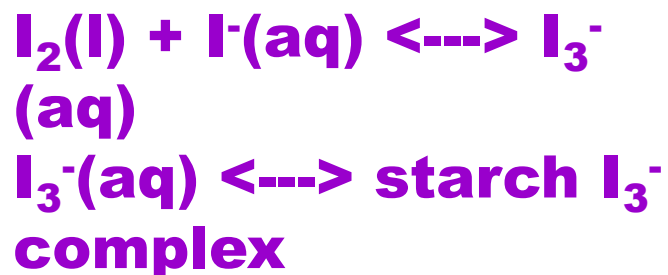
Princip barevné reakce roztoku škrobu s jódem

- **AMYLÓZA**
- **Helixová struktura částečně zachovaná v klubcích makromolekuly**
- **Interakce I_3^{-1} a/nebo I_5^{-1} s touto strukturou**
- **„Charge transfer complex“**
- **Změna barvy jódu na tmavě modrou**
- **Využití při jodometrických titracích**

Barevná reakce škrobu 1

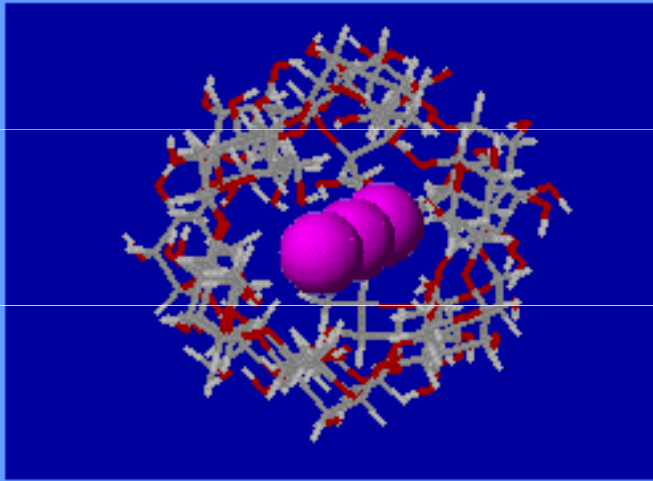
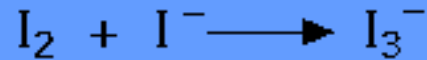


Nad 70 °C zbarvení mizí > škrobový maz je nutno ochladit (nejlépe na pokojovou teplotu), aby se reakce barevně projevila



Barevná reakce škrobu 2

Starch - Iodine Complex

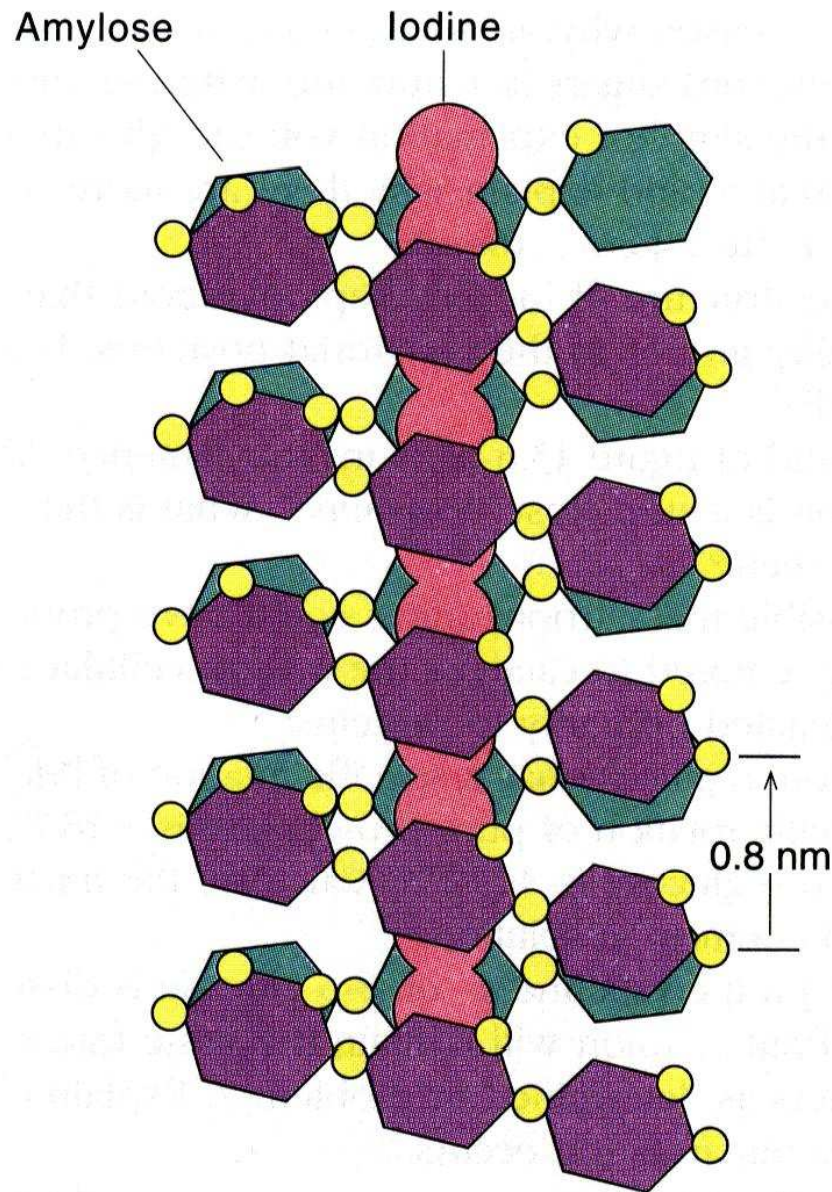


Iodine slides into starch coil
to give a blue-black color

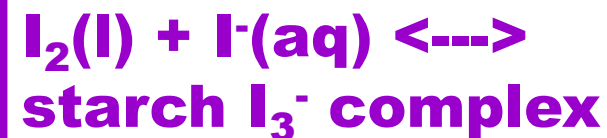
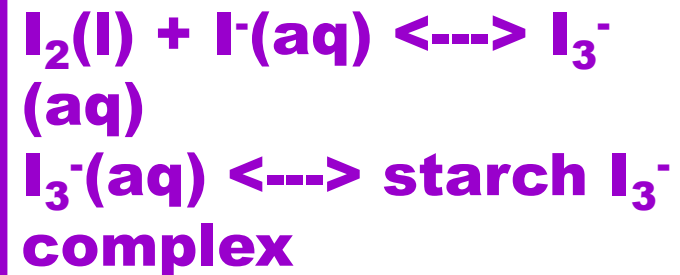
C. Ophardt, c. 2003

Amylose in starch is responsible for the formation of a DEEP BLUE COLOR in the presence of iodine. The iodine molecule slips inside of the amylose coil. Iodine - **KI Reagent:** iodine is not very soluble in water, therefore the iodine reagent is made by dissolving iodine in water in the presence of **potassium iodide.** This makes a linear triiodide ion complex with is soluble that slips into the coil of the starch causing an intense blue-black color.

Barevná reakce škrobu 3



Nad 70 °C zbarvení mizí > škrobový maz je nutno ochladit (nejlépe na pokojovou teplotu), aby se reakce barevně projevila



Barevná reakce škrobu v analytické chemii

- Důkaz škrobu v potravinách a rostlinném materiálu
- ***Důkaz jodu***

Jodometrická titrace

1. The **triiodide** ion solution is then titrated against standard **thiosulfate** solution to give iodide again using **starch** indicator:
2. $\underline{\text{I}_3^-} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons 3 \text{I}^-$ ($E^\circ = + 0.5355 \text{ V}$) Together with reduction potential of thiosulfate:^[1]
3. $\underline{\text{S}_4\text{O}_6^{2-}} + 2 \text{e}^- \rightleftharpoons 2 \underline{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}}$ ($E^\circ = + 0.08 \text{ V}$)

The overall reaction is thus:

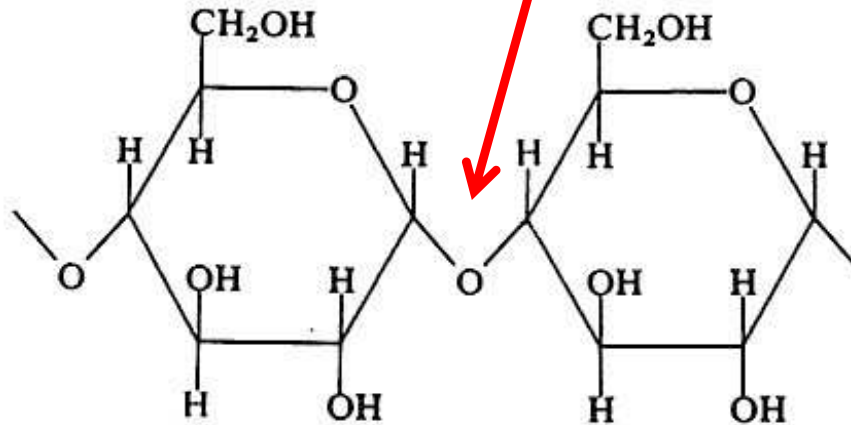
- $\underline{\text{I}_3^-} + 2 \underline{\text{S}_2\text{O}_3^{2-}} \rightarrow \underline{\text{S}_4\text{O}_6^{2-}} + 3 \text{I}^-$ ($E^\circ = + 0.4555 \text{ V}$) For simplicity, the equations will usually be written in terms of aqueous molecular iodine rather than the triiodide ion, as the iodide ion did not participate in the reaction in terms of mole ratio analysis.

Proč modifikujeme škrob

- **Vysoká viskozita i při nízkých koncentracích**
- **Nízká dispergovatelnost a rozpustnost škrobových zrn**
- **Silná tendence vytvářet tuhý, trojrozměrně provázaný gel (někdy je toto ale výhodné > PUDINK)**

AMYLÓZA & AMYLOPEKTIN

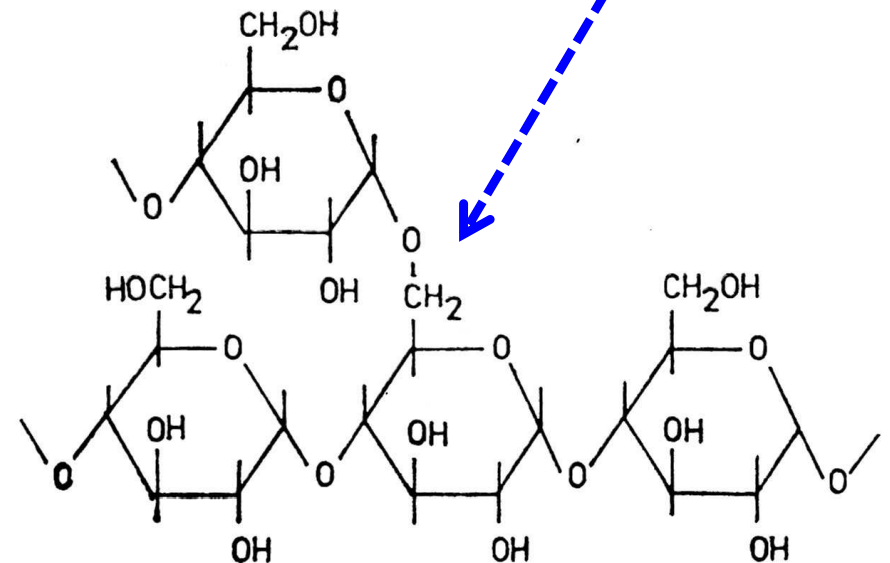
HLAVNÍ ŘETĚZEC



poly(1 → 4)- α -D-glukopyranosa (amylosa)

**KDE JSOU
POTENCIÁLNÍ
REAKČNÍ CENTRA V
TĚCHTO
MAKROMOLEKULÁCH**

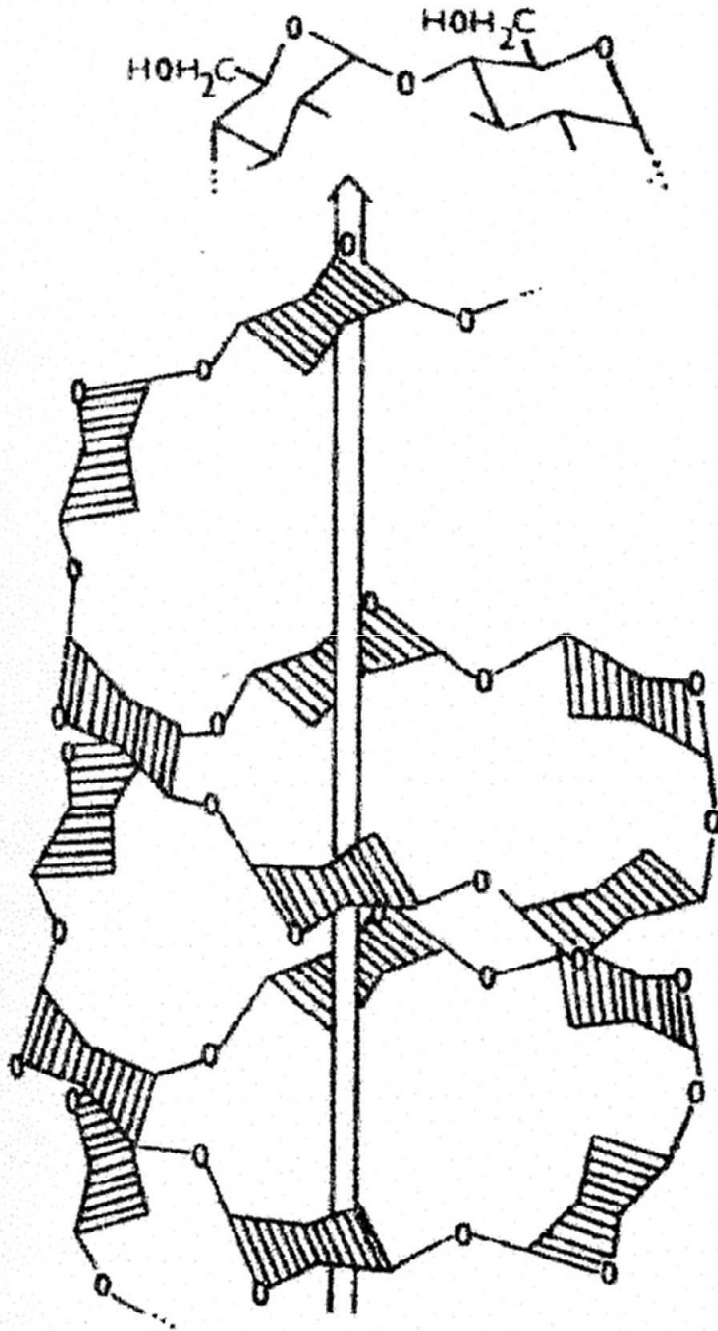
VĚTVENÍ



(1 → 6)- α -D-glukopyranosyl-D-glukosy

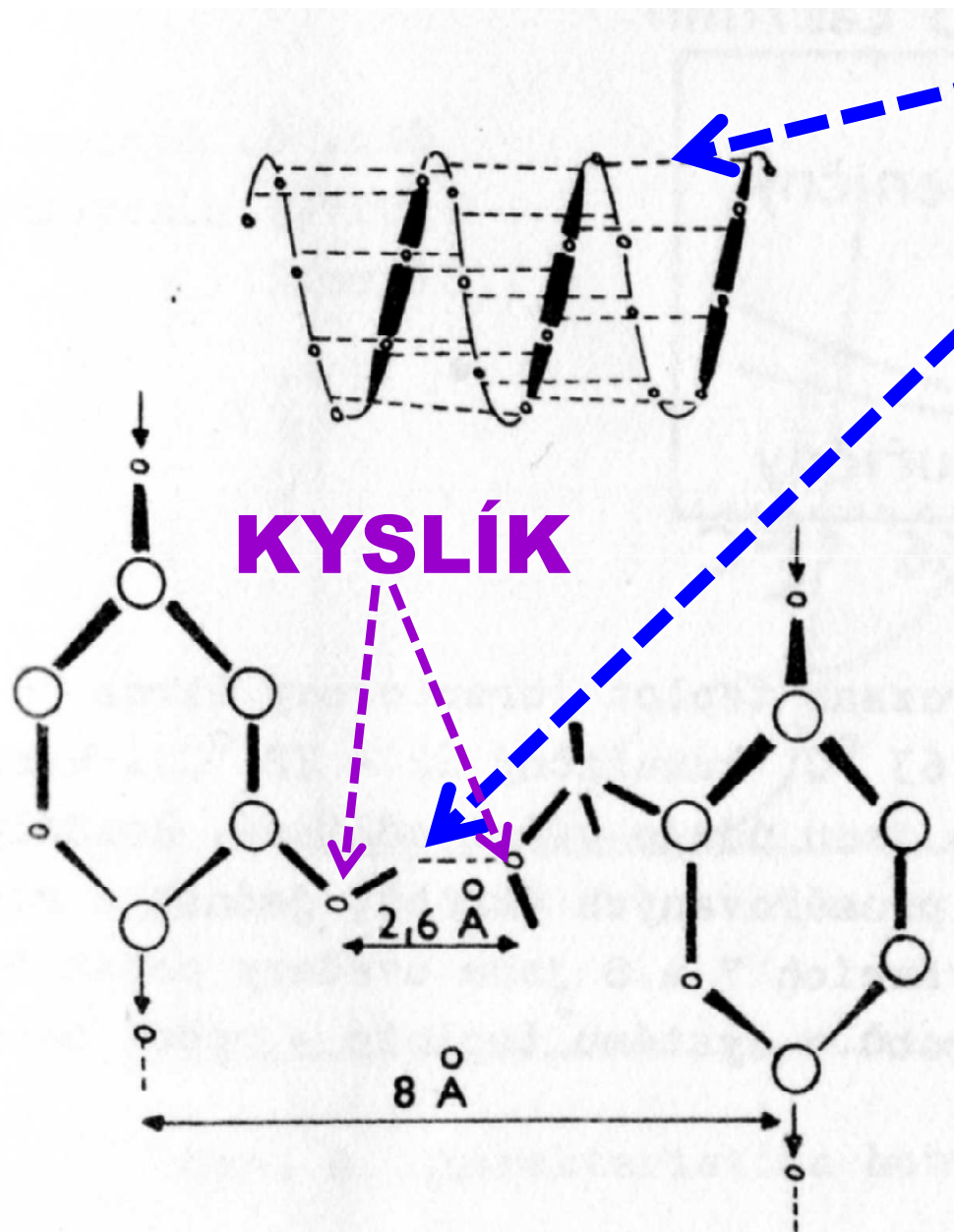
AMYLOSA

- Vytváří ŠROUBOVICI neboli HELIX
- Šest jednotek GLUKOSY na jednu otočku (závit)
- Vazba 1 → 4 přes -OH
- 300 – 1000 jednotek v makromolekule

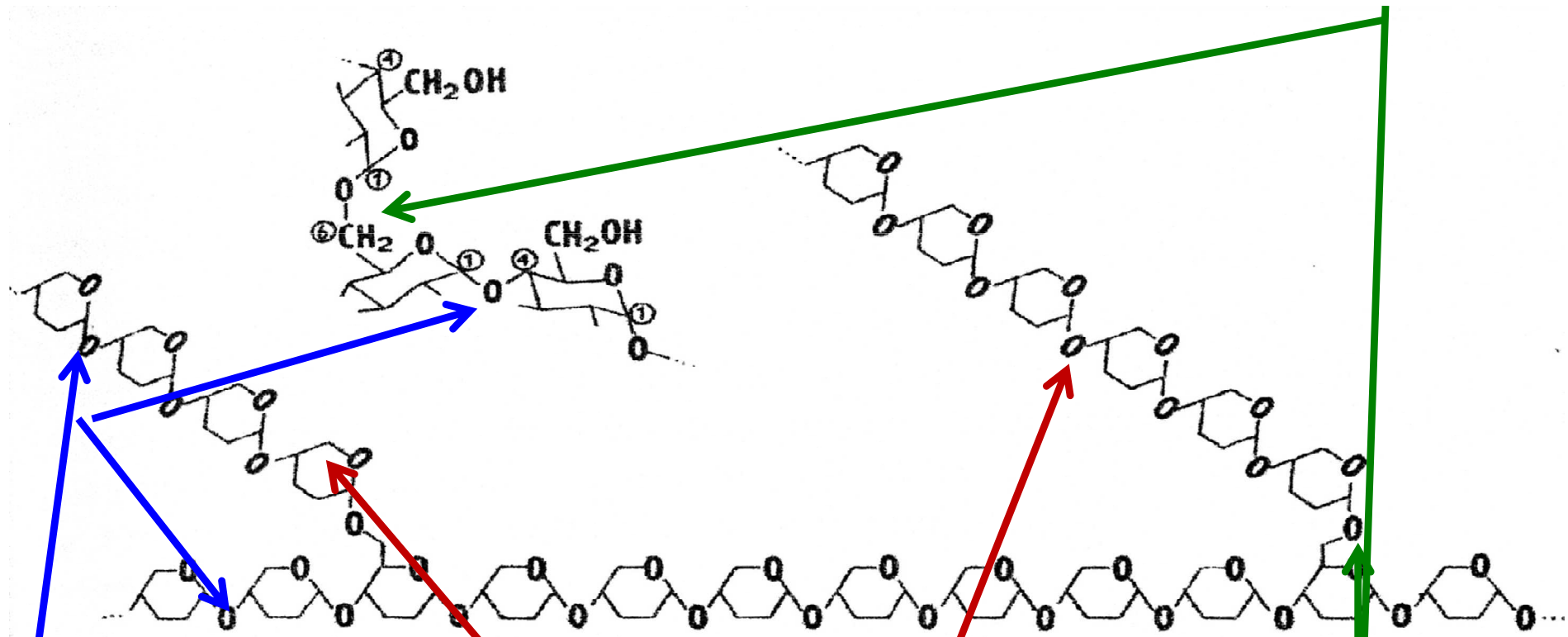


AMYLOSA

INTRAMOLEKULÁRNÍ VODÍKOVÉ MŮSTKY



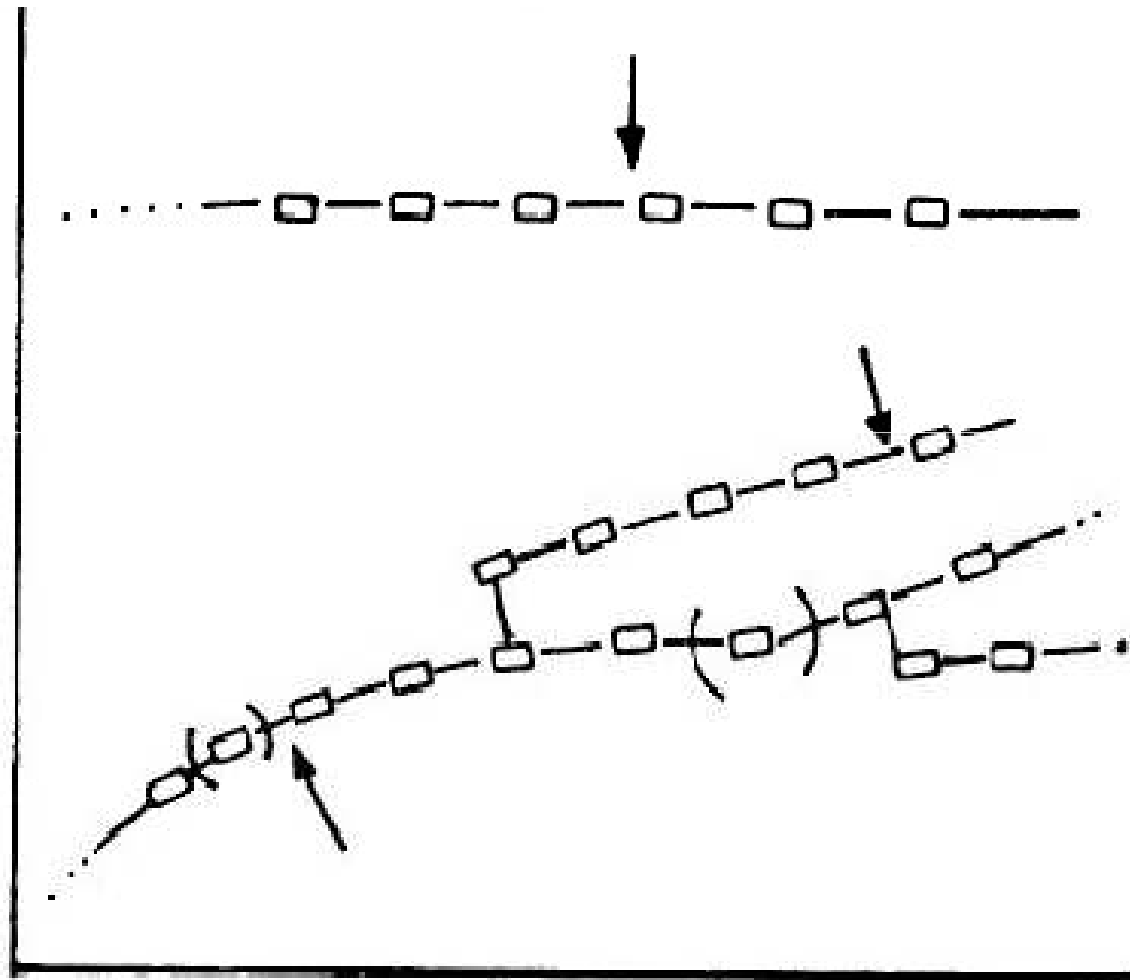
Tyto MŮSTKY jdou přes – OH skupiny, ne přes molekuly vody. **Voda** dělá můstky MŮSTKY hlavně mezi makromolekulami amylózy, ale nejen tam (zapojí se i **AMYLOPEKTIN**).



AMYLOPEKTIN

- **NEVYTVÁŘÍ ŠROUBOVICI neboli HELIX**
- **Vazba 1 → 6 přes -OH a přes - CH₂OH v místě rozvětvení**
- **Vazba 1 → 4 přes -OH v hlavním i bočních řetězcích**
- **15 - 25 jednotek ve větvích**

Postupy ENZYMATICKÉ modifikace škrobu



**PRUDKÝ
POKLES
VISKOZITY
ROZTOKU
(MAZU)**

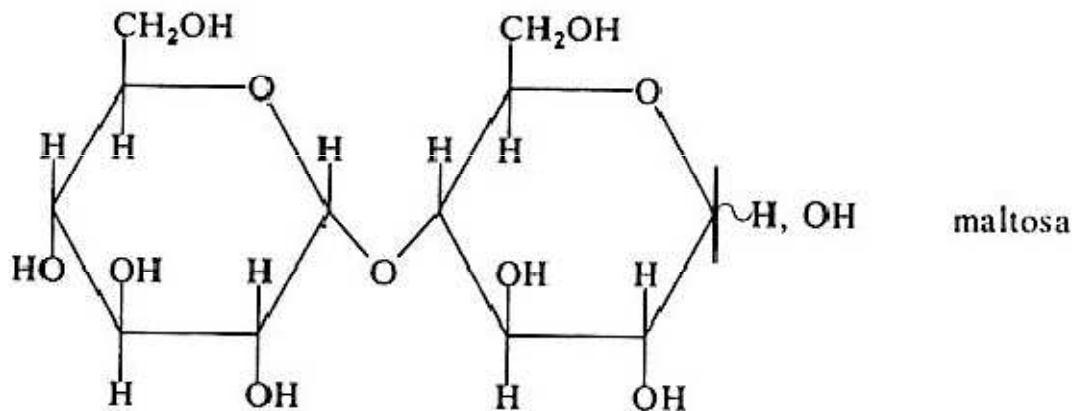
Obr. 13. Štěpení škrobu

amylázou

ENZYM

Postupy ENZYMATICKÉ modifikace škrobu

Štěpení na **MALTÓZU** enzymy α a β **AMYLÓZAMI**

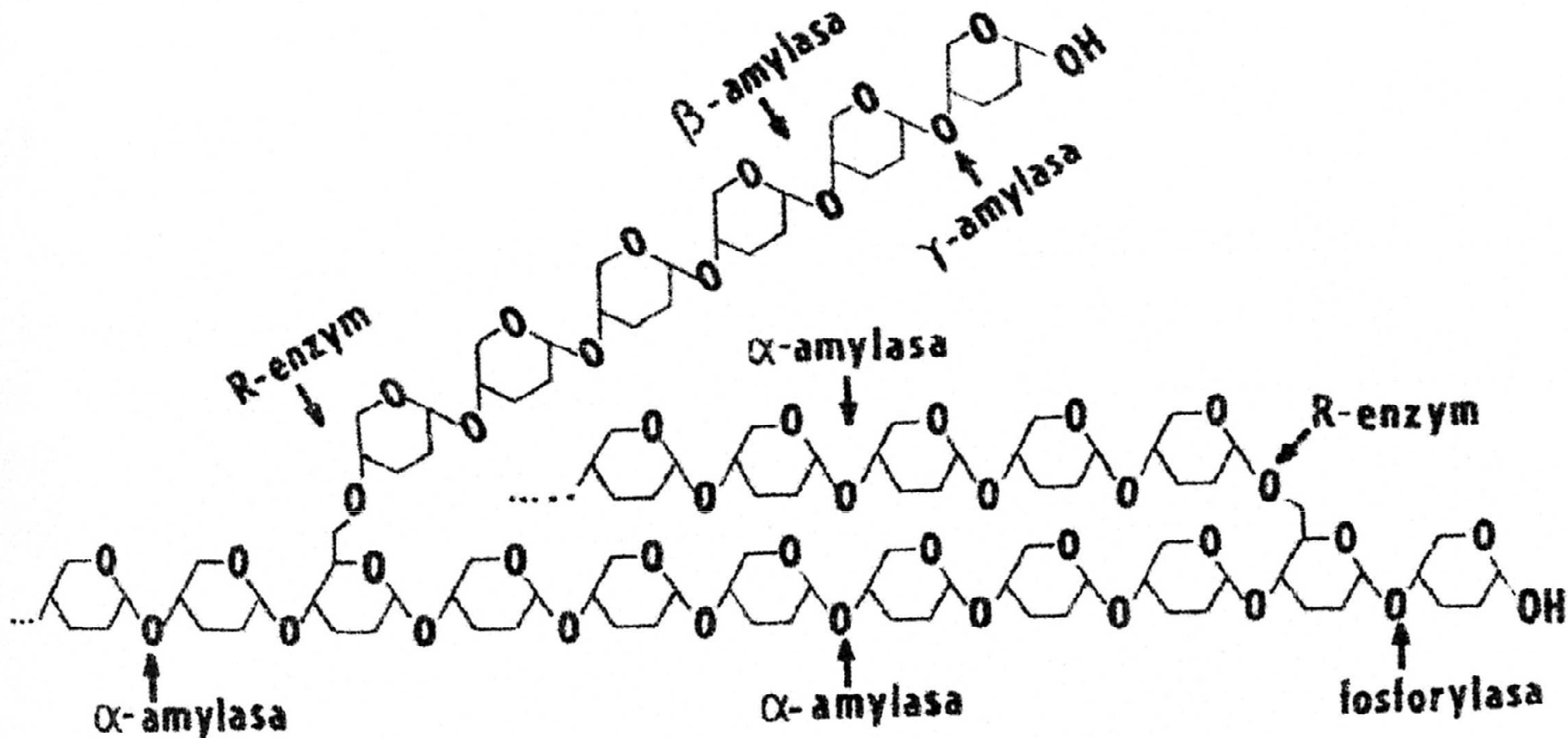


MALTÓZU lze dále rozštěpit
enzymem **MALTÁZOU** na
GLUKÓZU

Podle stupně
konverze
dělíme

produkty na:

1. **Kapalné
sirupy**
2. **Sušené
nebo
zahuštěné
sirupy**
3. **Glukózu**



Obr. 5.3

Schema štěpení amylosy a amylopektinu jednotlivými enzymy

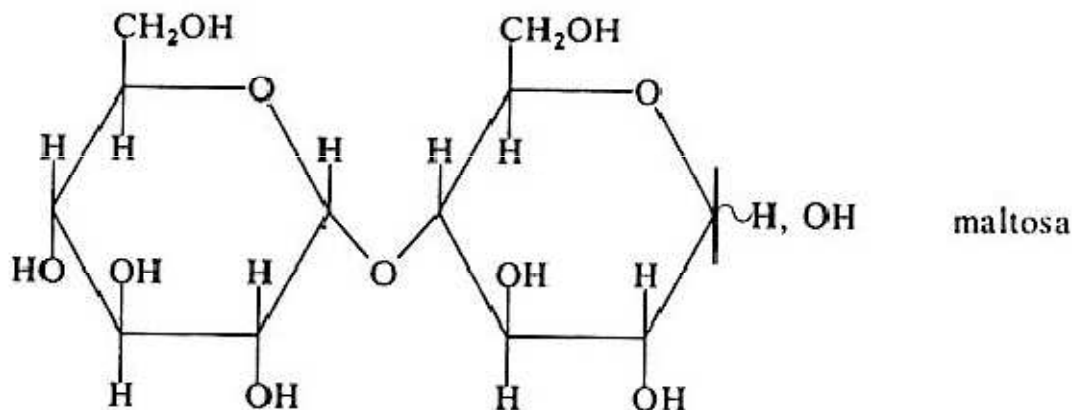
Postupy **HYDROLYTICKÉ** modifikace škrobu

Katalýza pomocí HCl nebo H₂SO₄ s
neutralizací na konci procesu

Podle stupně
konverze
dělíme

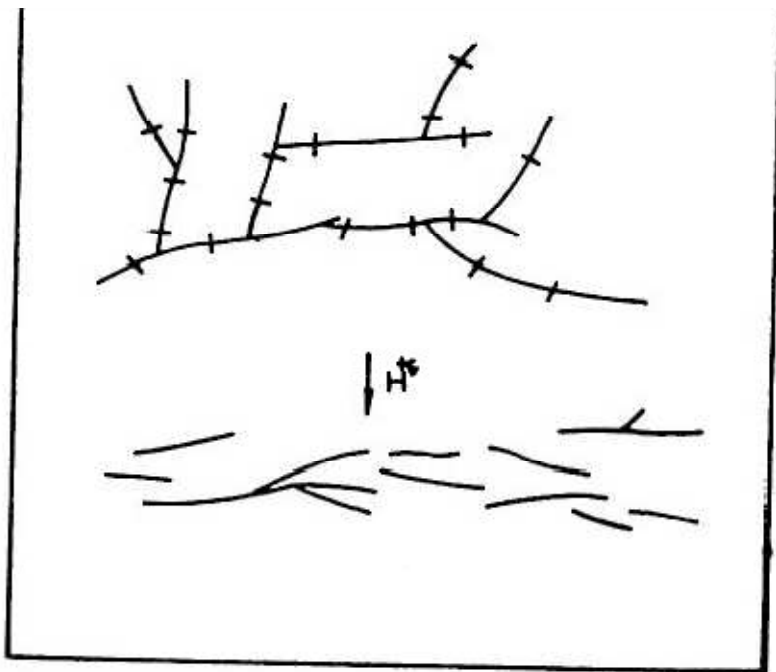
produkty na:

1. **Kapalné
sirupy**
2. **Sušené
nebo
zahuštěné
sirupy**
3. **Glukózu**



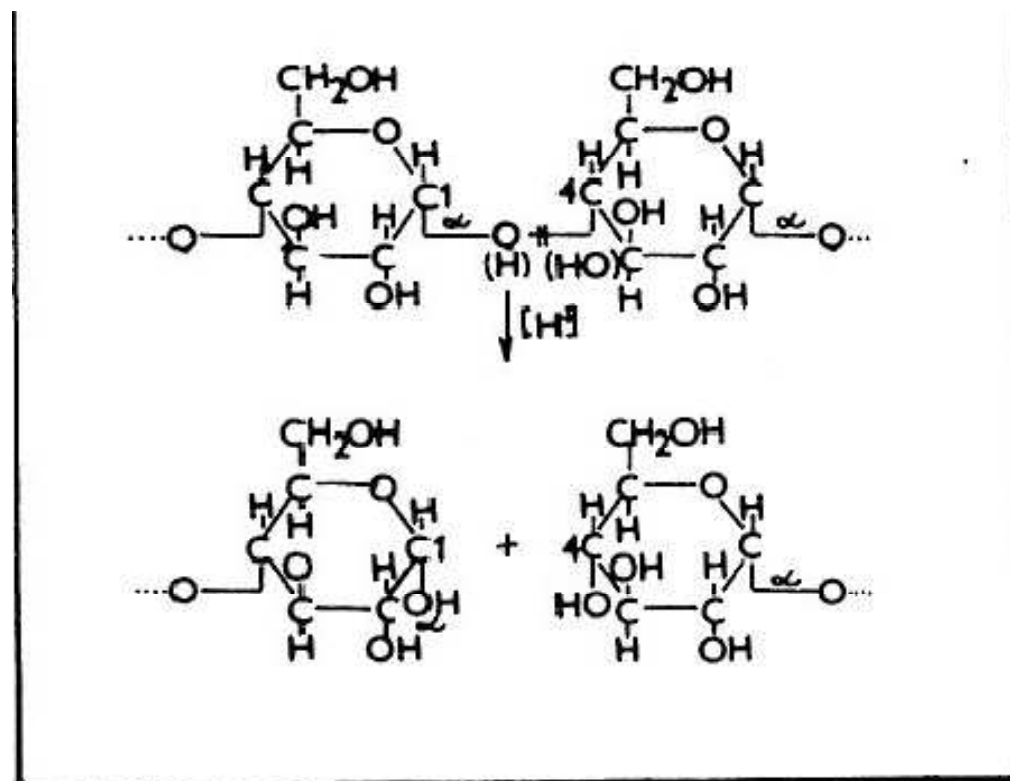
Lze kombinovat s
enzymatickým procesem a
dostat se na **GLUKÓZU**

Postupy **HYDROLYTICKÉ** modifikace škrobu



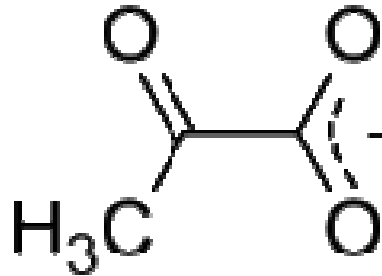
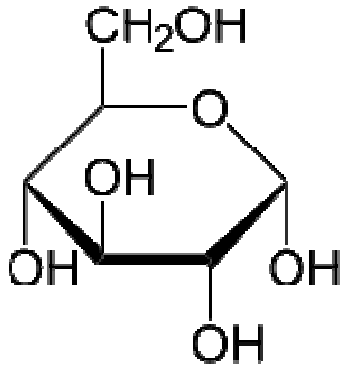
Obr. 12. Štěpení amylopektinu chemickou katalýzou

Nejsou informace o tom, zda proces probíhá náhodně či zda je některé místo v řetězci při hydrolýze preferováno

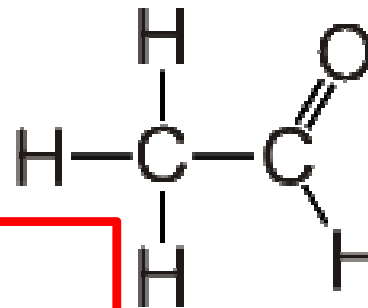


Obr. 11. Štěpení škrobu protonovou katalýzou

ENZYMATICKÉ VYUŽITÍ GLUKÓZY



Pyruvát konjugovaná báze
od kyseliny pyrohroznové



Vodka (RUSKY)

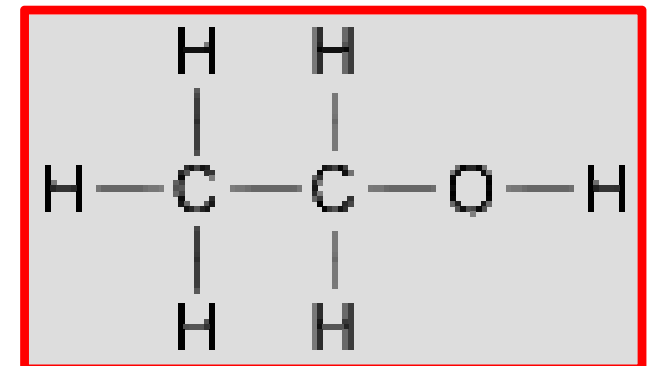
Gorilka (UKRAJINSKY)

Schnaps (NĚMECKY)

Prostějovská starorežná (ŽITNÁ)

Whisky (ANGLICKY)

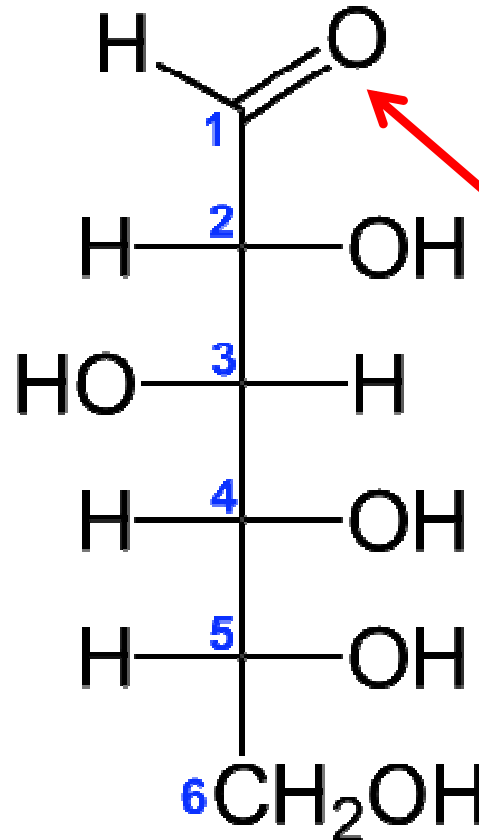
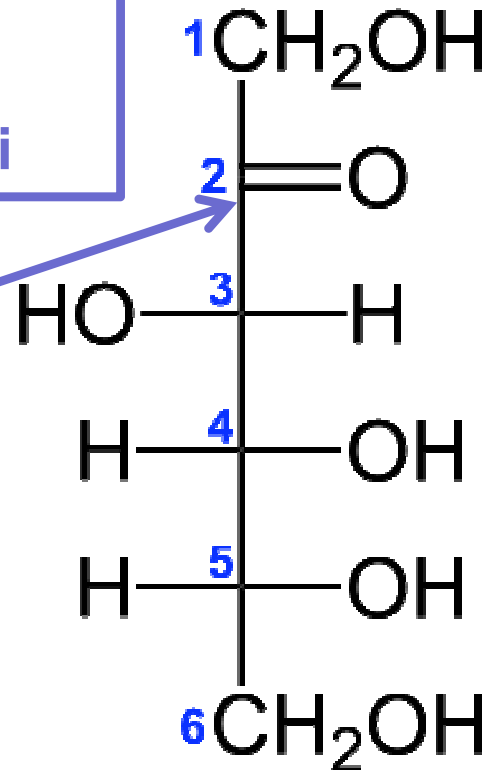
Bramborový líh > TUZEMSKÝ RUM



ENZYMATICKÁ (Xylose isomerase) izomerizace **GLUKÓZY** na **FRUKTÓZU**

Fruktóza je asi o
1/5 sladší než
GLUKÓZA
Vyskytuje se
hlavně v ovoci

FRUKTÓZU
(KETÓZA)

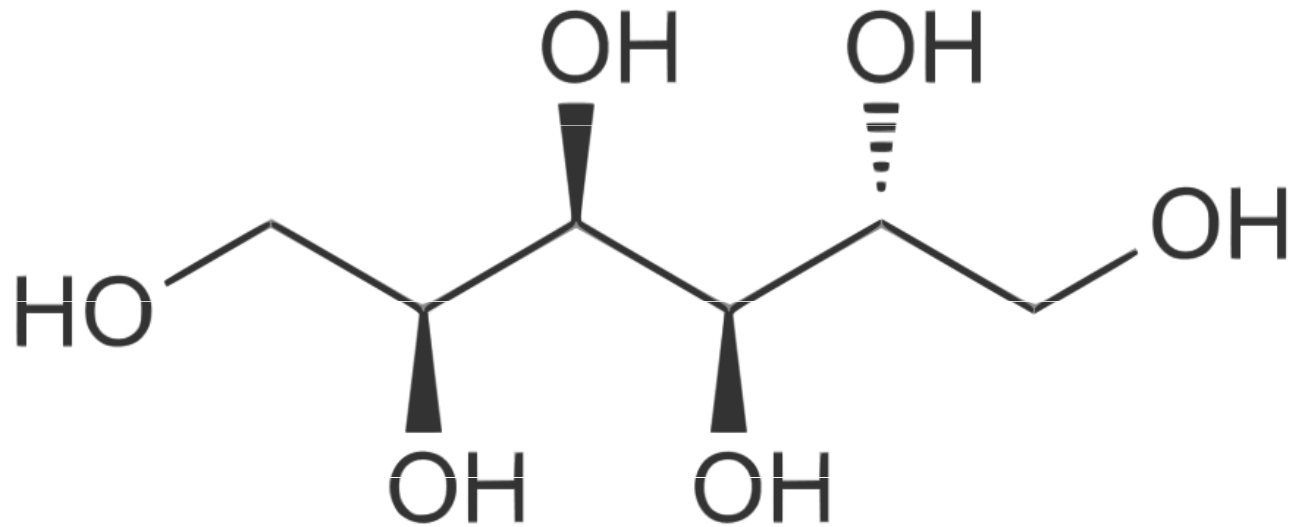


GLUKÓZY
(ALDÓZA)

D-xylose aldose-ketose-isomerase

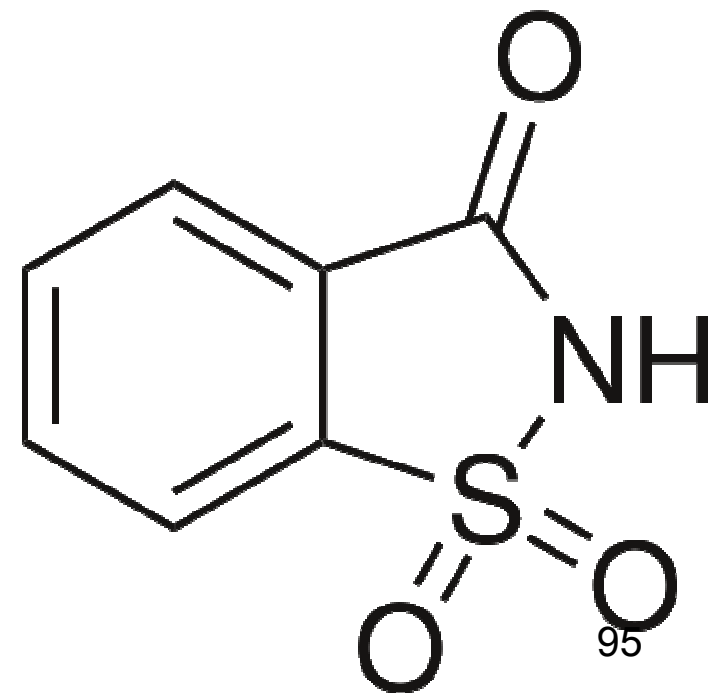
Sorbitol **NENÍ** sacharin!

Sorbitol



Ani jedna z těchto látek **NENÍ** klasifikována jako **RAKOVINOTVORNÁ**

Sacharin



OBEČNÉ ROZDĚLENÍ REAKCÍ POLYMERŮ

- **POLYMERANALOGICKÉ**
 - Nedochází ZÁMĚRNĚ ke štěpení hlavního řetězce
- **DESTRUKČNÍ**
 - Dochází ZÁMĚRNĚ ke štěpení hlavního řetězce

**U POLYSACHARIDŮ jsou
obvyklé oba typy reakcí**

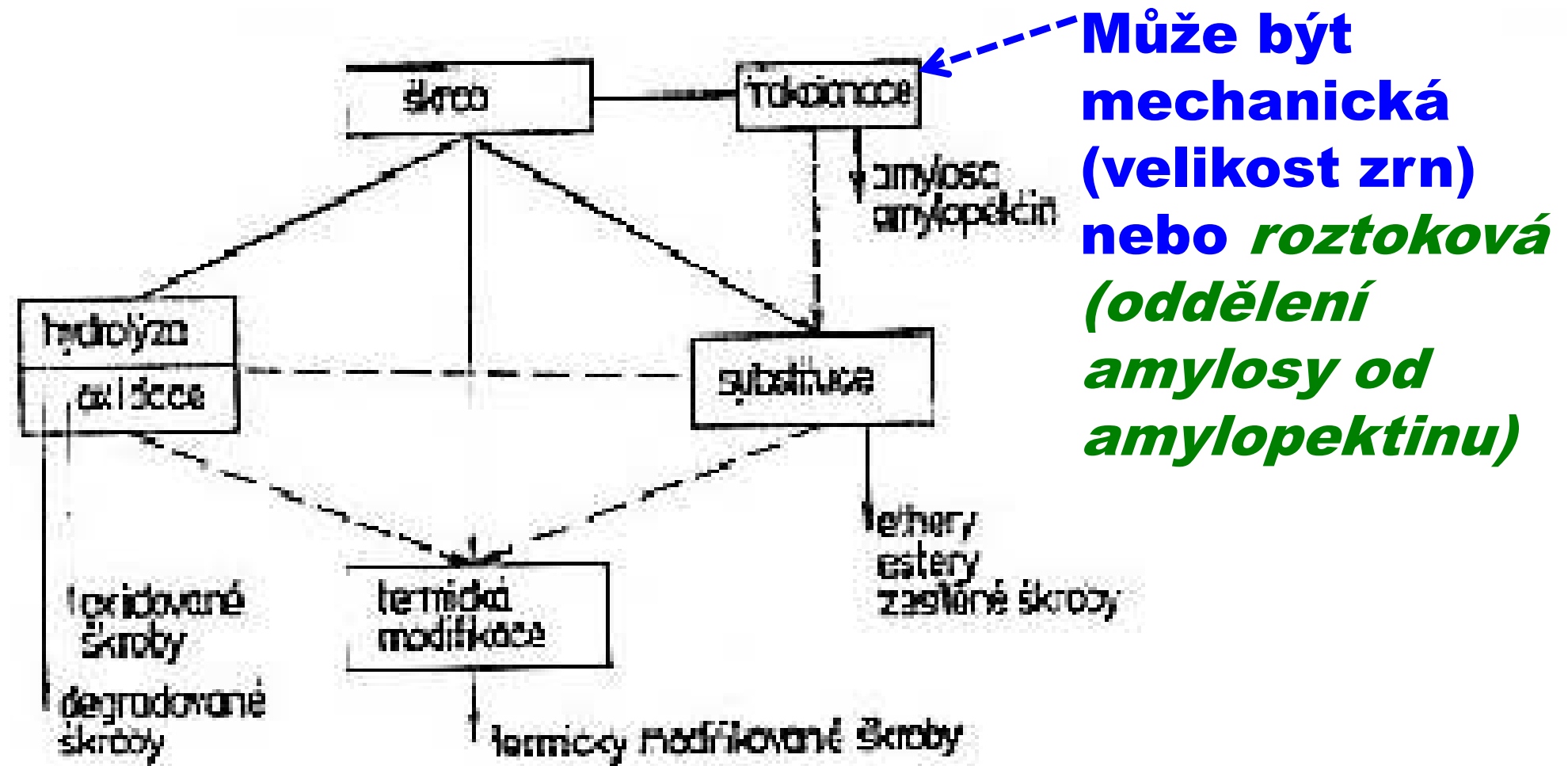
PŘEHLED modifikace škrobu

- **Enzymatický**
- **Termický**
- **Chemický**
 - **Hydrolýza**
 - **Oxidace**
 - **Esterifikace (několik variant)**
 - **Xantace**
 - **Karbamace**
 - **Škrobové étery**
- **Sítování**
- **Roubování**

POUŽITÍ ŠROBU

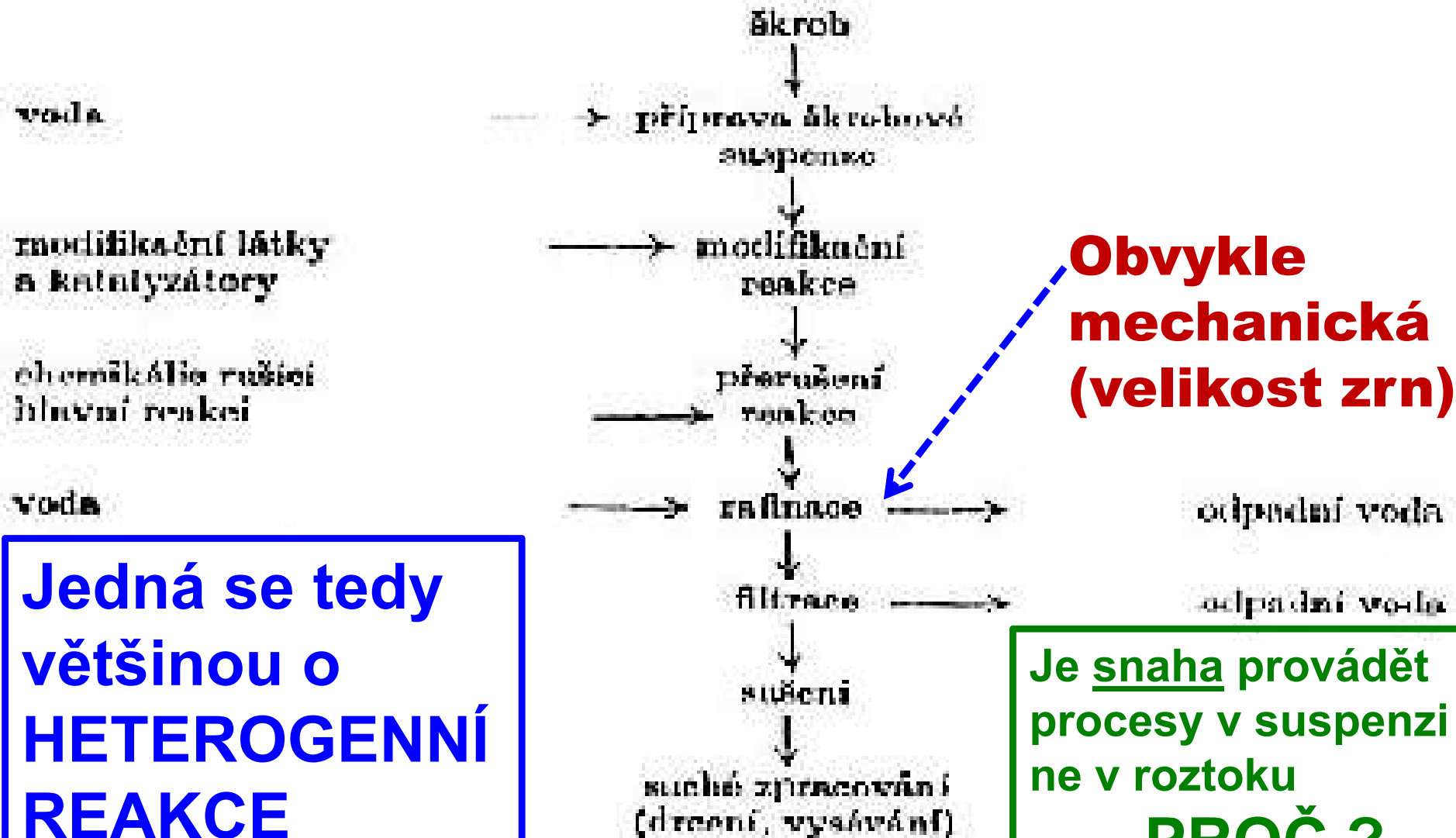
Vlastnost škrobu	Průmyslové odvětví
Zvyšování viskozity	Potravinářský průmysl
Tvorba gelu	
Vaznost vody	
Adhesivní vlastnosti	Výroba papíru
Tvorba filmů	Textilní průmysl
Schopnost odbourání	Výroba biodegradabilních produktů
Tvorba ochranných koloidů	Výroba polymerních disperzí

MODIFIKACE ŠKROBU 1



Obr. 25. Členění technologie modifikovaných škrobů podle chemických souvislostí:

MODIFIKACE ŠKROBU 2



Jedná se tedy většinou o **HETEROGENNÍ REAKCE**

Je snaha provádět procesy v suspenzi a ne v roztoku **PROČ ?**

Obr. 26. Základní schéma modifikací škrobu

MODIFIKACE ŠKROBU 3

PREFEROVÁNO

I. *Chemická modifikace ve vodné suspenzi*

- hydrolyzované škroby
- oxidované škroby
- škrobové ethery
- škrobové estery
- zesítené škroby

II. *Chemická modifikace v roztoku škrobu*

- hydrolyzované škroby
- oxidované škroby
- škrobové ethery

III. *Chemická modifikace škrobu suspenzovaného v organickém rozpouštědle*

- škrobové ethery
- škrobové estery

IV. *Termochemická modifikace na suché cestě*

- odbourané škroby
- oxidované škroby
- škrobové estery
- zesítené škroby

V. *Termická modifikace v přítomnosti vody*

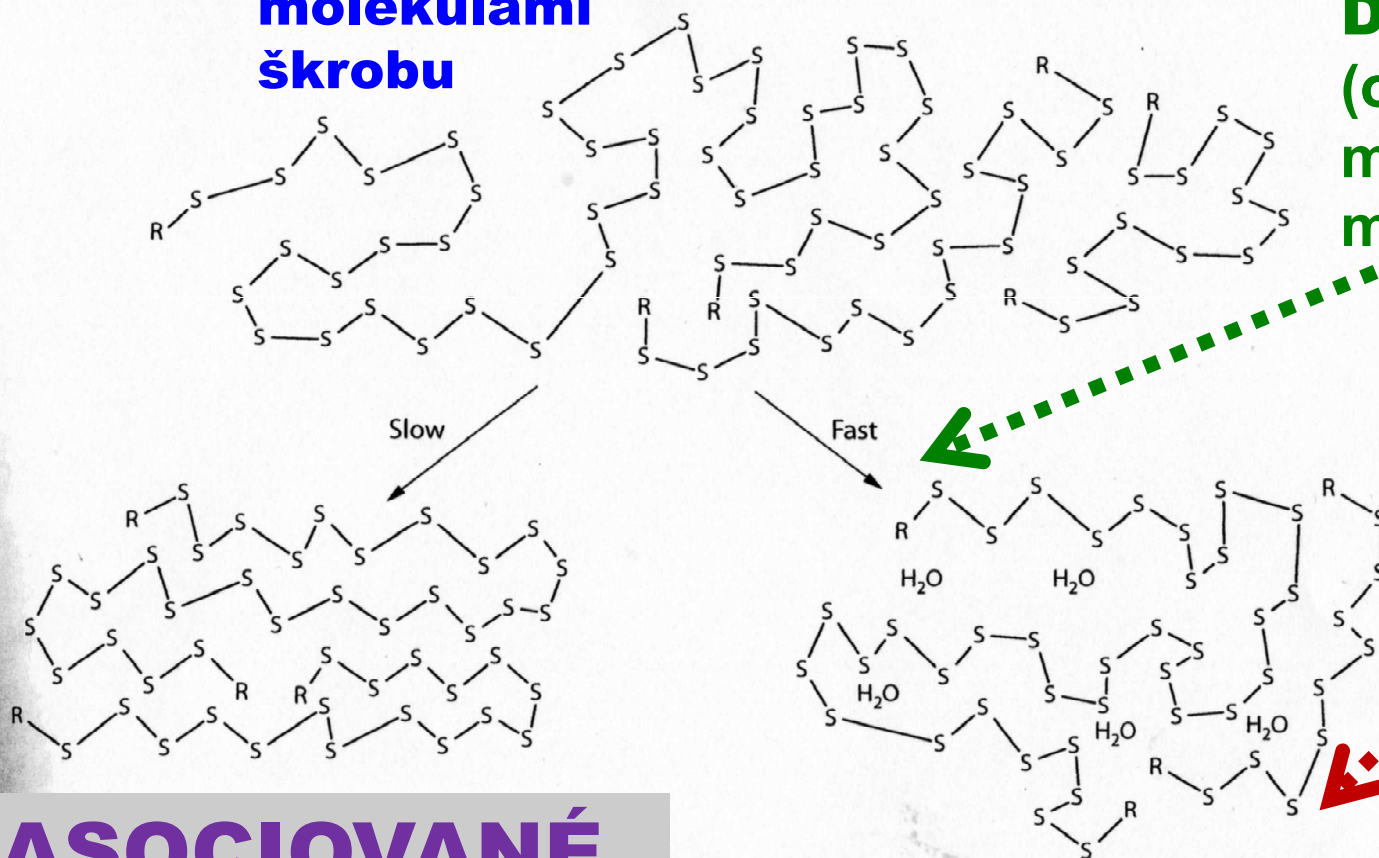
Termická modifikace škrobu 1

- Nános škrobové suspenze na vyhřívaný válec
- Vznik mazu a rozrušení vodíkových můstků mezi molekulami škrobu
- Voda se **ČÁSTEČNĚ** tak rychle odsuší, že nestačí dojít ke vzniku (obnovení) vodíkových můstků mezi molekulami škrobu
- Suchý škrob je složený z neasociovaných molekul, ale část molekul vody tam zůstane
- Snadná rozpustnost i ve studené vodě

Termická modifikace škrobu 2

Vznik mazu
a rozrušení
vodíkových
můstků mezi
molekulami
škrobu

Voda se tak rychle
odsuší, že **NESTAČÍ**
DOJÍT ke vzniku
(obnovení) vodíkových
můstků mezi
molekulami **ŠKROBU**



Suchý škrob
složený z
NEASOCIOVANÝCH
MOLEKUL a proto
může být rychleji
znovu dispergován
ve vodě

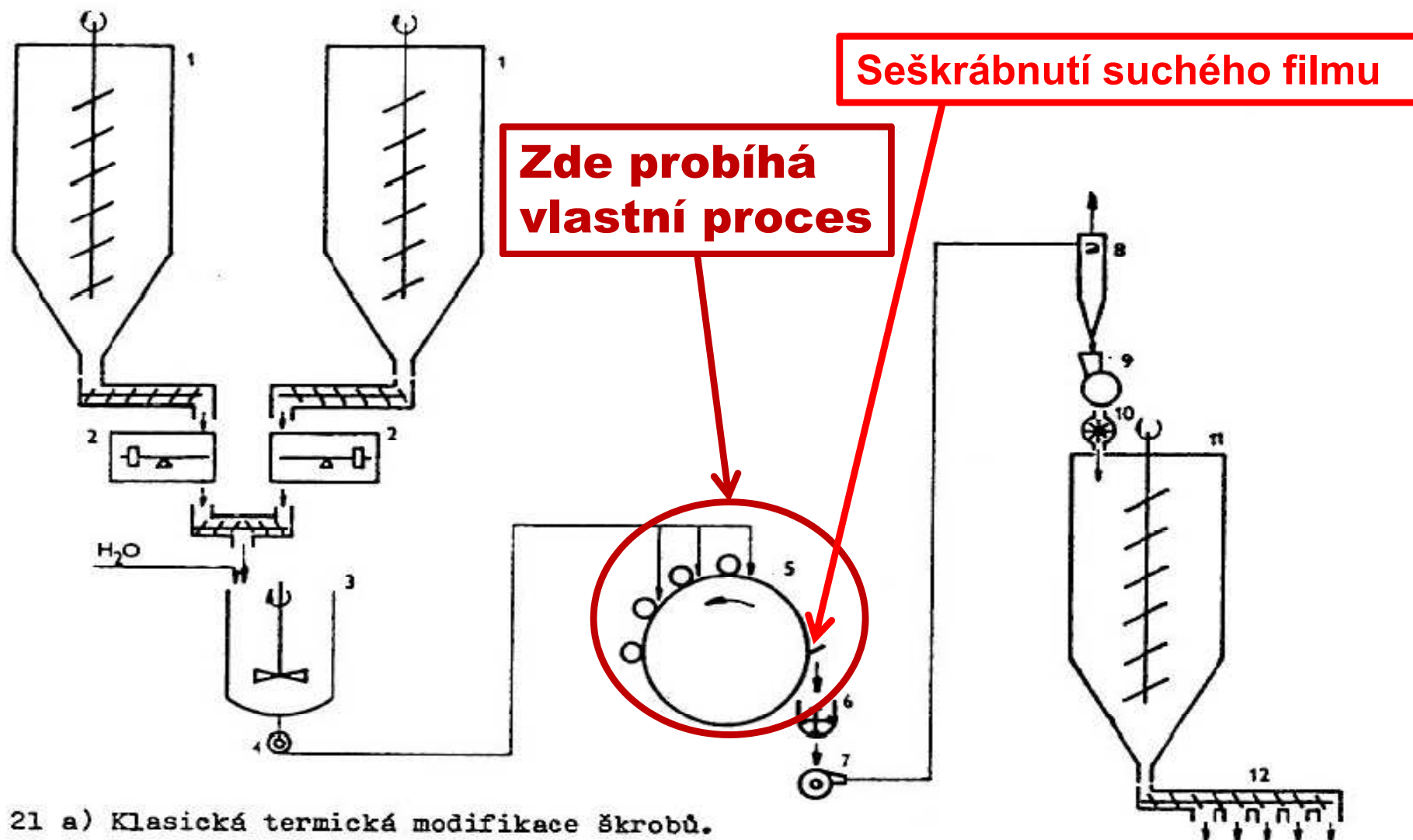
ASOCIOVANÉ
MOLEKULY ŠKROBU

aqueous solution as a function of cooling rate.

PŘF MU 6 2021

Rapid cooling of starch allows some inter- and intrachain hydrogen bonding, but also allows water molecules to be captured within the precipitating starch allowing it to be more easily redispersed.

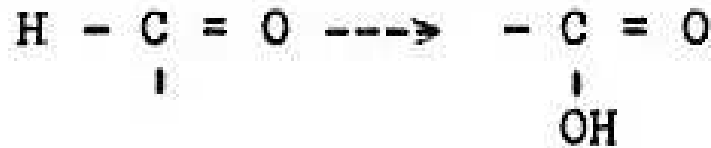
Termická modifikace škrobu 3



Obr. 21 a) Klasická termická modifikace škrobů.

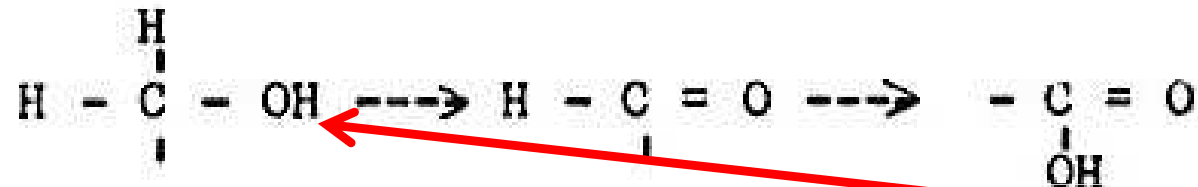
1 - zásobníky na suchý škrob; 2 - průtočná váha; 3 - míchačka; 4 - dávkovací čerpadlo; 5 - sušicí válec; 6 - předrtič; 7 - ventilátor; 8 - cyklón; 9 - úderový mlýn; 10 - turniket; 11 - zásobník na suchý výrobek

NESELEKTIVNÍ Oxidace škrobu

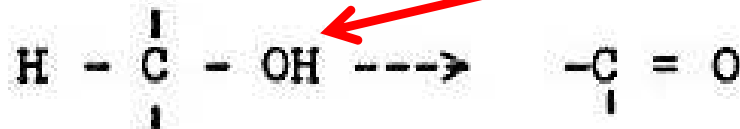


Oxidace
KARBONYLU v
otevřené formě
glukózy

Oxidace aldehydových skupin na karboxylové

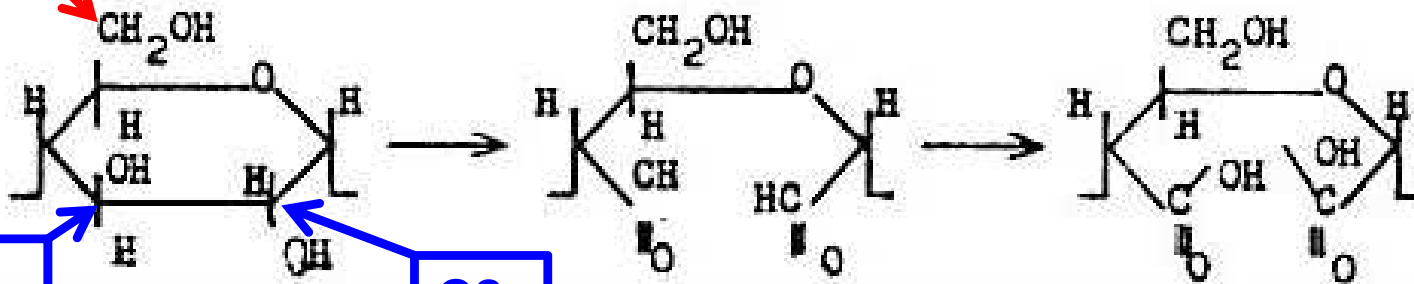


Oxidace primárních alkoholických skupin



Oxidace - OH v
CYKLICKÉ formě
glukózy

C6 Oxidace sekundárních alkoholických skupin



Oxidace v
CYKLICKÉ formě
glukózy
otevřením mezi
C2 a C3

C3

C2

19.10.2021

Oxidace škrobu

- Nejdůležitější z modifikačních reakcí
- **CÍLE JSOU:**
 - **Stabilita roztoků (odolnost proti RETROGRADACI)**
 - **nižší viskozita roztoků**
- Může probíhat v oblasti nízkých nebo vyšších pH
- Nejdůležitější je **oxidace chlornanen sodným** v oblasti pH cca. 8 – 9 (mírně zásadité prostředí)

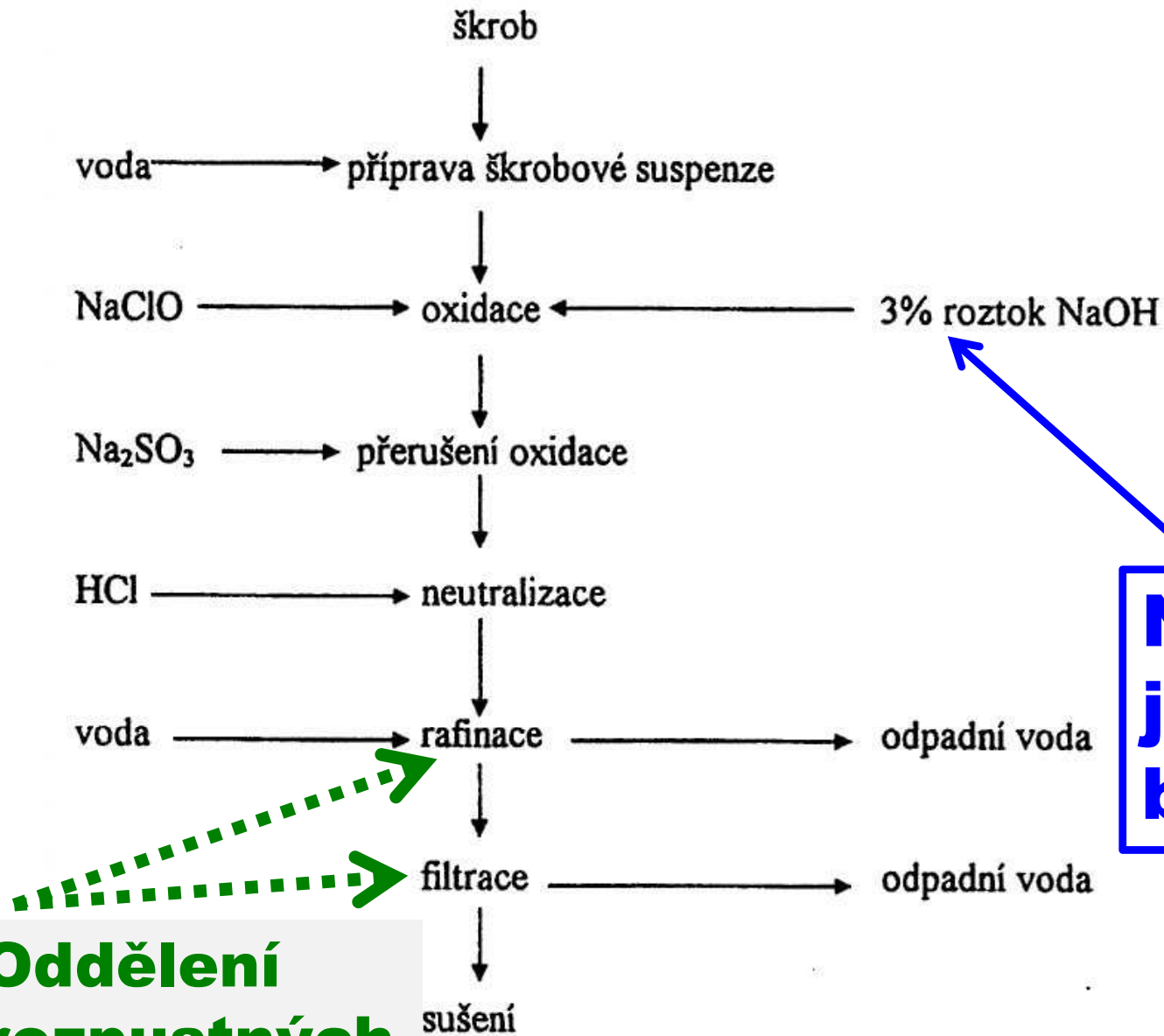
Oxidace škrobu - SHRNU TÍ

- Vyšší míra oxidace > vyšší je i míra štěpení řetězců > nižší viskozita
- Vyšší je míra štěpení řetězců > NIŽŠÍ POJIVÁ SCHOPNOST
- Vyšší míra oxidace > vyšší disperzní stabilita, tj. nižší sklon k RETROGRADACI
- Pro heterogenní reakci jsou vhodné škroby s velkým počtem kapilár > vyšší povrch

Používají se hlavně **bramborové škroby**
(*kapilarita zrna*), s malým sklonem k
RETROGRADACI

NEPOUŽÍVAJÍ SE: OBILNÉ ŠKROBY,
protože mají vyšší sklon k RETROGRADACI

NESELEKTIVNÍ Oxidace škrobu - schéma



TYPICKÁ RECEPTURA

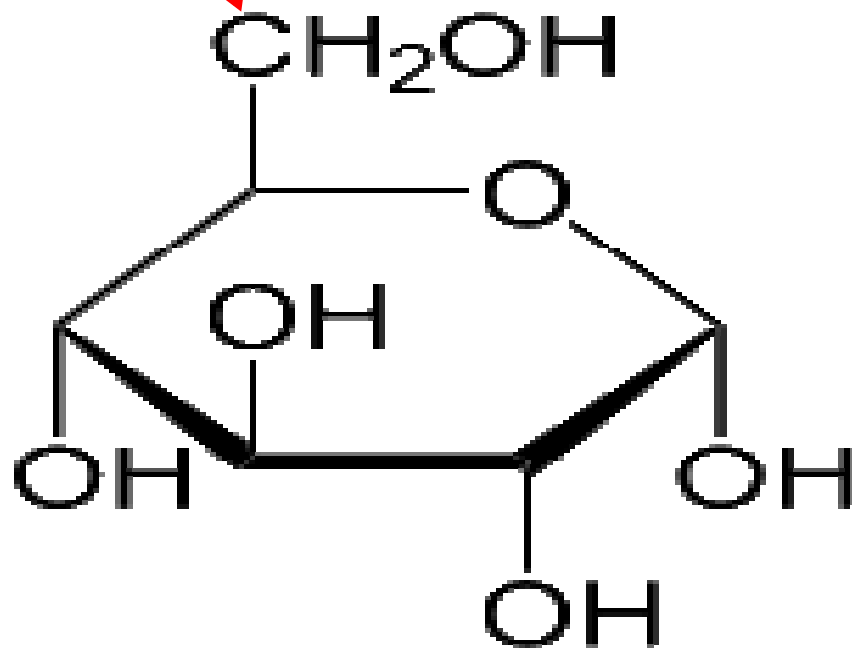
- pH = 8 – 9
- Teplota = 35 – 43 °C
- reakční doba = 2 – 8 hodin
- aktivní chlór (NaClO) = 3 – 45 g/kg škrobu

Nastavení pH a jeho udržování během oxidace

Oddělení rozpustných látek

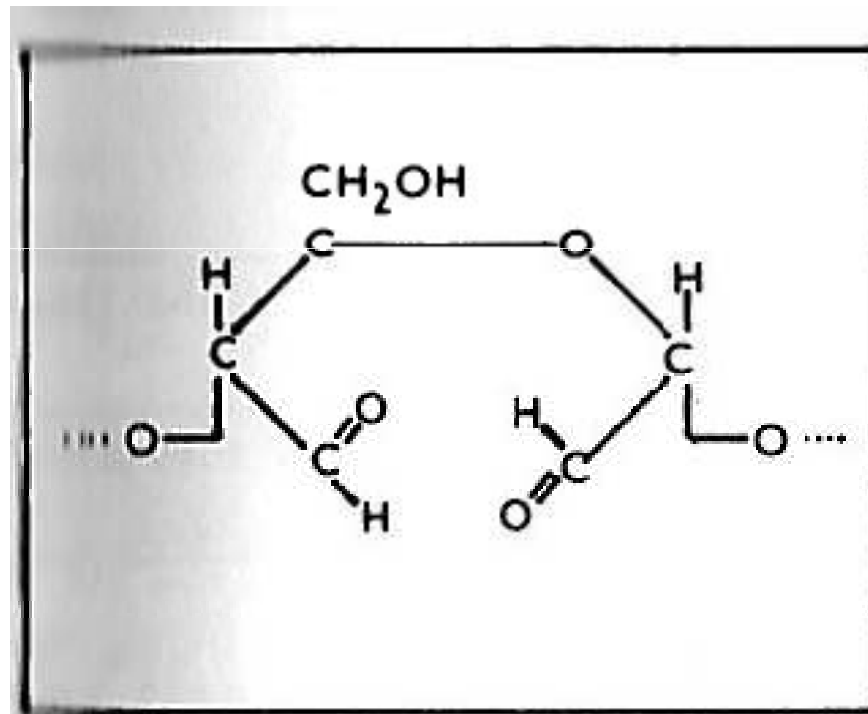
SELEKTIVNÍ Oxidace škrobu na C 6 z -OH na -COOH pomocí HNO₃

C 6



Při takové oxidaci
se nemění
polymerační
stupeň > přeměna
polymeranalogická

SELEKTIVNÍ Oxidace škrobu na dialdehyd škrobu

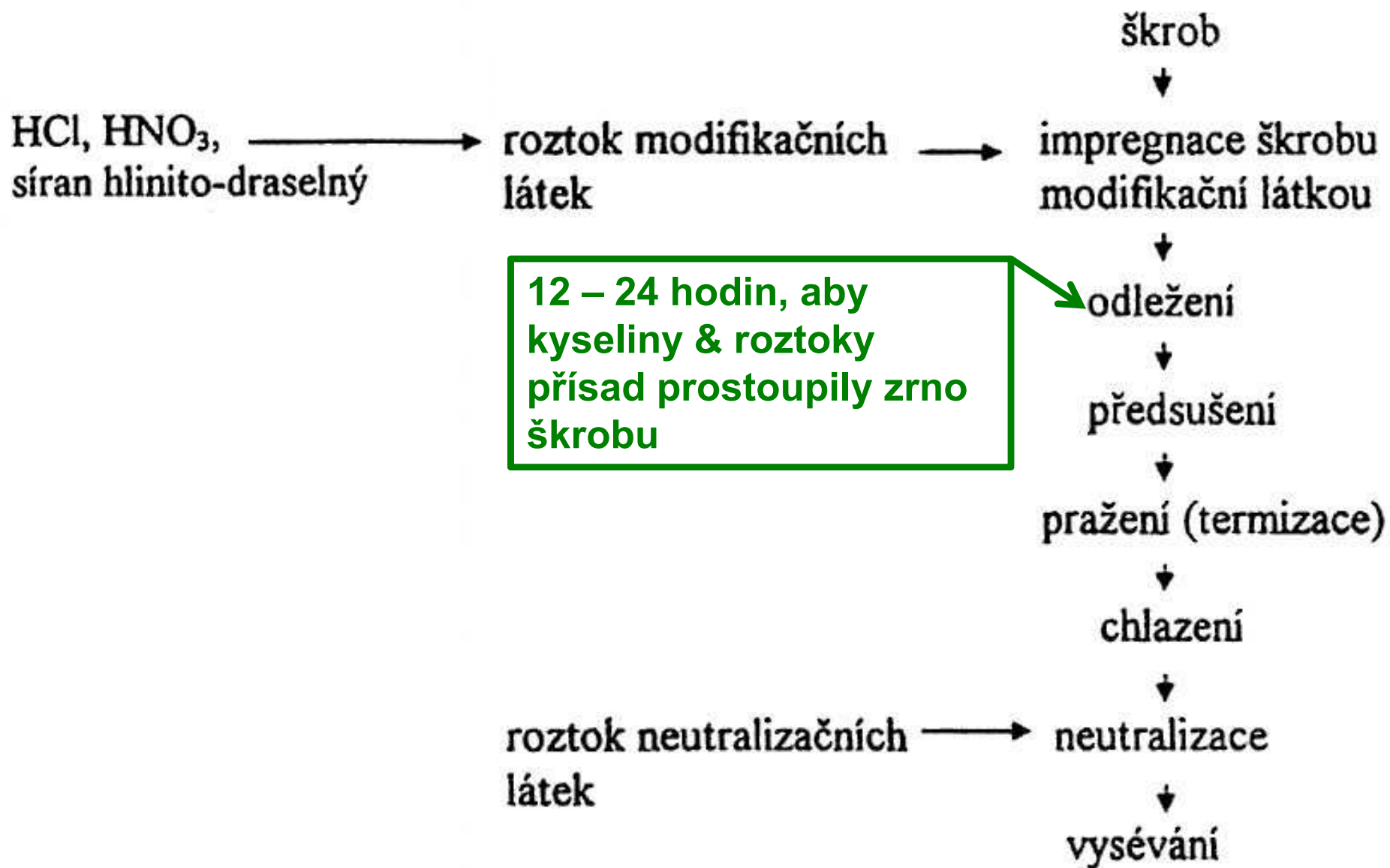


Obr. 14. Dialdehydový škrob

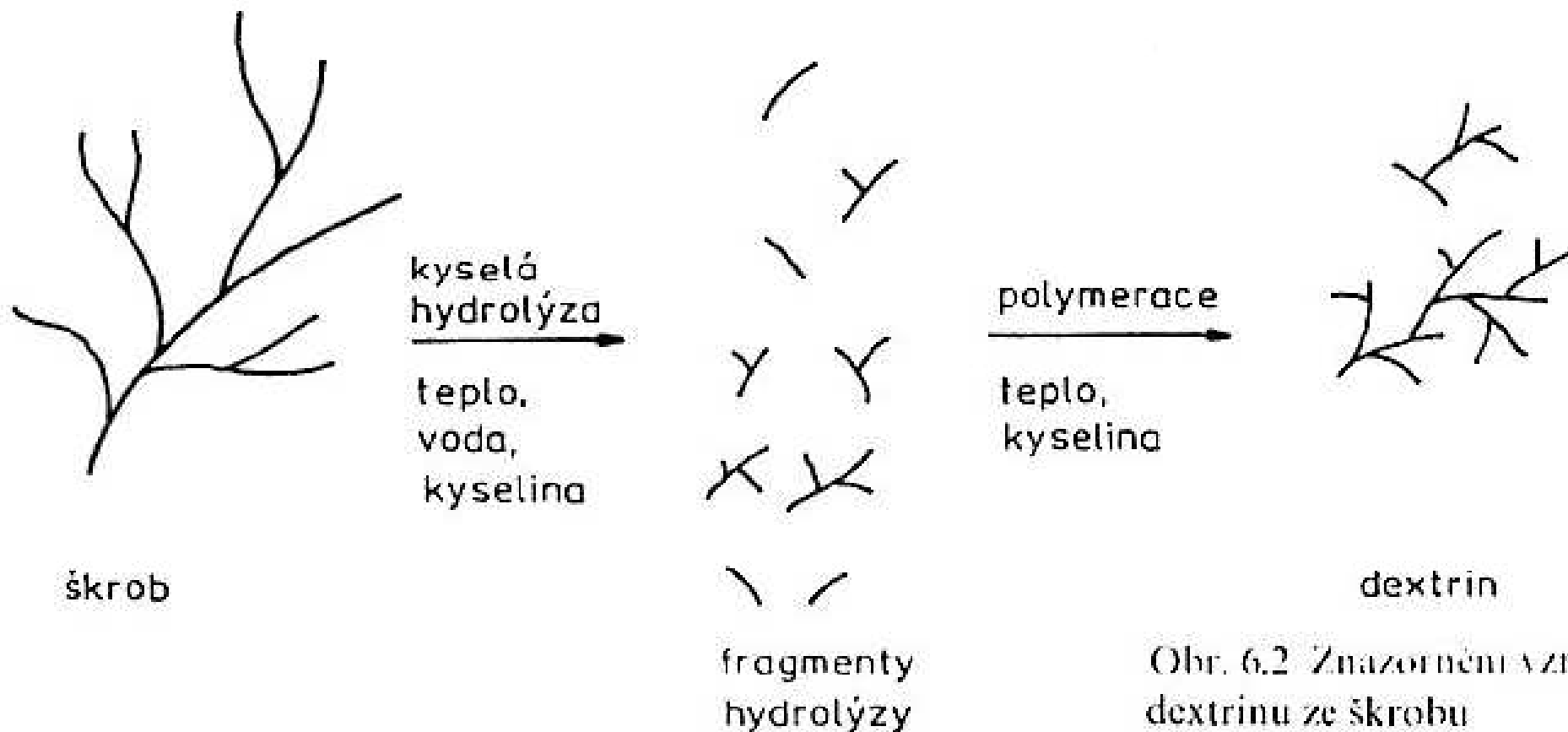
V praxi se oxidace škrobu kyselinou jodistou provádí ve speciálním uspořádání tak, že se vznikající kyselina jodičná regeneruje elektrolytickou reoxidací.

V IDEÁLNÍM
PŘÍPADĚ JE
MAKROMOLEKULA
ZACHOVÁNA

VÝROBA DEXTRINŮ 1



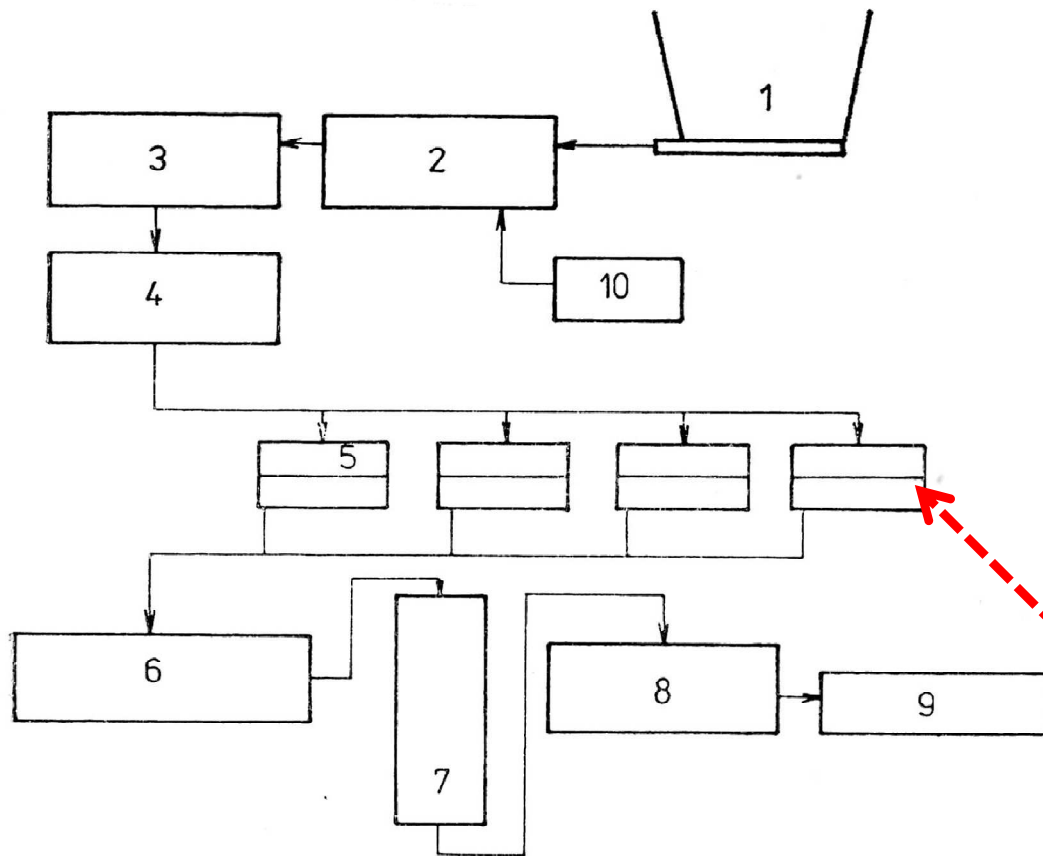
VÝROBA DEXTRINŮ 2



Obr. 6.2 Znažornění vzniku dextrinu ze škrobu

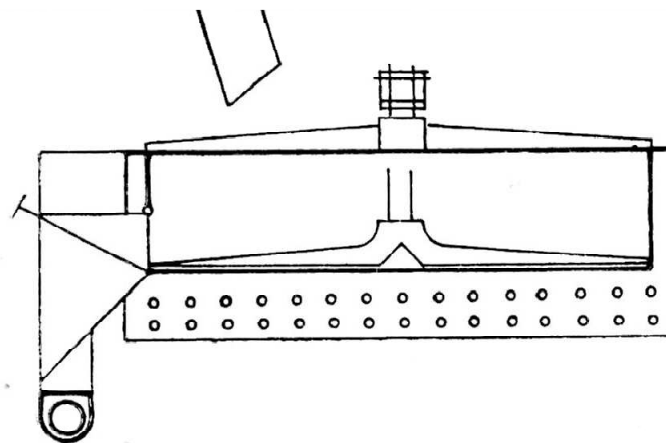
**Je to vlastně HYDROLÝZA ŠKROBU následovaná
POLYMERACÍ (KOMBINACÍ) FRAGMENTŮ**

VÝROBA DEXTRINU



Obr. 68. Schéma klasické dextrinky

1 – zásobník nativního škrobu, 2 – nakyselování, 3 – odležení nakyseleného škrobu, 4 – předsoušení, 5 – pánve, 6 – chladič dextrinu, 7 – vlhčicí věž, 8 – homogenizace a vysévání, 9 – balení dextrinu a expedice, 10 – zásobník roztoku kyseliny nebo kamence



Obr. 69. Klasická dextrinační pánev vyhřívána plynem

19.10.2021

P

Tabulka 34. Základní charakteristika technických dextransů

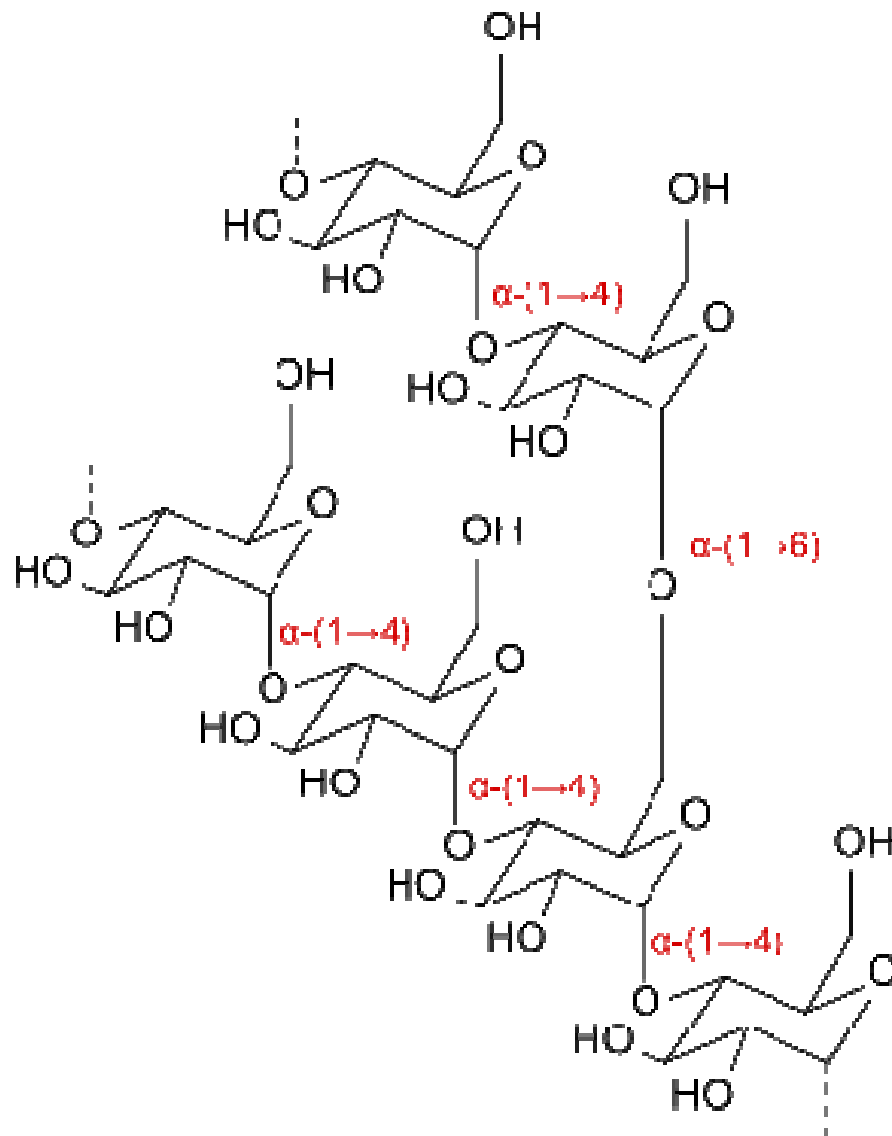
Charakteristika	Škrob	Dextriny			
		bílé	světle žluté	žluté	žlutohnědé
Přibližné podmínky výroby	—	$t = 135\text{ °C}$ 0,05—0,15 % HCl	$t = 150\text{ °C}$ 0,05—0,15 % HCl	$t = 165\text{ °C}$ 0,05—0,15 % HCl	$t = 180\text{ °C}$ 0,05—0,15 % HCl
Relativní molekulová hmotnost, přibližně	amylosa 30—160 amylopektin 100—1 000 (. 10 ³)	20—30 . 10 ³	15 000—2 000	8 000—3 000	2 000
Rozpustnost ve studené vodě	0	30—70 %	asi 95 %	asi 97 %	98—99 %
DE	0	2—3 %	2—5 %	2—8 %	2—5 %
Barva komplexu s jodem	modrá	modrofialová	červenofialová	červená	nebarví se
Viskozita	— — — — → klesající tendence — — — — →				

Pozn. t je teplota pražení

DE – Dextrose Equivalent = GLUKOZOVÝ EKVIVALENT = % hm. redukujících sacharidů v sušině dextransu

ŠKROB SAMOTNÝ NENÍ REDUKUJÍCÍ SACHARID

STRUKTURA DEXTRINŮ



**Proces
DEXTRINACE
nastává i při
pečení např.
chleba a je to
ona hnědá
kůrka**

VLASTNOSTI DEXTRINŮ & DALŠÍ TYPY DEXTRINŮ

- Barva od bílé přes žlutou po hnědou
- Většinou zcela rozpustné ve vodě

Energetické gely a tyčinky

DALŠÍ TYPY DEXTRINŮ

Maltodextrin

is a shortchain starch sugar used as a food additive. It is produced also by enzymatic hydrolysis from gelled starch and is usually found as a creamy-white hygroscopic spraydried powder. **Maltodextrin is easily digestible**, being absorbed as rapidly as glucose, and might either be moderately sweet or have hardly any flavor at all.

Cyclodextrin

The cyclical dextrans are known as cyclodextrins. They are formed by enzymatic degradation of starch by certain

bacteria, for example, *Bacillus macerans*. *Cyclodextrins have toroidal structures formed by 6-8 glucose residues.*

POUŽITÍ DEXTRINŮ

Yellow dextrins

- **water-soluble glues in remoistable envelope adhesives and paper tubes,**
- **in the mining industry as additives in froth flotation, in the foundry industry as green strength additives in**
- **sand casting, as printing thickener for batik resist dyeing, and as binders in gouache paint.**

White dextrins

- **a crispness enhancer for food processing, in food batters, coatings, and glazes, (E number 1400)**
- **a textile finishing and coating agent to increase weight and stiffness of textile fabrics**
- **a thickening and binding agent in pharmaceuticals and paper coatings.**
- **As pyrotechnic binder and fuel, they are added to fireworks and sparklers, allowing them to solidify as pellets or "stars."**
- **Due to the rebranching, dextrins are less digestible; indigestible dextrin are developed as soluble fiber supplements for food products.**

Maltodextrin v tuzemsku

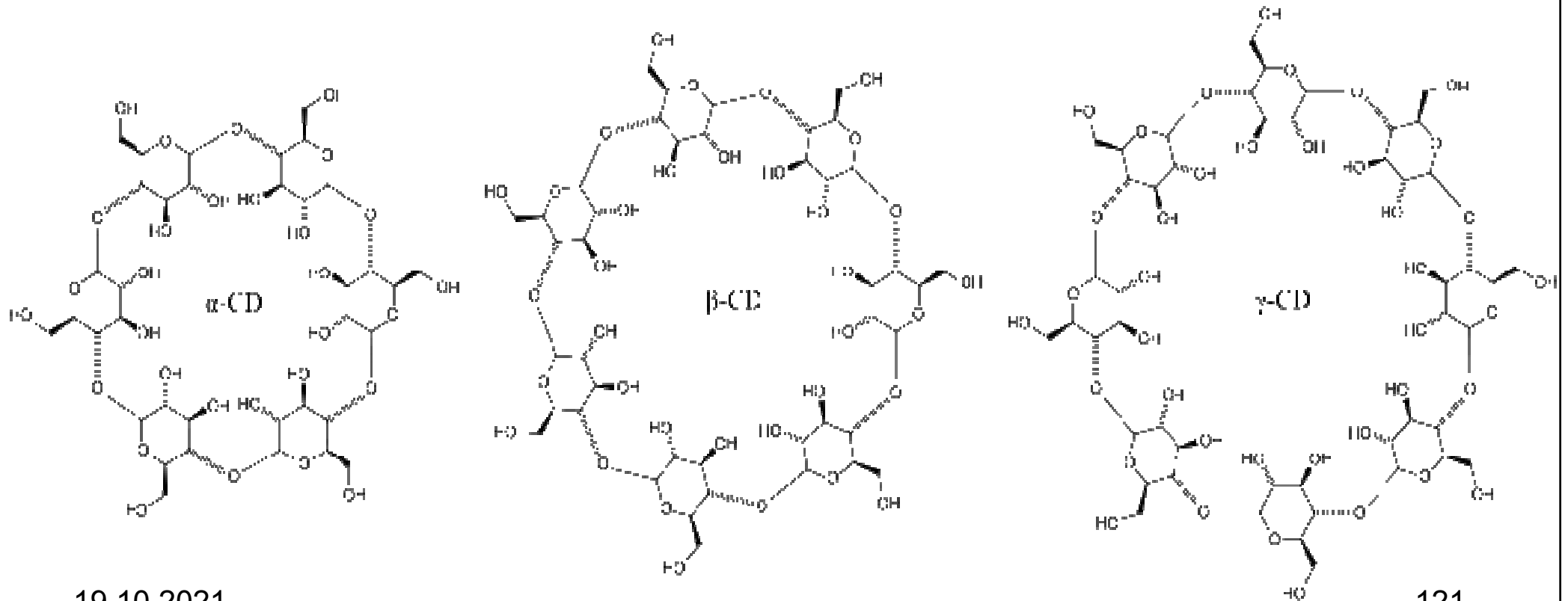
Jako složku energetických gelů pro sportovce to vyvinul

ing. Josef KODET, CSc.

Testovali to na hokejstech Kladna

CYKLODEXTRINY

V molekule CYKLODEXTRINU může být absorbován ethanol (alkohol) a tak vzniká „alkohol v prášku“, který ve vodě uvolní alkohol

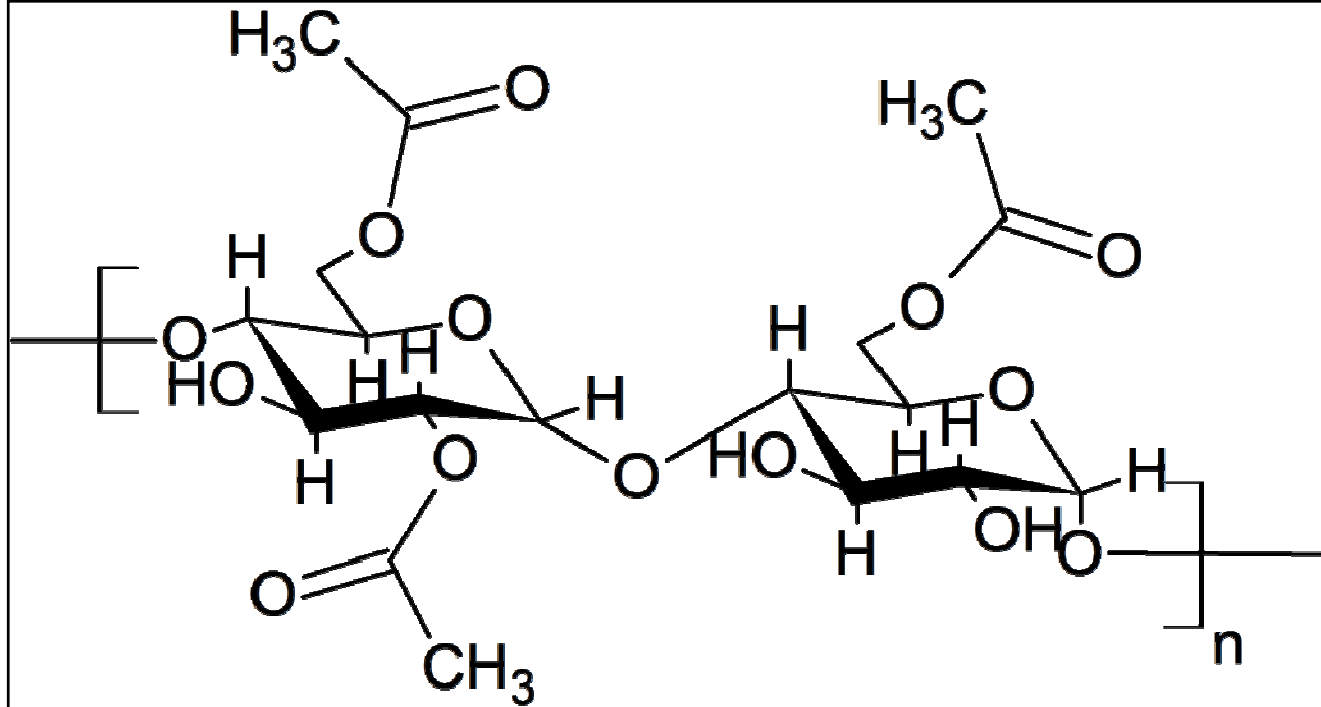


19.10.2021

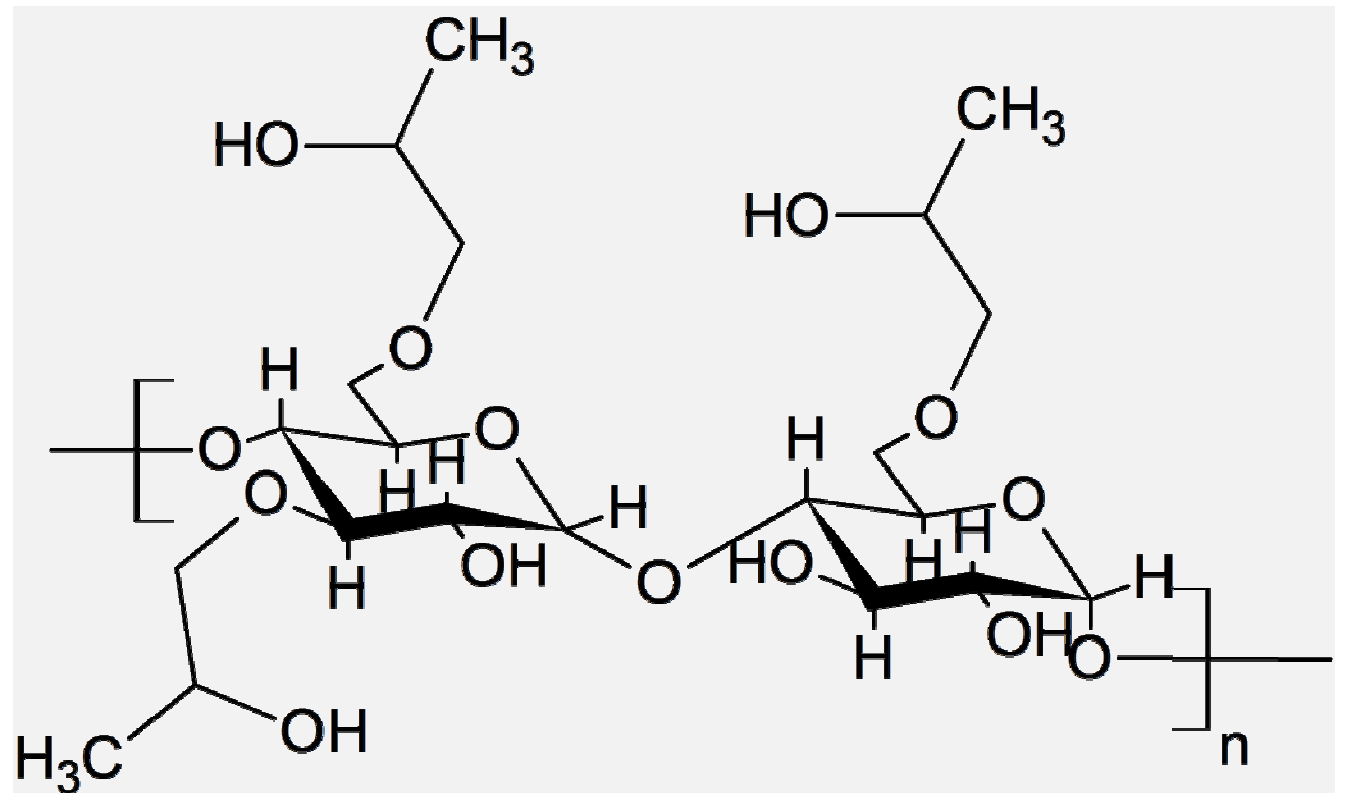
DEXTRINY - SHRNUÍ

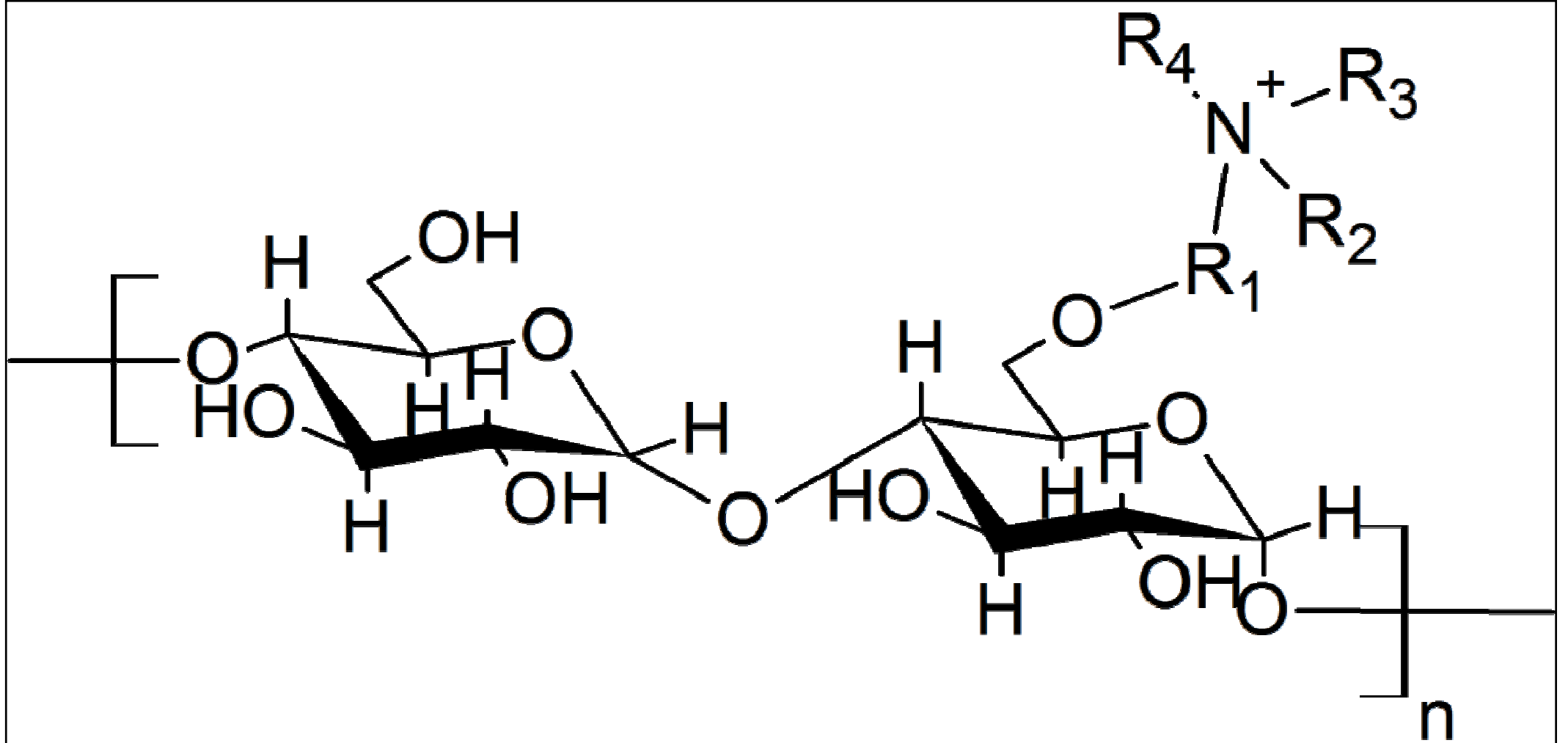
- **PATRNE** nejrozšířenější produkt modifikace škrobu
- **Hluboká chemická přeměna škrobu**
- **Široká škála typů a použití**
- **Dobře propracované kontinuální i diskontinuální technologie**
- **Proces je používáný již minimálně od 19. století**

ACETÁT ŠKROBU

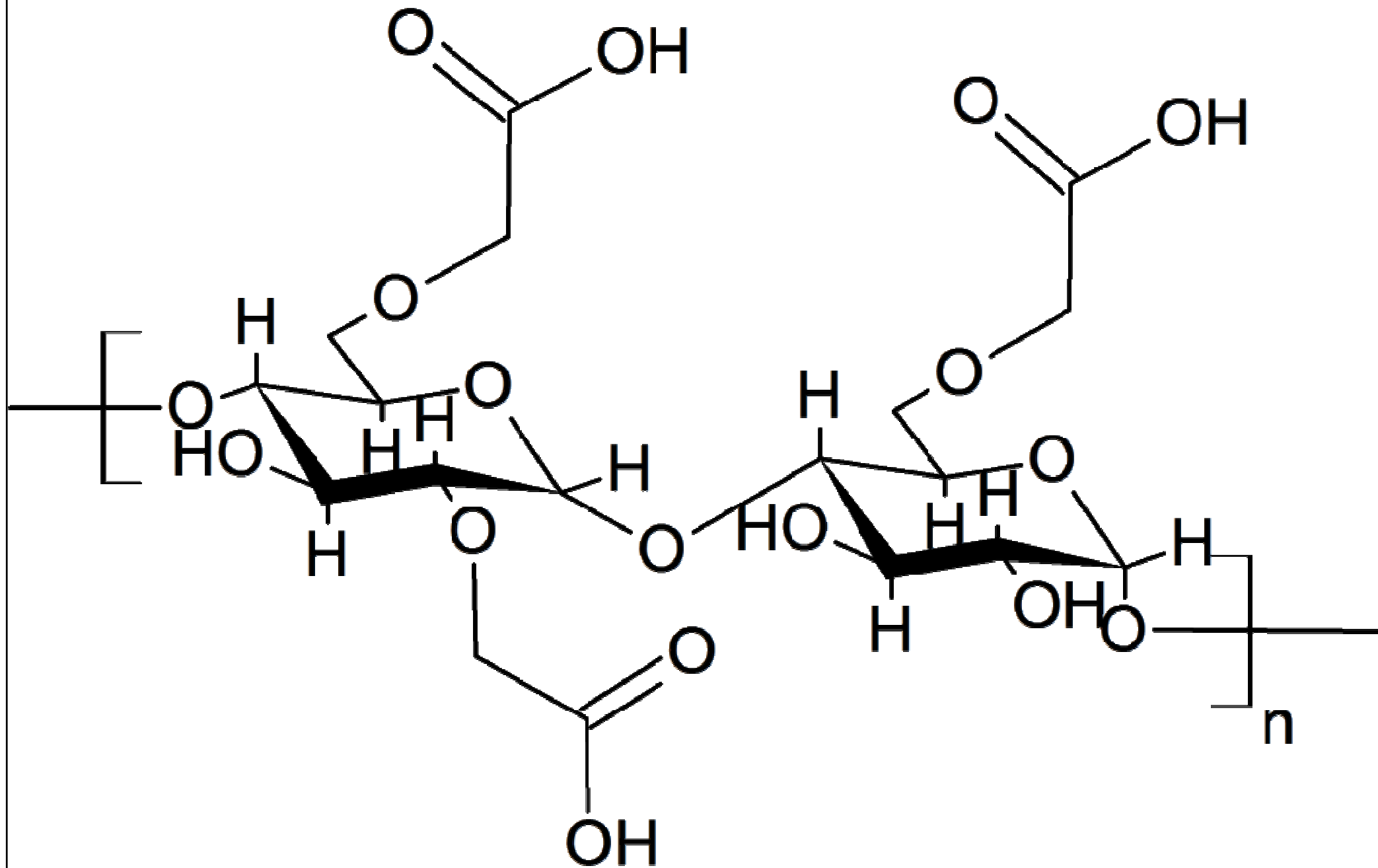


**HYDROXY
PROPYL
ŠKROB**





KATIONICKÝ ŠKROB

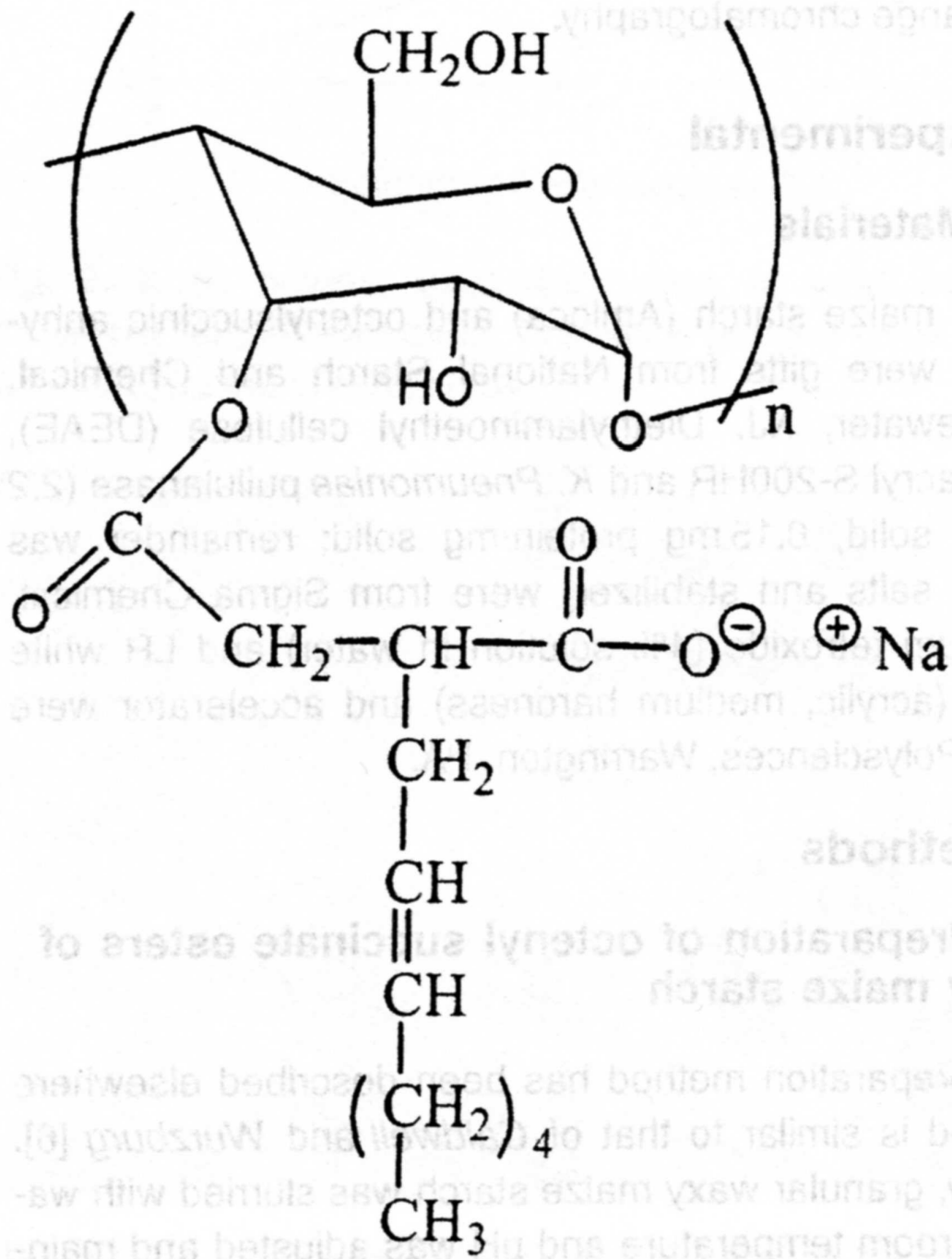


KARBOXYMETHYL ŠKROB

**OKTENYL pak
dává
modifikovanému
škrobu
HYDROFOBICITU,
tj. afinitu k tukům**



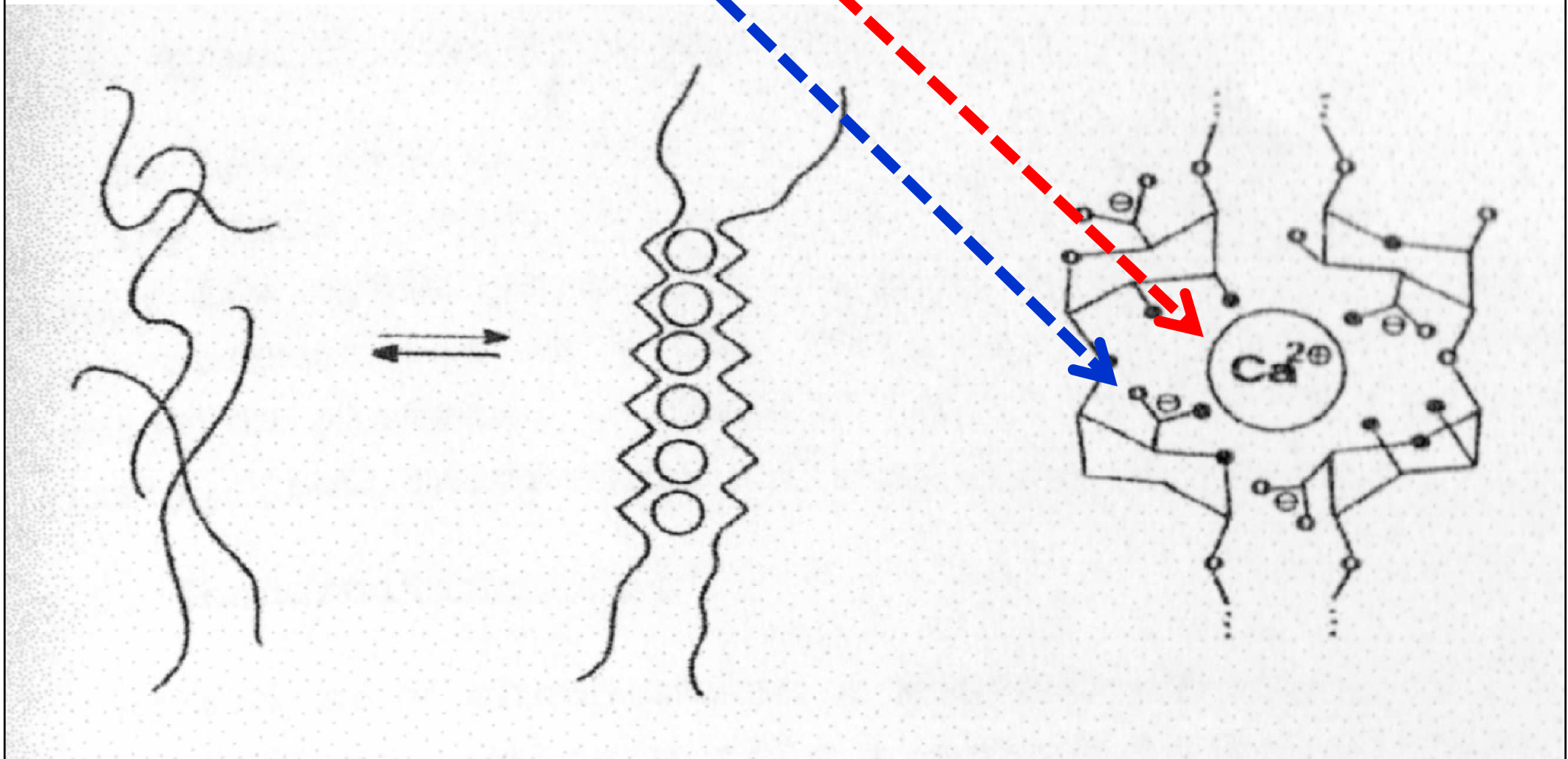
oktenyl anhydrid kyseliny jantarové



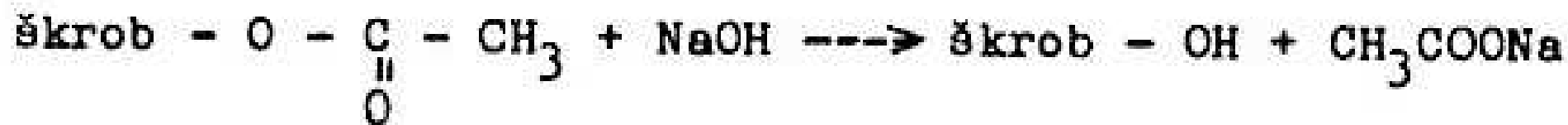
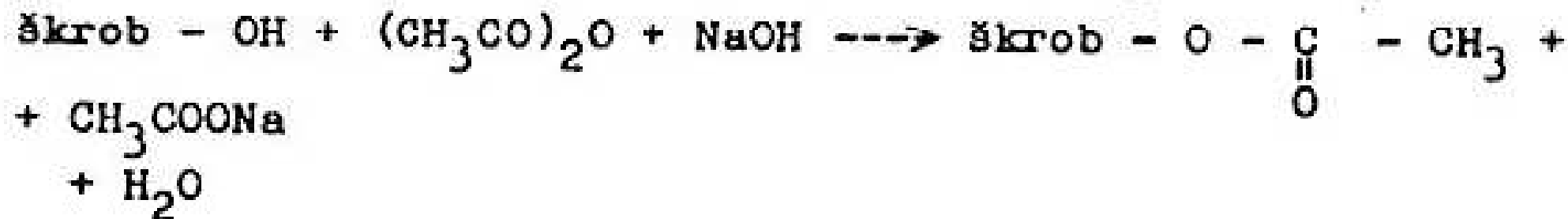
Sít'ování škrobu
pak jde přes
kationt Me^{+2} ,
která interaguje
se dvěma -COO^-
skupinami dvou
makromolekul
škrobu

ŠKROB substituovaný oktenyl

Sít'ování škrobu pak jde přes kationt Ca^{+2} , která interaguje se dvěma $-COO^-$ skupinami dvou makromolekul škrobu



Acetylace škrobu



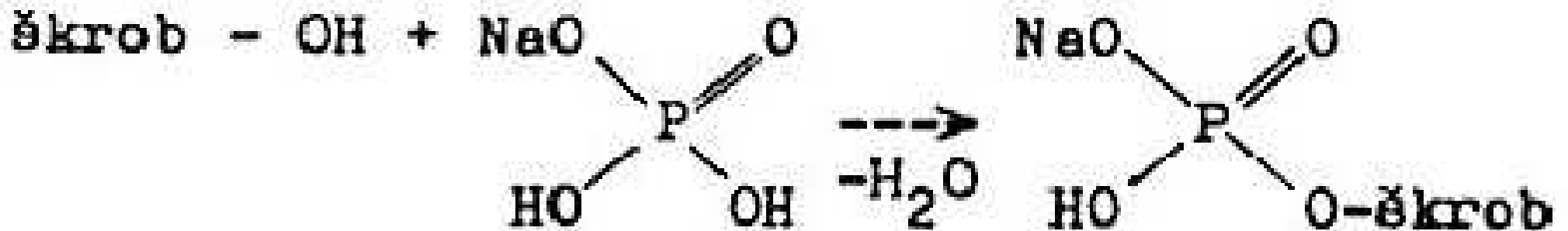
**Vedlejší reakce
snižující výtěžek**

Monofosfát škrobu

Zde je použit fosforečnan
MONOSODNÝ!

Škrobový monofosfát

Škrobový monofosfát vzniká reakcí:

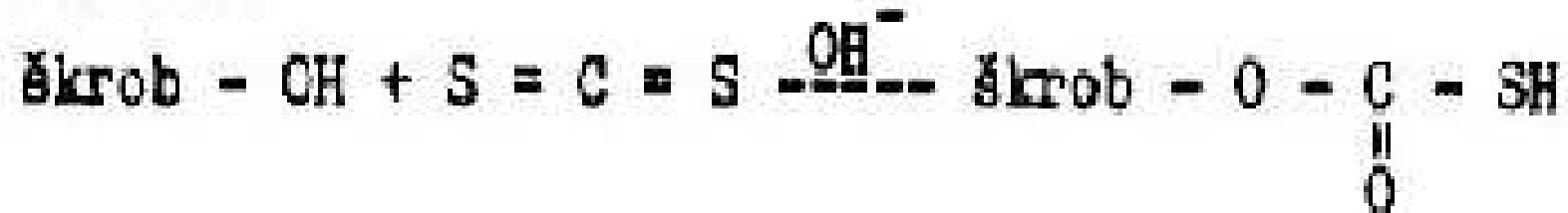


- Výsledkem je **ANIONICKÝ ŠKROB s NÍZKÝM STUPNĚM SUBSTITUCE** (0,02 – 0,1 g substitučního činidla na 1000 g suchého škrobu), což stačí na dobrou rozpustnost zastudena
- Souběžně může probíhat **SESÍŤOVÁNÍ ŠKROBU**, kde je ale vysoký **STUPEŇ SUBSTITUCE** (0,1 – 0,2 g substitučního činidla na 1000 g suchého škrobu), někdy až nad 1 (kukuřičné škroby nebotnající ani varem ve vodě)

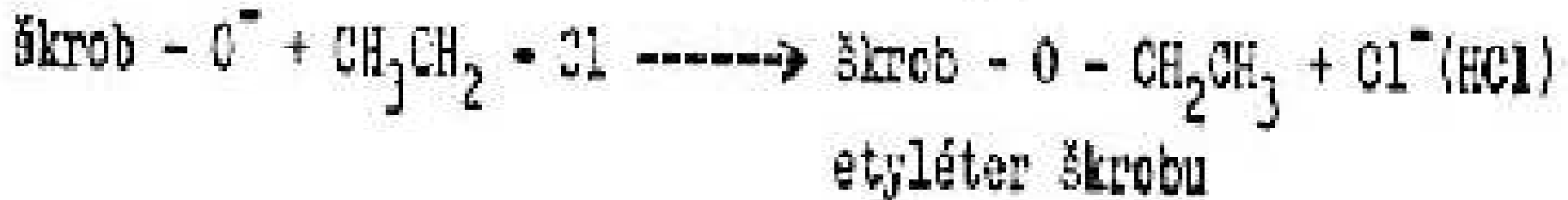
Xantát škrobu

Škrobový xantát

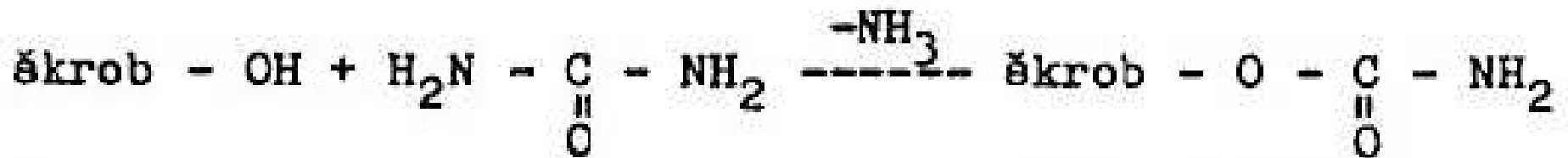
Škrobový xantát vzniká reakcí mezi škrobem a sirouhlíkem podle reakce:



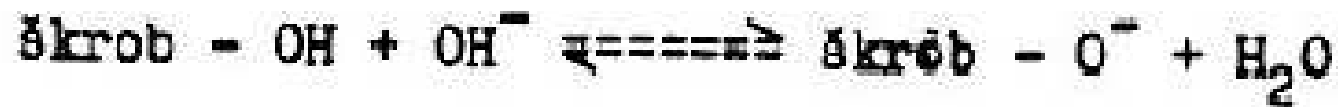
Alkylétery škrobu



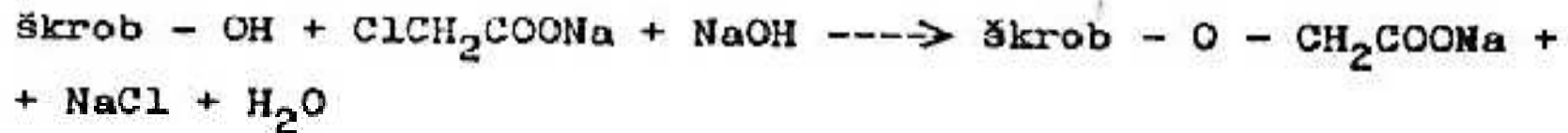
Karbamát škrobu



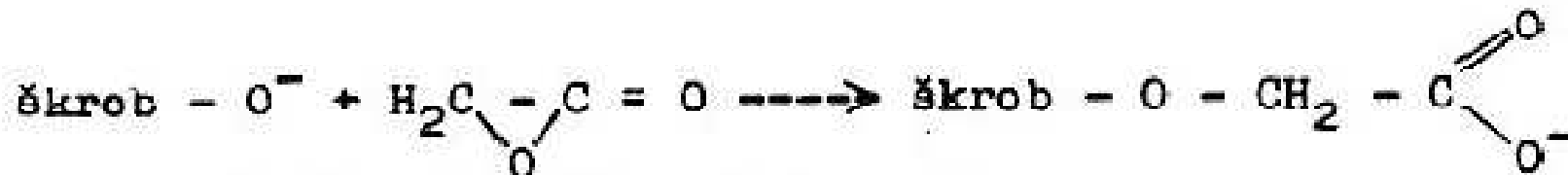
Hydroxymetyléter škrobu



Karboxymetyléter škrobu



Mechanismus této reakce vystihuje rovnice:

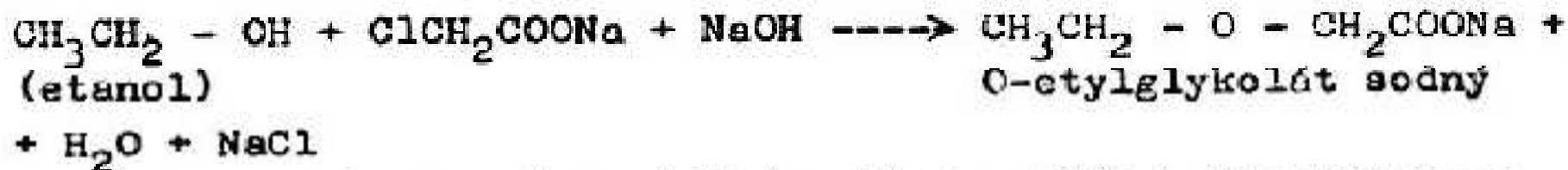


lakton kyseliny glykonové

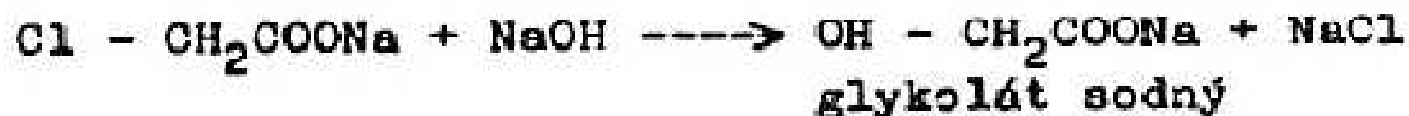
Kyanoéter škrobu



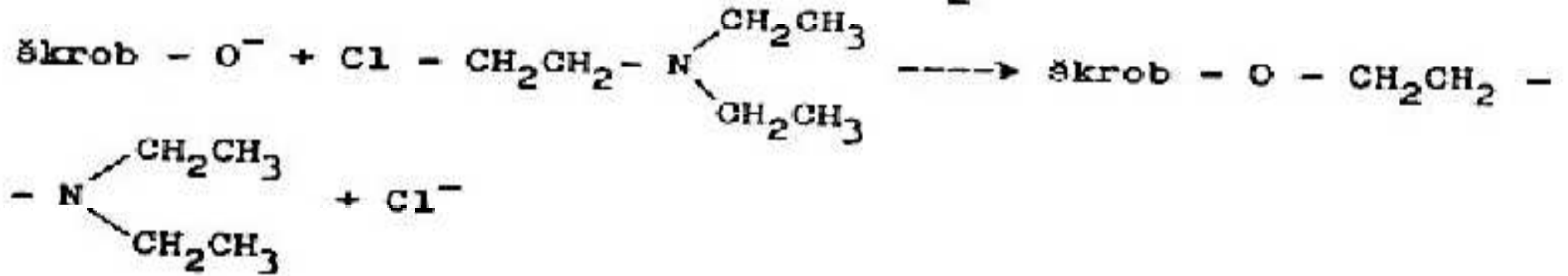
Karboxymetyléter škrobu – reakce v ethanolu



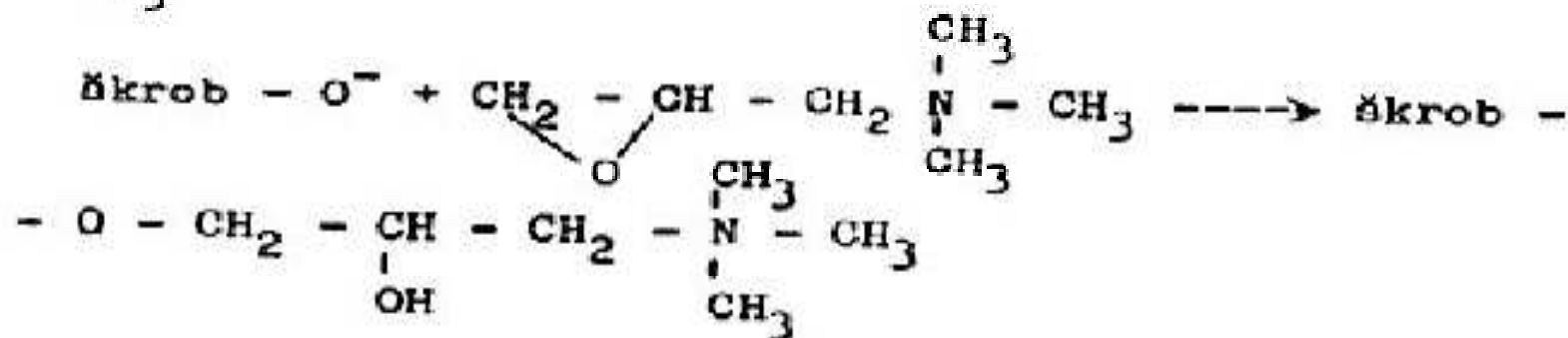
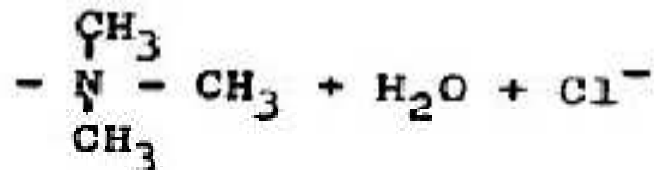
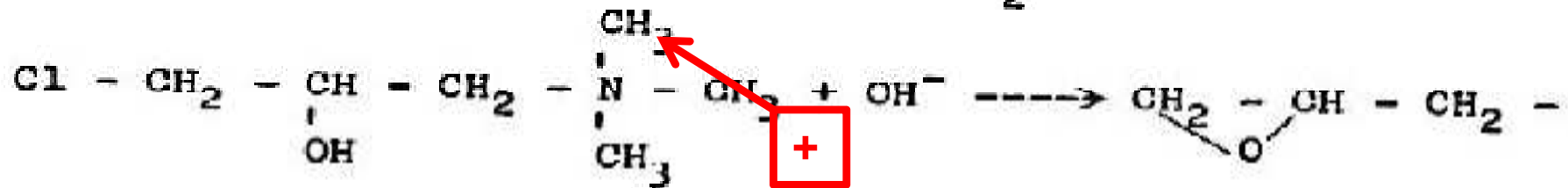
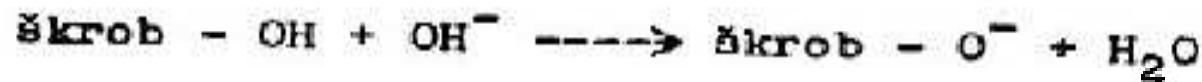
Tyto reakce spolu s další snižuje výtěžek éterifikace:



Kationtové škroby 1



Kvartérní derivát škrobu vzniká reakcí mezi škrobem a halogenderivátem kvartérní amoniové zásady:



Kationtové škroby 2 - VÝROBA PAPIŘU

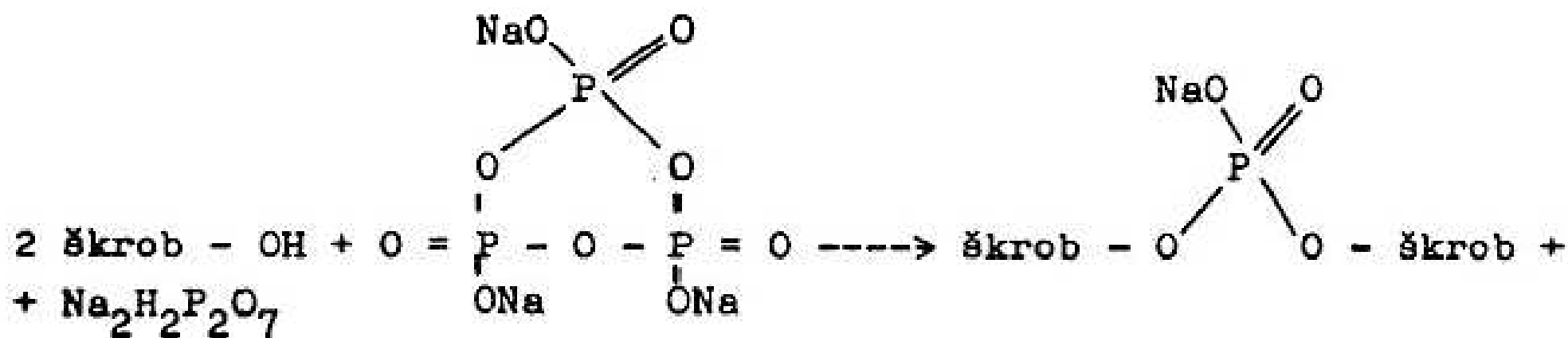
Přídavek KATIONICKÉHO ŠKROBU zlepšuje retenci tzv. NULITNÍCH VLÁKEN, která pocházejí jak ze sběrového papíru, tak z odpadu při výrobě

ANIONTOVÝ ŠKROB potřebuje k účinku kationt Al^{3+} , obvykle z $KAl(SO_4)_4$ (*kamenec hlinítodraselný*)

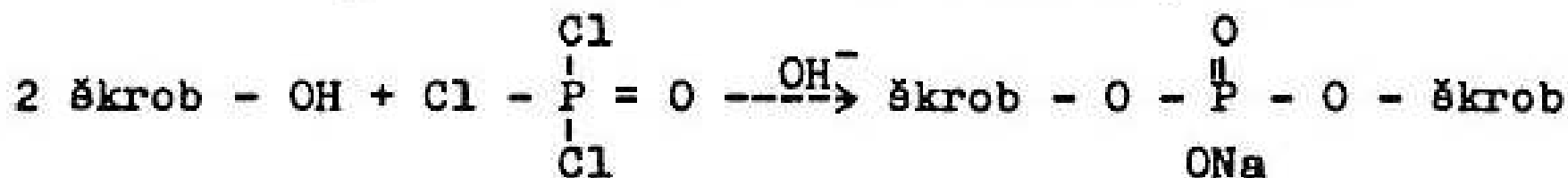


Obr. 50. Schéma působení ionogenních derivátů škrobu

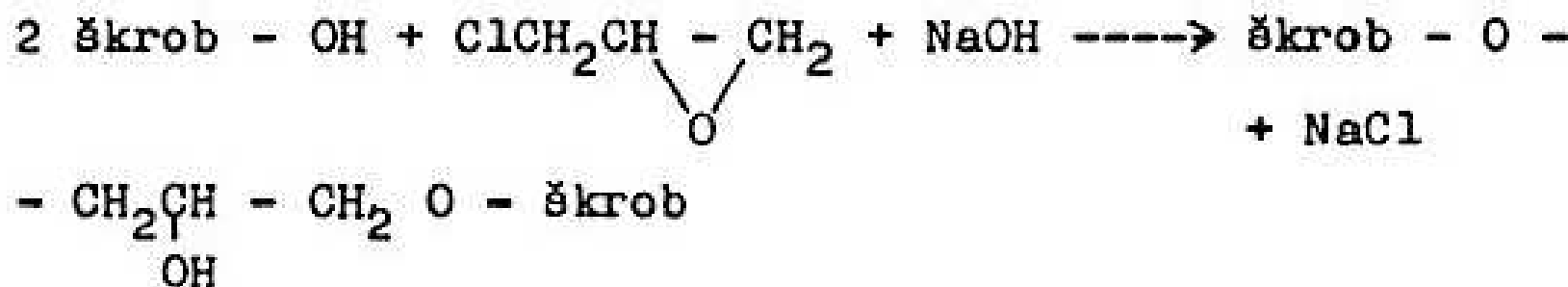
Sesít'ované škroby 1



Škrobový difosfát také může vzniknout reakcí:



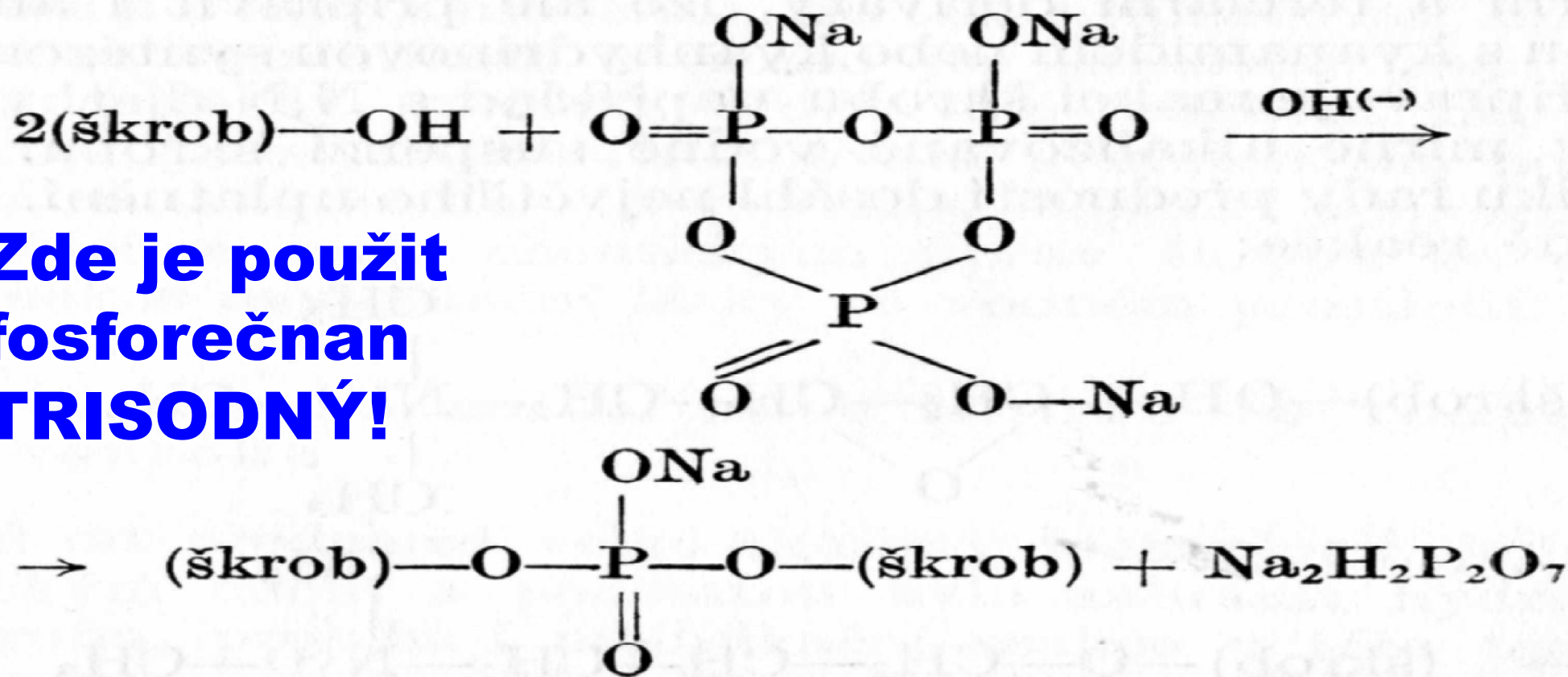
Škrobový diéter vytváří např. tato reakce mezi škrobem a epichlorhydrinem v alkalickém prostředí:



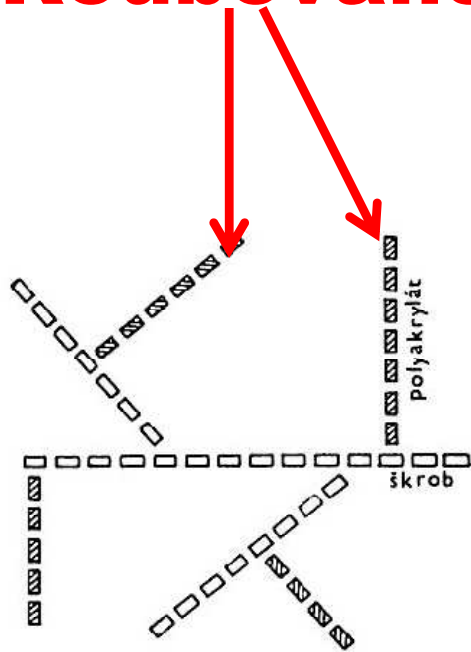
Sesít'ované škroby 2

- **Sesít'ované škroby mají VYSOKÝ STUPEŇ SUBSTITUCE** někdy až nad 1 (kukuřičné škroby nebotnající ani varem ve vodě) > zasypávací prášky
- Souběžně může probíhat **ANIONIZACE ŠKROBU**, kde je ale **NÍZKÝ STUPEŇ SUBSTITUCE** (0,02 – 0,1 g substitučního činidla na 1000 g suchého škrobu),

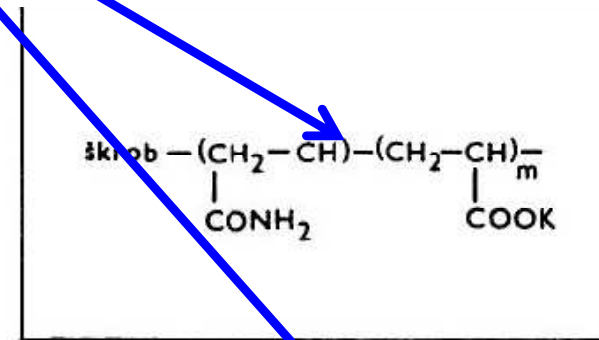
**Zde je použit
fosforečnan
TRISODNÝ!**



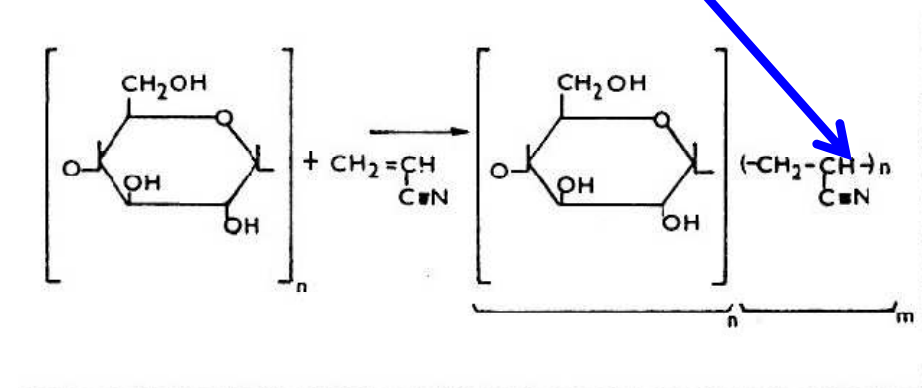
Roubované & blokové kopolymery škrobů



Obr. 16. Schéma roubovaného kopolymery



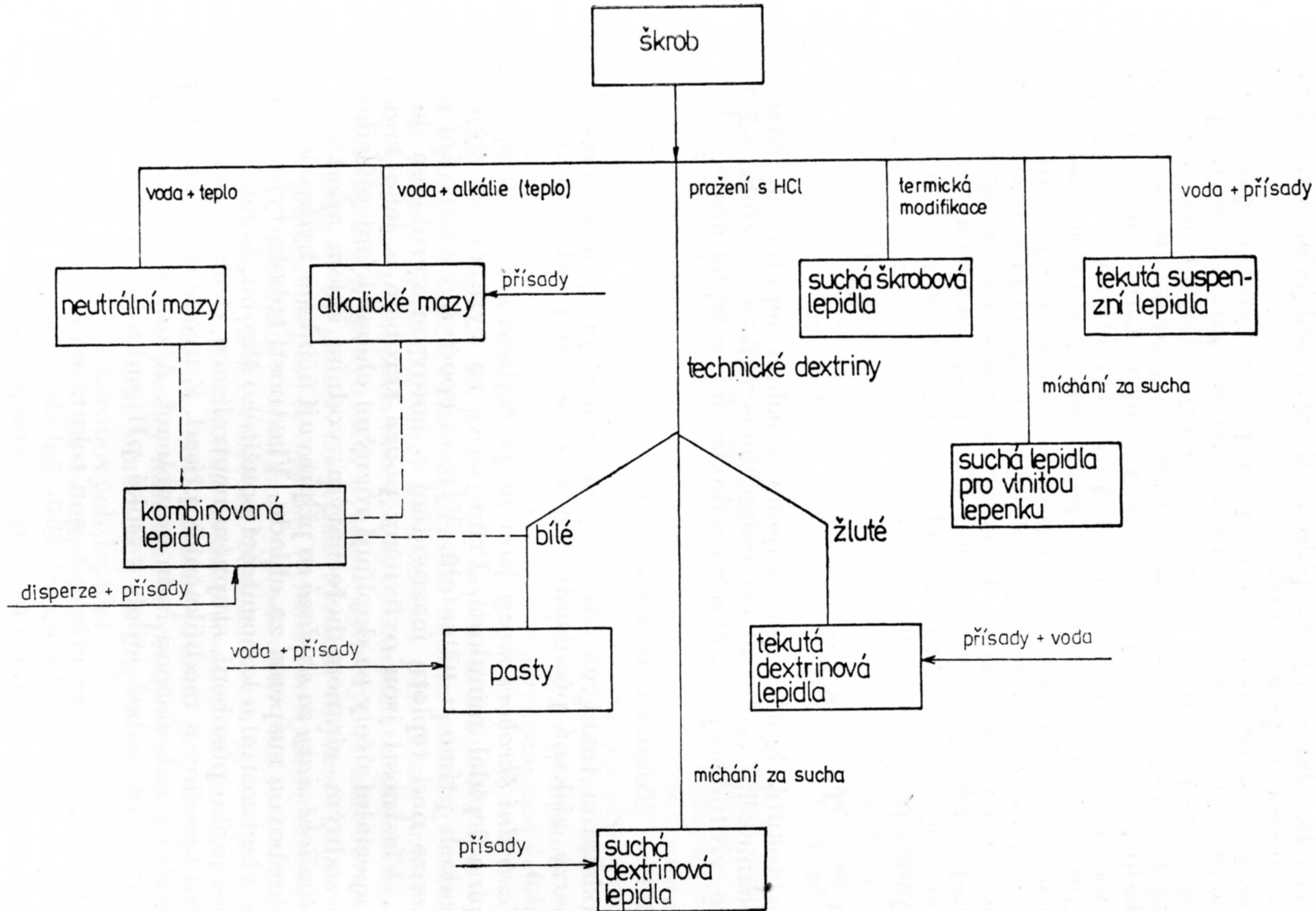
Obr. 18. Produkt "Super-Slurper"



Obr. 17. Schéma roubování škrobu

Použití modifikovaných škrobů

- **Výroba a úpravy papíru**
- **Potraviny**
- **Textilní průmysl**
- **Lepidla**
- **Farmacie**
- **Flokulanty při čištění vod**
- **.....**



Obr. 75. Schéma výroby různých typů lepidel ze škrobu

VYRÁBÍME LEPIDLO ZE ŠKROBU

Asi 20 g škrobu rozmícháme s 50 ml vody studené a vleje-
me do 200 ml vařící vody, v níž jsme rozpustili 5 g louhu
sodného, a vaříme za stálého míchání. Když škrob zhoustne
a zprůsvitní, je lepidlo hotové. Aby nezplesnivělo, přidáme
3–4 kapky formalinu.

**Obvykle se PRŮMYSLOVĚ používá směs
bramborového a kukuřičného škrobu**

**Výrobu dextrinů asi dám do
laborek**

**Výrobu ŠKROBOVÉHO
LEPIDLA asi také dám do
laborek**

Příklad technologie výrobku ze škrobu

ŠKROB NA PRÁDLO

Nativní škrob se musí vařit a proto jsou používány
MODIFIKOVANÉ ŠKROBY

škrob bramborový suchý	Modřidlo, pro potlačení žlutého odstínu	1 000 kg
borax		40 kg
síran sodný kalcinovaný		50 kg
polyethylenoxidový vosk		1 kg
ultramarin a aróma		× ×

BORAX – rozrušuje vodíkové můstky mezi makromolekulami a tak zvyšuje rozpustnost zastudena, vytváří **DIESTER ŠKROBU**

Na₂SO₄ – zvyšuje rozpustnost

PEO (polyethylenový oxidovaný) vosk – proti shlukování při rozpouštění, regulace lepivosti při žehlení

Může se přidat i **PARAFÍNOVÝ VOSK** > regulace lepivosti při žehlení

Ve studené vodě se rozpustí navážený borax a síran sodný. Do roztoku se suspenduje škrob tak, aby celková sušina směsi nepřesáhla 25 % hmotnosti. Do suspenze se dávkuje rozpuštěný vosk. Směs se napouští na sušicí válec a zpracovává obvyklým způsobem.

HEREROGENNÍ REAKCE > PROČ???

Parametry postupu

škrob : borax : síran	100 : 4 : 5
wosk	0,5 %/škrob
tlak na válci	0,6 MPa

Parametry výrobku

sušina v % nejméně

pH

chování ve studené vodě

velikost částic

použitelnost

Běžná sušina škrobu

86

9 - 11

během 20 min. přechází
v homogenní, čirý, na-
modralý roztok, disperzně
stabilní 25 h

propad sítem (0,25 mm) - 90 %
škrobení prádla v průmyslu
i domácnosti

BORAX – rozrušuje vodíkové můstky mezi makromolekulami a tak zvyšuje rozpustnost zastudena, vytváří **DIESTER ŠKROBU**

BORAX se proto přidává do lepidla při výrobě VLNITÉ LEPENKY

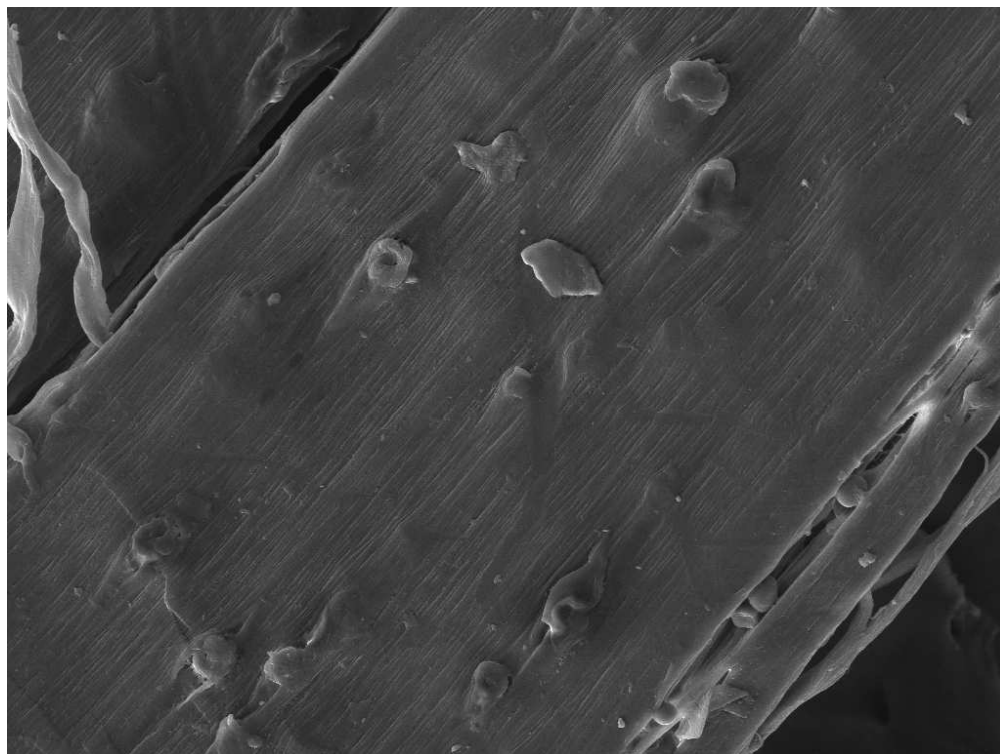
ŠKROBY JAKO BIODEGRADABILNÍ ADITIVA DO SYNTETICKÝCH TERMOPLASTŮ

- **VĚTŠINOU NUTNO „POPOHNAT“
termooxidací**

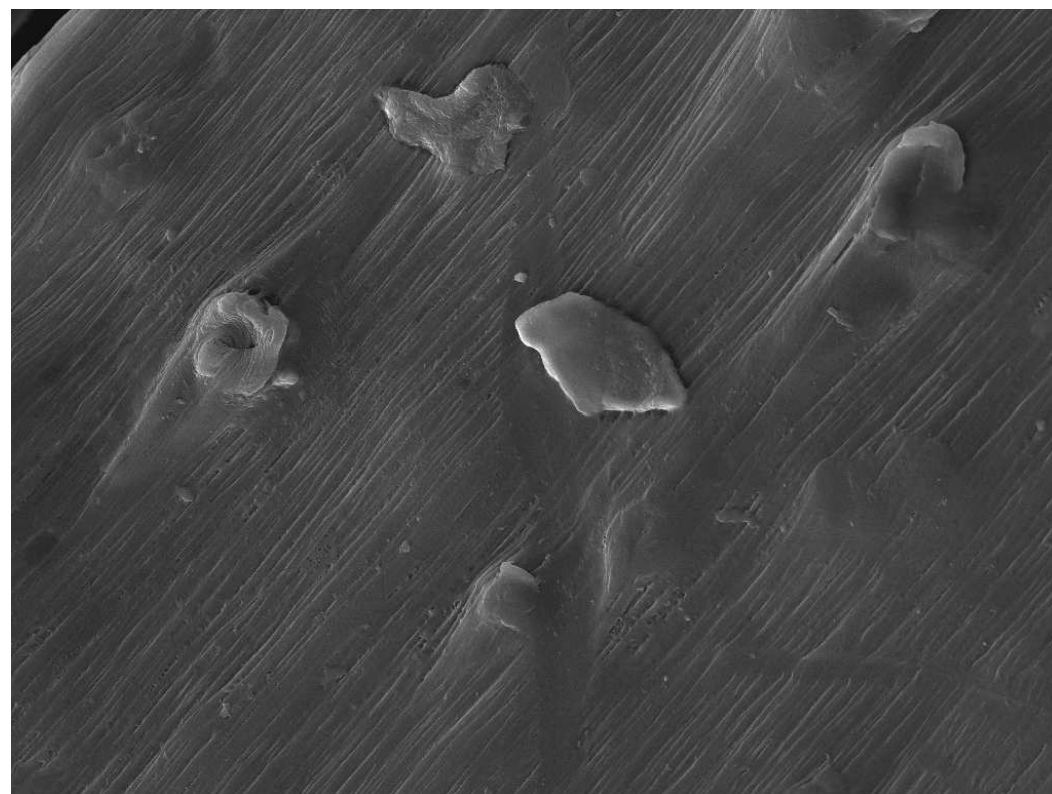
Co jsem dělal já

- **LDPE fólie (až 40 % škrobu
kukuřičného) – vzorek nemůžu najít**
- **Části brokového střeliva**
- **Vlákná - vzorek**

Polypropylénová vlákna s kukuřičným škrobem 1



SEM HV: 15.0 kV	WD: 14.89 mm		MIRA3 TESCAN
View field: 277 μm	Det: SE	50 μm	
SEM MAG: 1.00 kx	Date(m/d/y): 11/15/16	Department of Physical Electronics, CEPLANT	



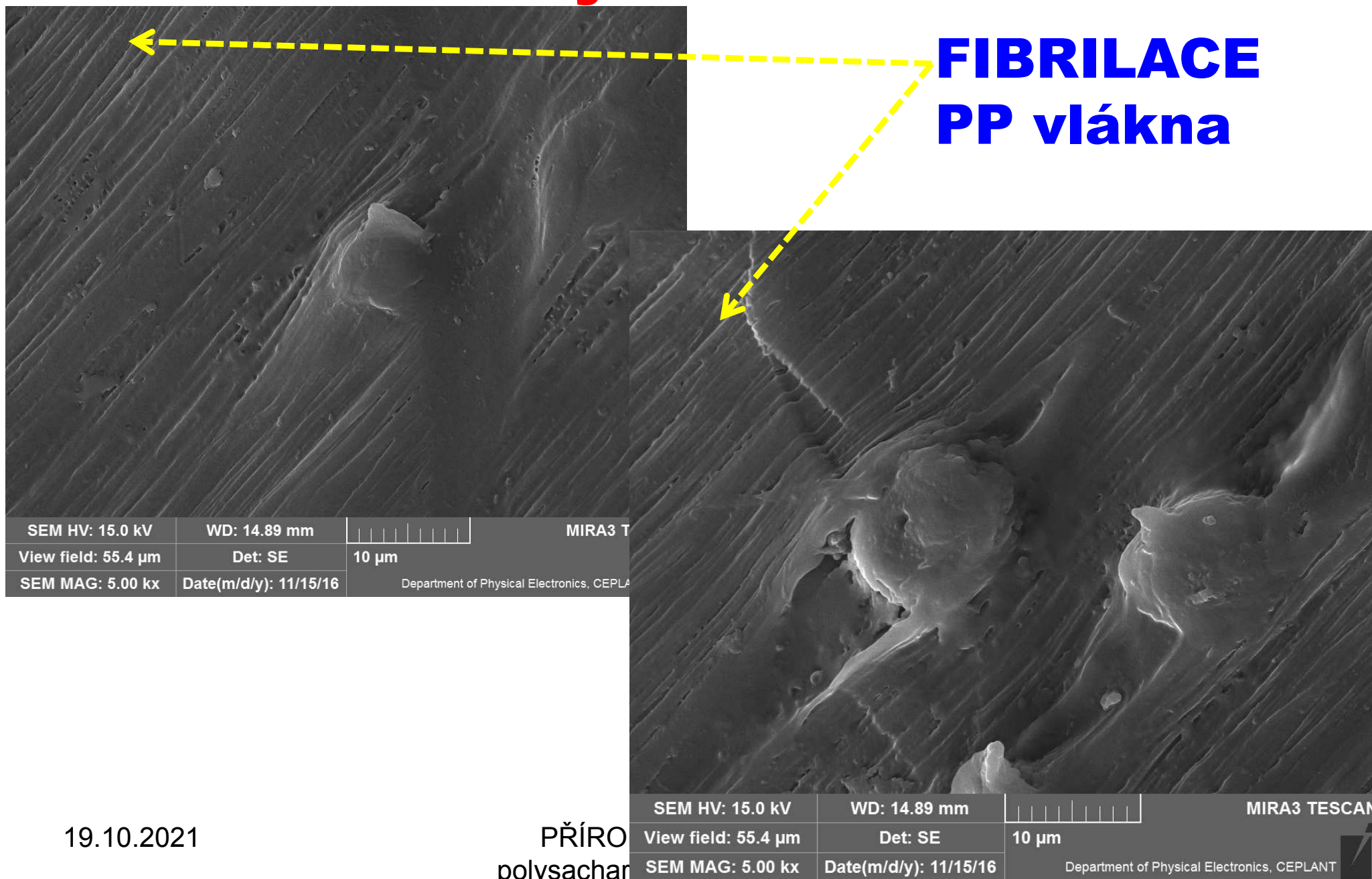
SEM HV: 15.0 kV	WD: 14.89 mm		MIRA3 TESCAN
View field: 138 μm	Det: SE	20 μm	
SEM MAG: 2.00 kx	Date(m/d/y): 11/15/16	Department of Physical Electronics, CEPLANT	

19.10.2021

PŘÍRODNÍ
polysacharidy

2021

Polypropylénová vlákna s kukuřičným škrobem 1



19.10.2021

PŘÍRO
polysachar

2021

TERMOPLASTICKÉ ŠKROBY

- ZPRACOVÁNÍ TECHNOLOGIEMI PRO SYNTETICKÉ TERMOPLASTY, ale velmi náročné (zatím)
- Nutno ale použít změkčovadla – voda & glycerol
- Přidávají se i vazebné látky s více – COOH skupinami
- Výrobky jsou BIODEGRADOVATELNÉ
- Ve spojení s PŘÍRODNÍMI VLÁKNY (např. len) > BIODEGRADOVATELNÉ KOMPOZITY

Ewa Rudnik: Compostable Polymer Materials, ISBN: 978-0-08-045371-2

Journal of Macromolecular Science, Part C >

Polymer Reviews

Volume 44, 2004 - Issue 3

1435309

0



Views CrossRef citations Altmetric

Original Articles

Biodegradable Multiphase Systems Based on Plasticized Starch: A Review

Luc Avérous 

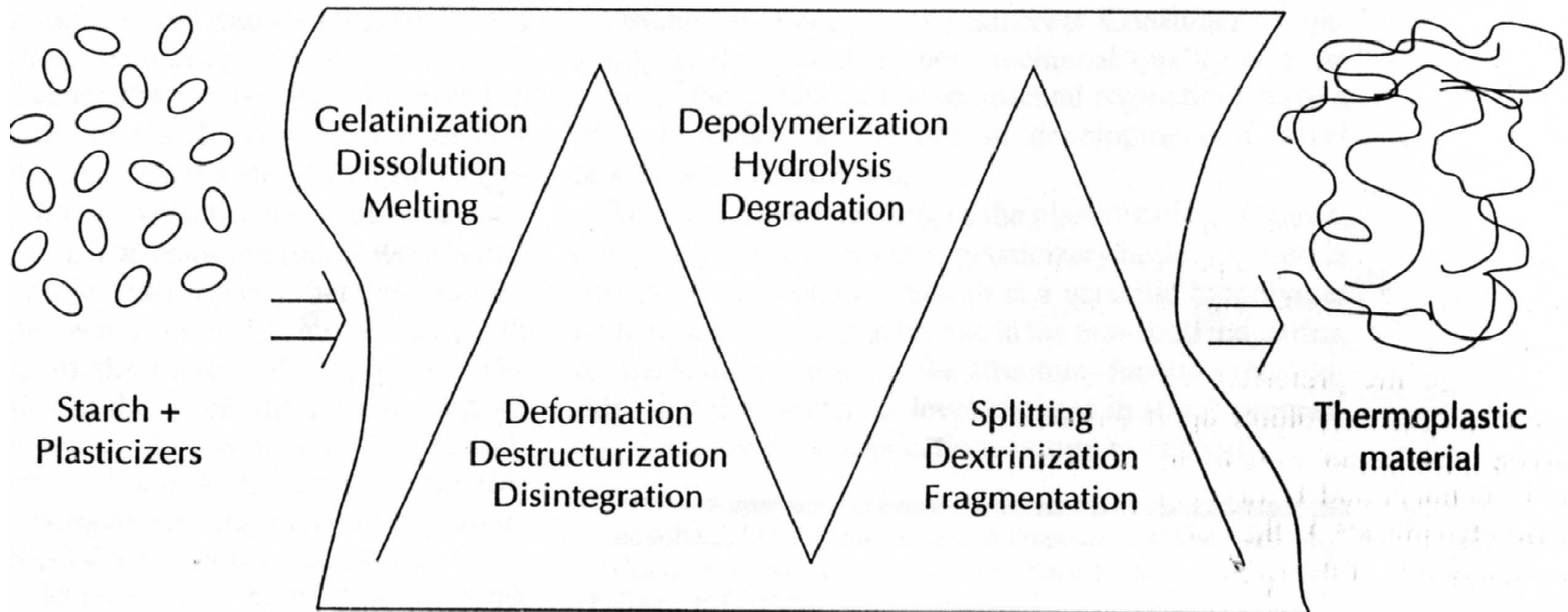
Pages 231-274 | Received 08 Apr 2003, Accepted 12 Feb 2004, Published online: 24 Aug 2007

 Download citation  <http://dx.doi.org/10.1081/MC-200029326>

Modification of Starch Properties with Plasticizers

K. Poutanen and P. Forssell

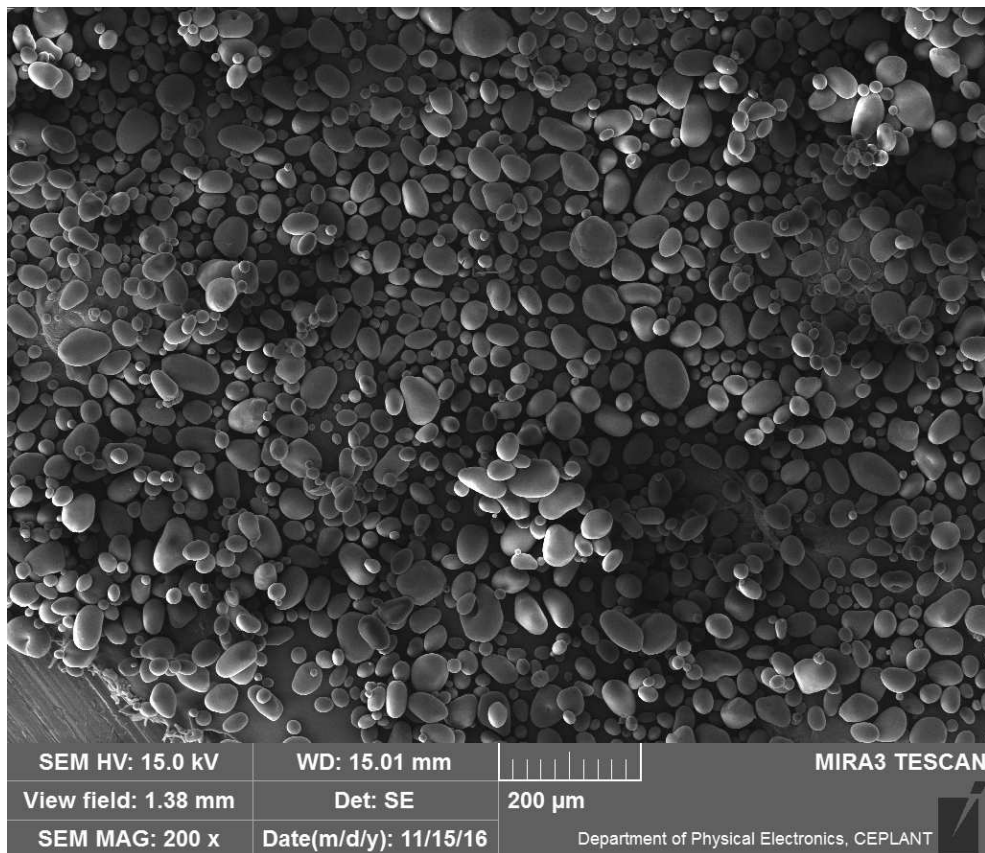
NEJBĚŽNĚJŠÍ jsou VODA & GLYCEROL



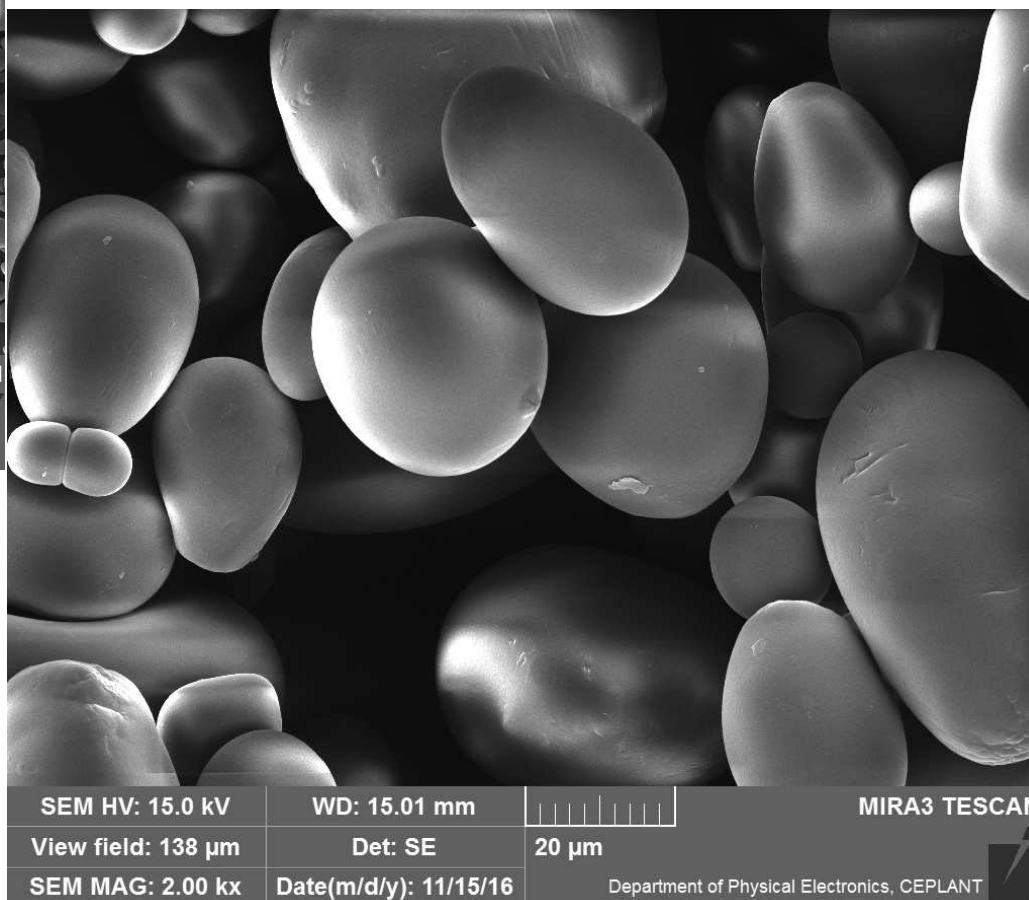
Škrob v práci konzervátora a restaurátora

Typ škrobu nebo jeho derivátu	Fyzikální forma	Použití	poznámka
Nativní škrob	Maz	Rentoaláž	Přídavek formalínu proti napadení plísněmi Emulgace s balzámy > vyšší lepidlost
Dextrin	Roztok	Lepidlo na papír a knihy (UMĚLÁ KLOVATINA)	Křehké filmy > MĚKČENÍ GLYCERINEM NEBO MEDEM
Dextrin	Roztok	Pojivo barev	
Nativní škrob	Maz	Pojivo barev (kvaš, tempera)	Přídavek formalínu proti napadení plísněmi

SEM škrobů – vlastní práce na MU



NEVIDÍTE tam žádné ZVRÁSNĚNÍ POVRCHU, jako na kresbě (viz snímek 8). Asi proto, že tady nebyla zrna škrobu před snímkování vysušena.



ŠKROB BRAMBOROVÝ

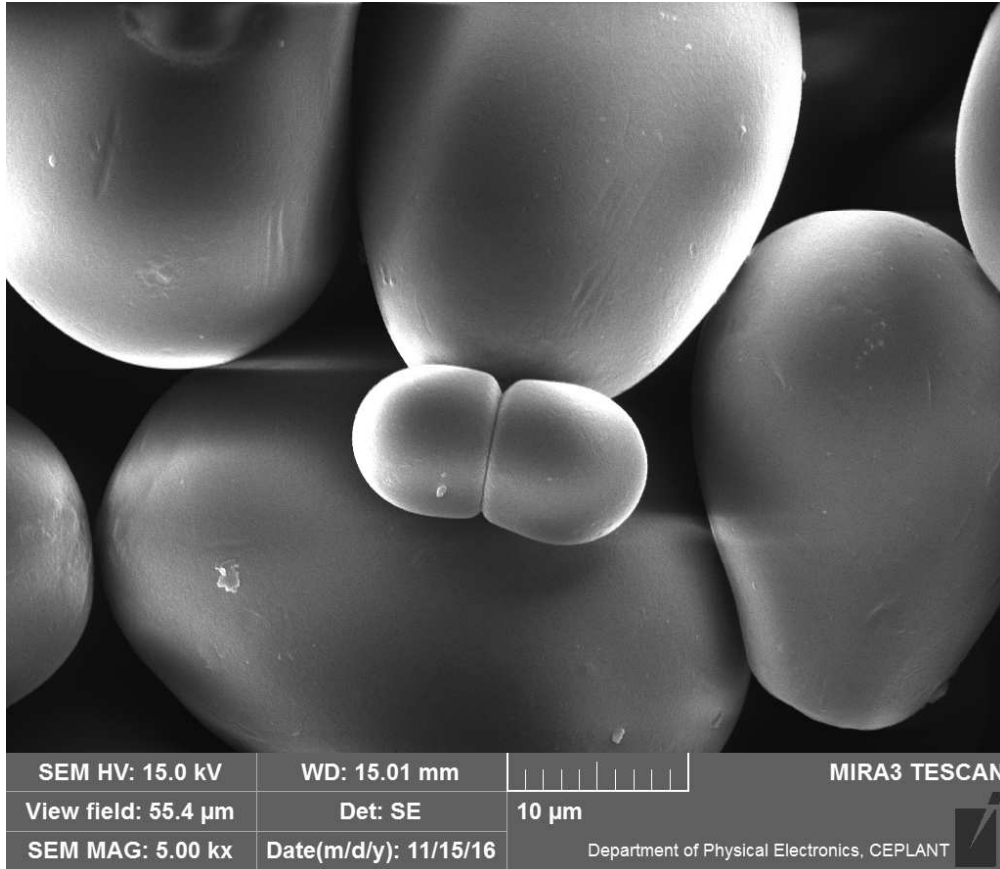
19.10.2021

PŘÍRODNÍ POLYMERY
polysacharidy škrob PŘF MU 6

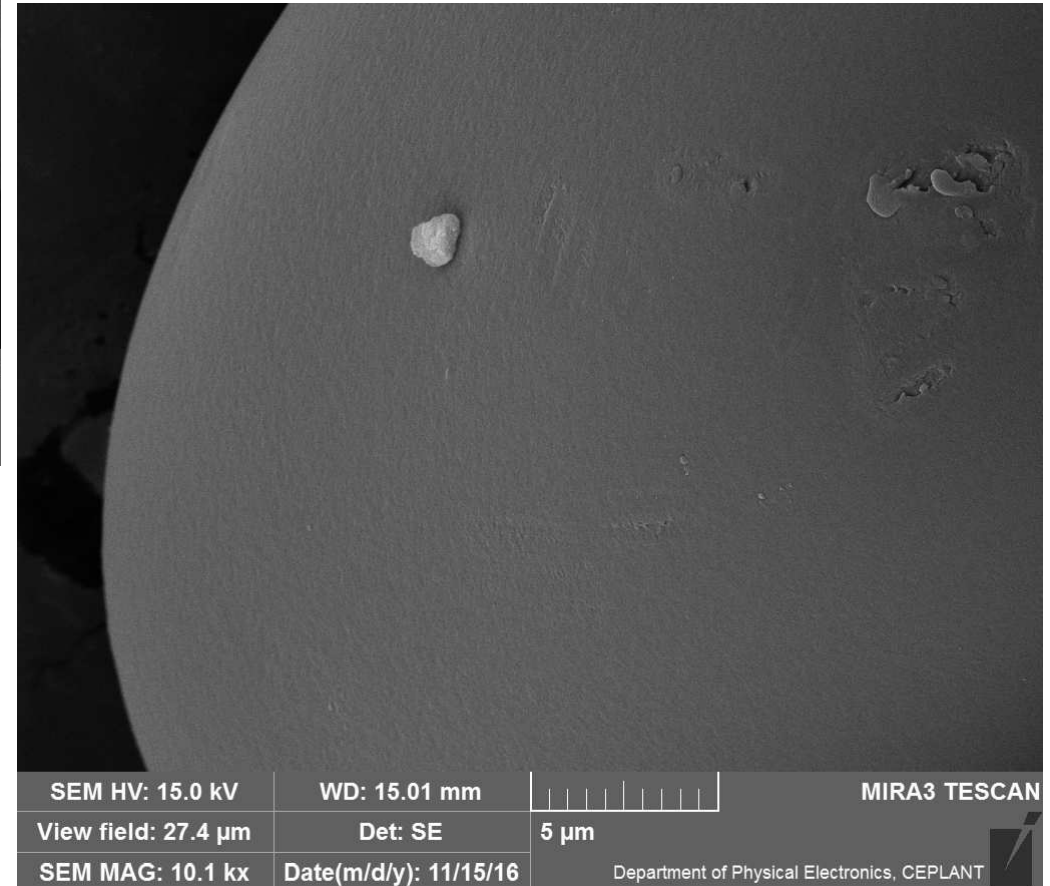
2021

155

SEM škrobů – vlastní práce na MU



ŠKROB BRAMBOROVÝ



19.10.2021

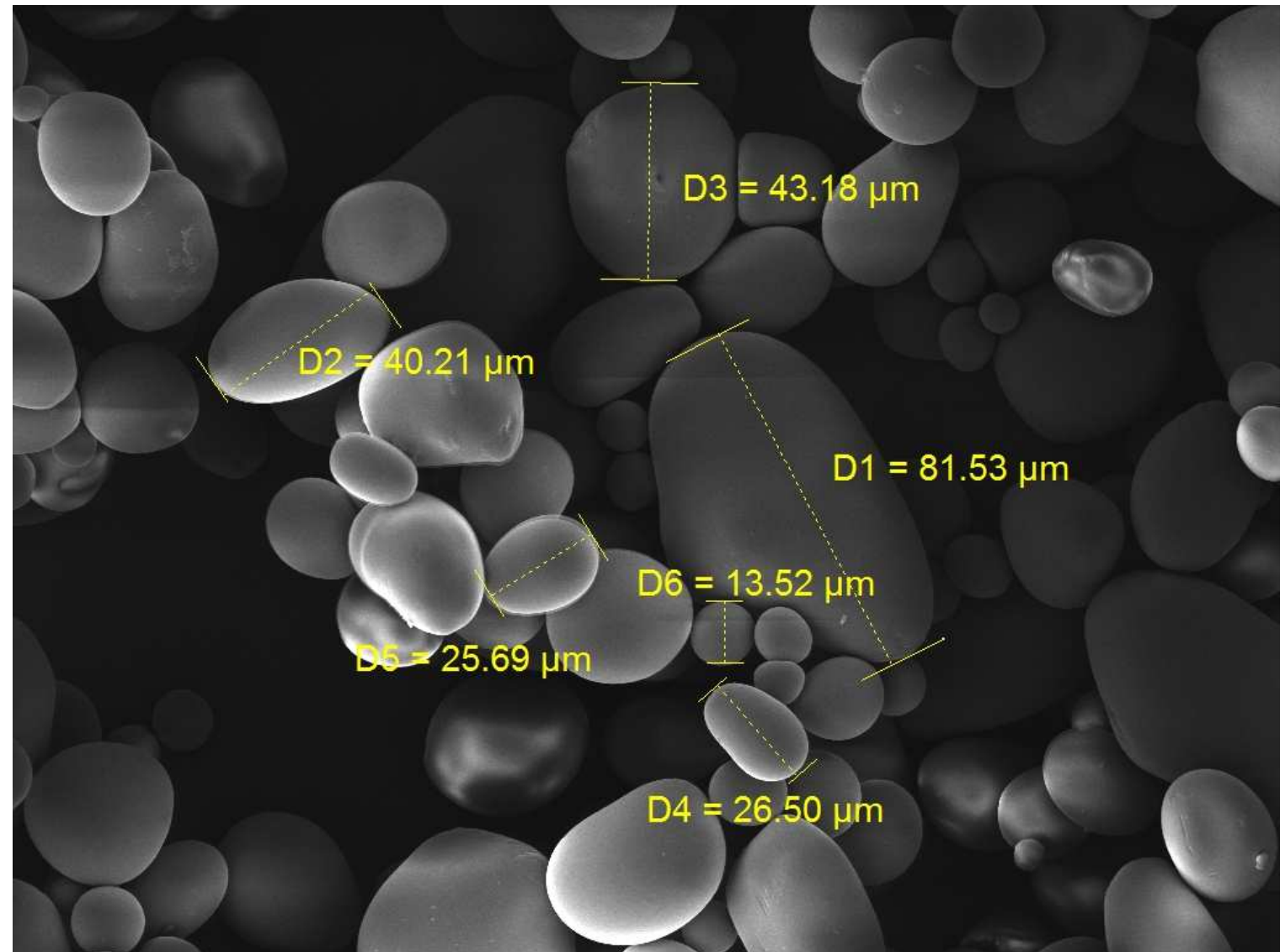
PŘÍRODNÍ POLYMERY
polysacharidy škrob PŘF MU 6

156

2021

SEM škrobů – vlastní práce na MU

ŠKROB BRAMBOROVÝ

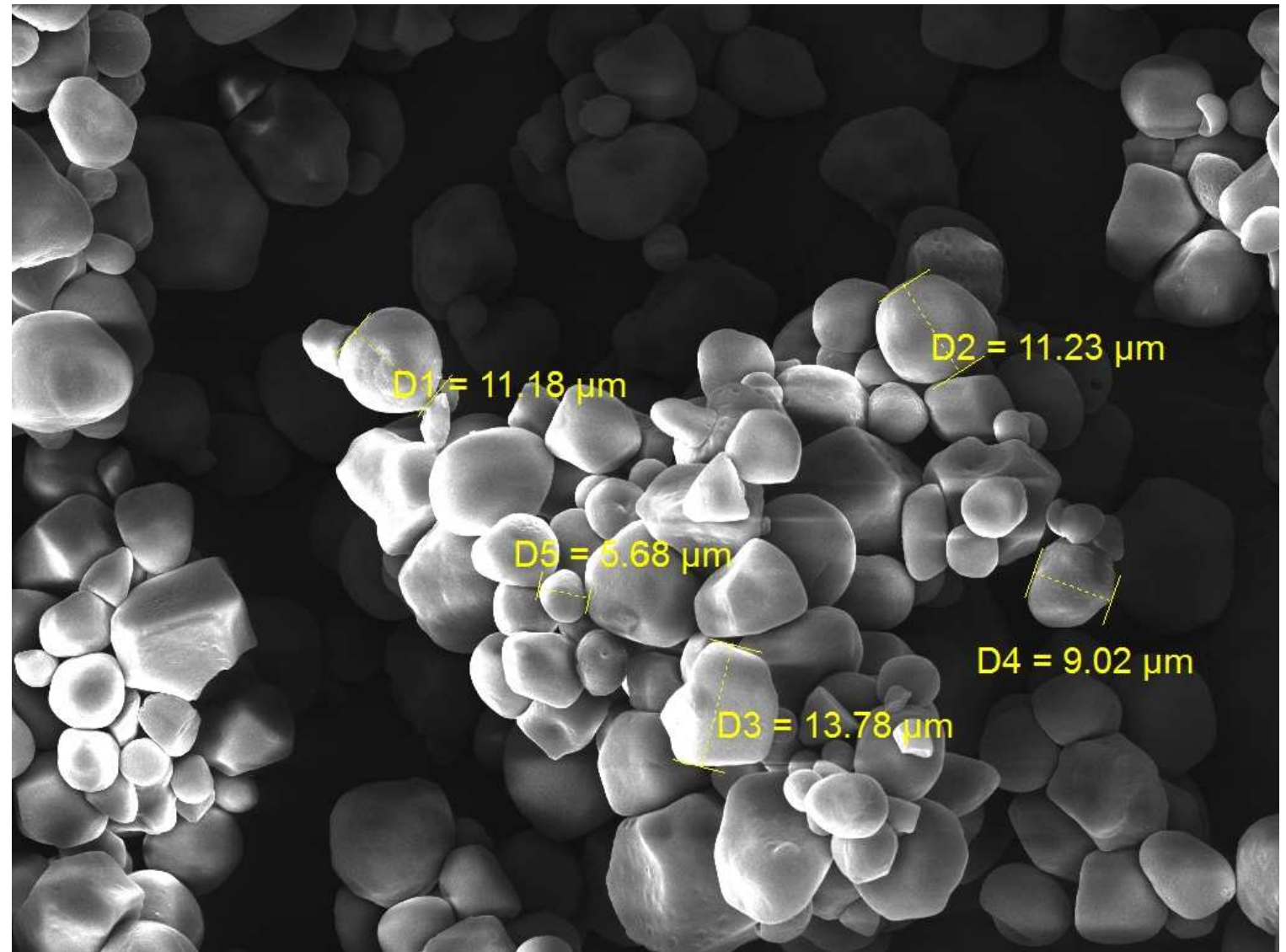


SEM HV: 15.0 kV	WD: 15.01 mm	MIRA3 TESCAN
View field: 277 μm	Det: SE	50 μm
SEM MAG: 1.00 kx	Date(m/d/y): 11/15/16	Department of Physical Electronics, CEPLANT

19.10.2021

SEM škrobů – vlastní práce na MU

ŠKROB KUKUŘIČNÝ



SEM HV: 15.0 kV

WD: 14.87 mm

MIRA3 TESCAN

View field: 138 μm

Det: SE

20 μm

SEM MAG: 2.00 kx

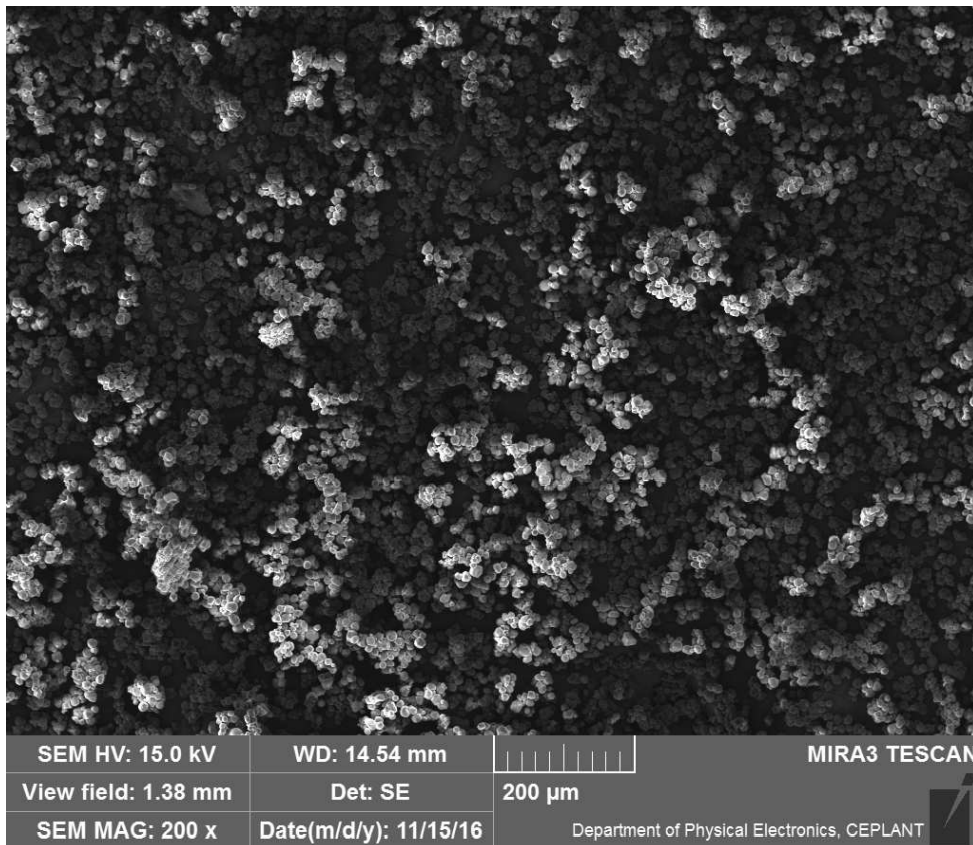
Date(m/d/y): 11/15/16

Department of Physical Electronics, CEPLANT

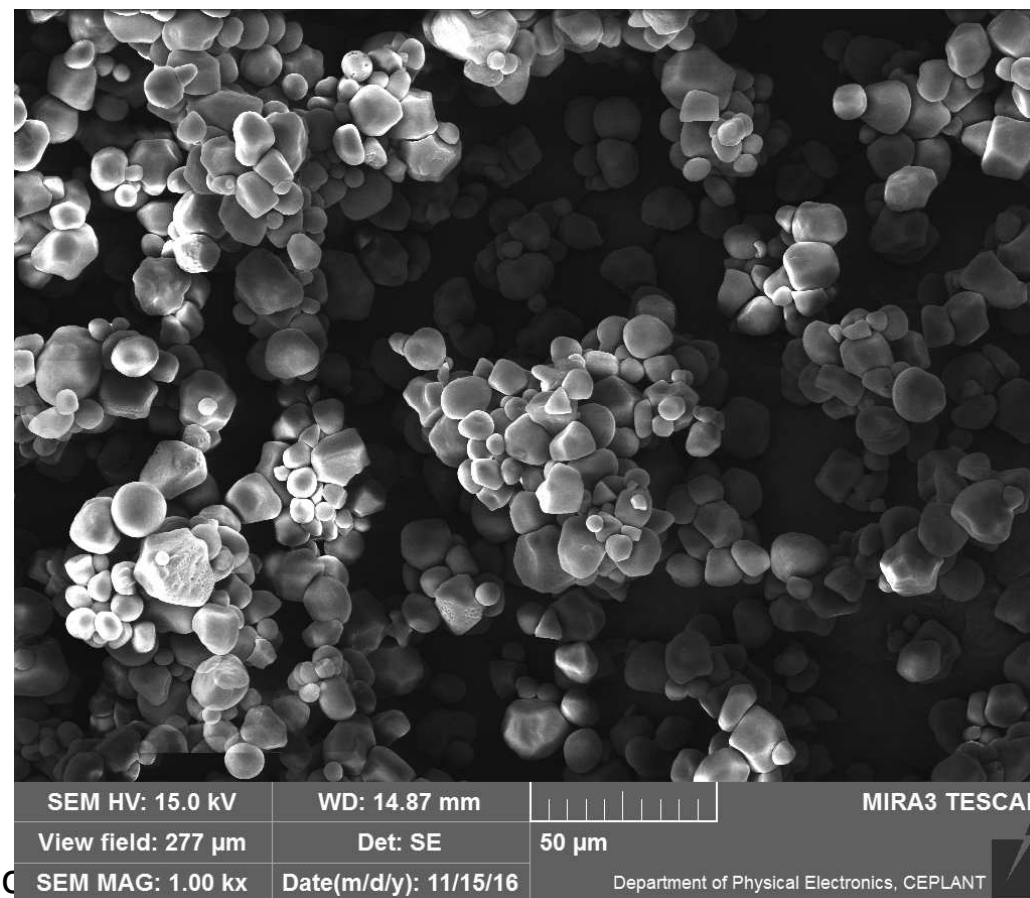
19.10.2021

SEM škrobů – vlastní práce na MU

ŠKROB KUKUŘIČNÝ



NEVIDÍTE tam žádné ZVRÁSNĚNÍ POVRCHU, jako na kresbě (viz snímek 8). Asi proto, že tady nebyla zrna škrobu před snímkování vysušena.

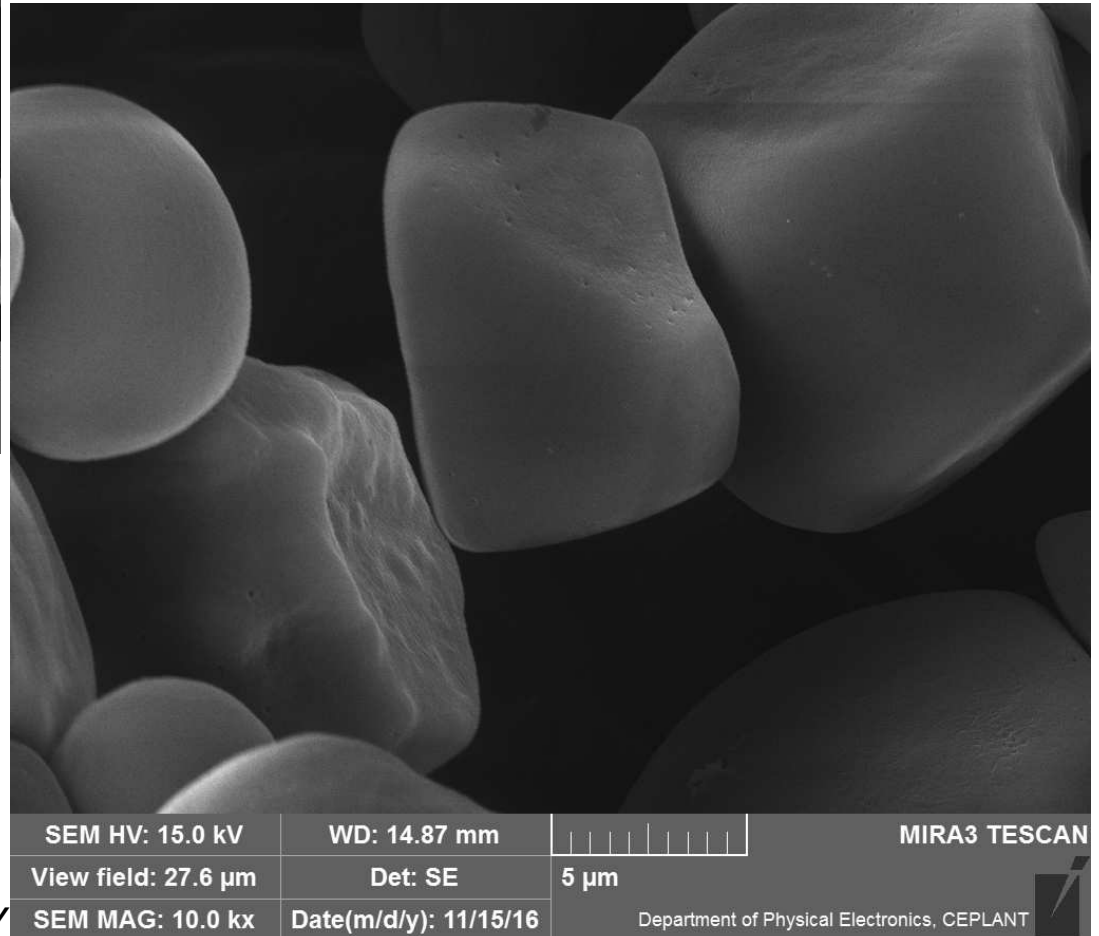
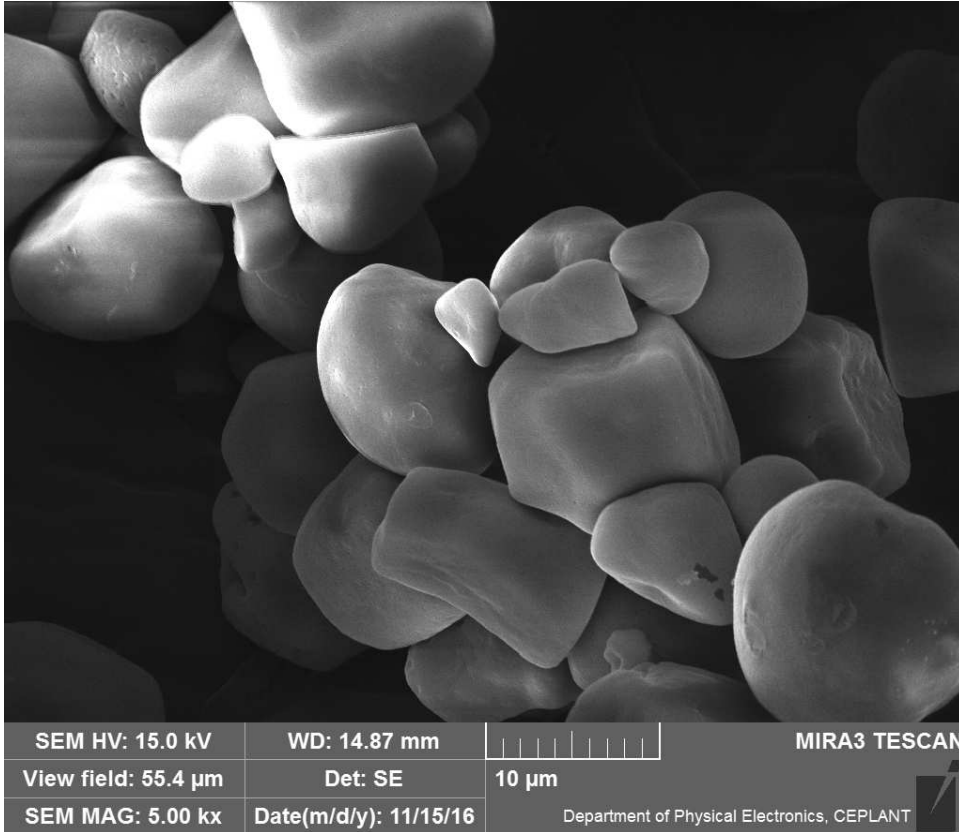


19.10.2021

PŘÍRODNÍ POLYMERY po

SEM škrobů – vlastní práce na MU

ŠKROB KUKUŘIČNÝ

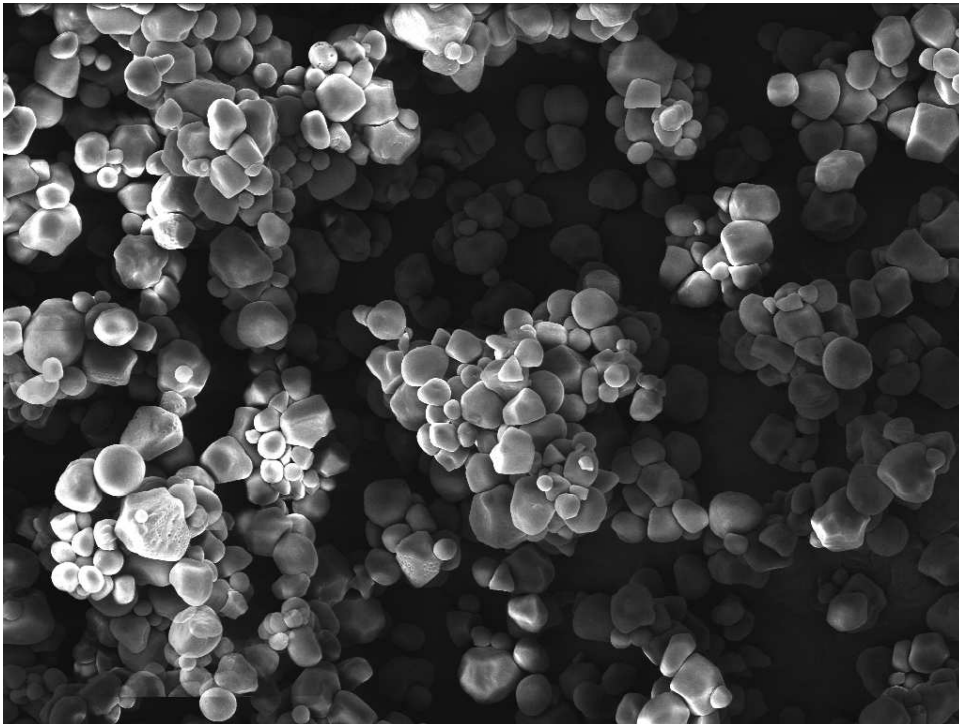


19.10.2021

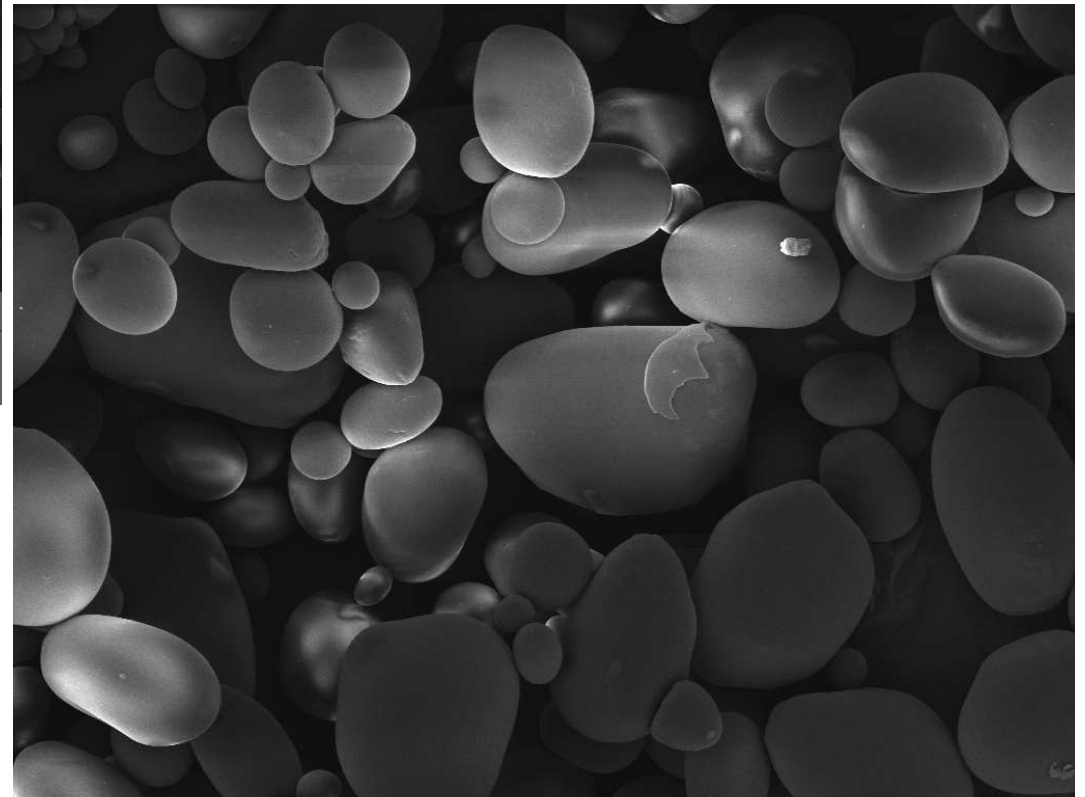
PŘÍRODNÍ POLYMERY

SEM škrobů – vlastní práce na MU

ŠKROB KUKUŘIČNÝ X BRAMBOROVÝ



SEM HV: 15.0 kV	WD: 14.87 mm	MIRA3 TESCAN
View field: 277 μ m	Det: SE	50 μ m
SEM MAG: 1.00 kx	Date(m/d/y): 11/15/16	Department of Physical Electronics, CEPLANT



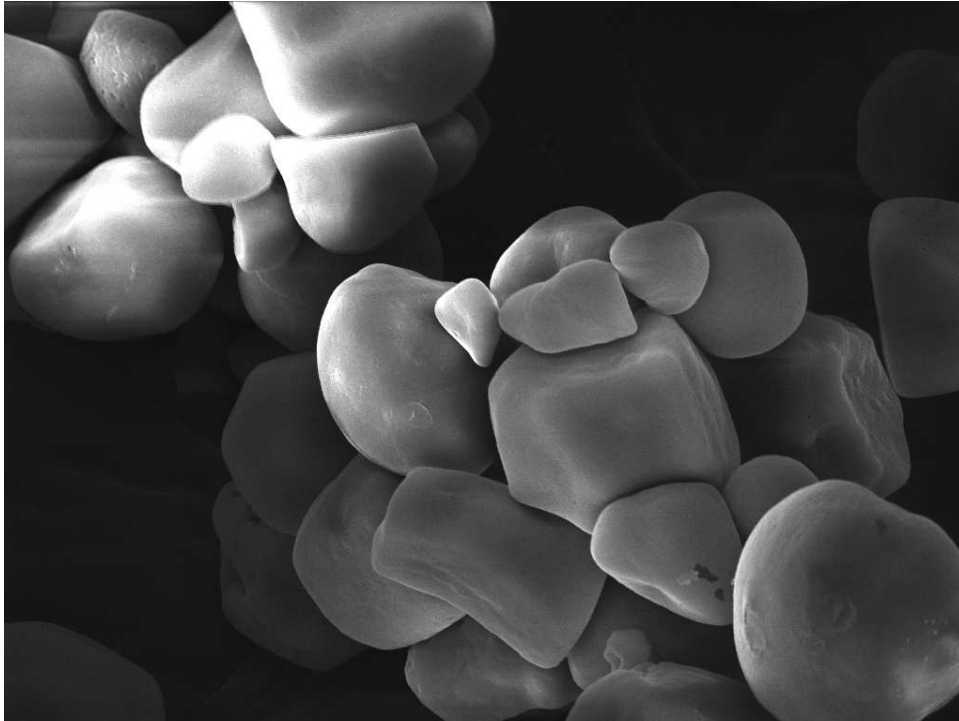
SEM HV: 15.0 kV	WD: 15.01 mm	MIRA3 TESCAN
View field: 277 μ m	Det: SE	50 μ m
SEM MAG: 1.00 kx	Date(m/d/y): 11/15/16	Department of Physical Electronics, CEPLANT

19.10.2021

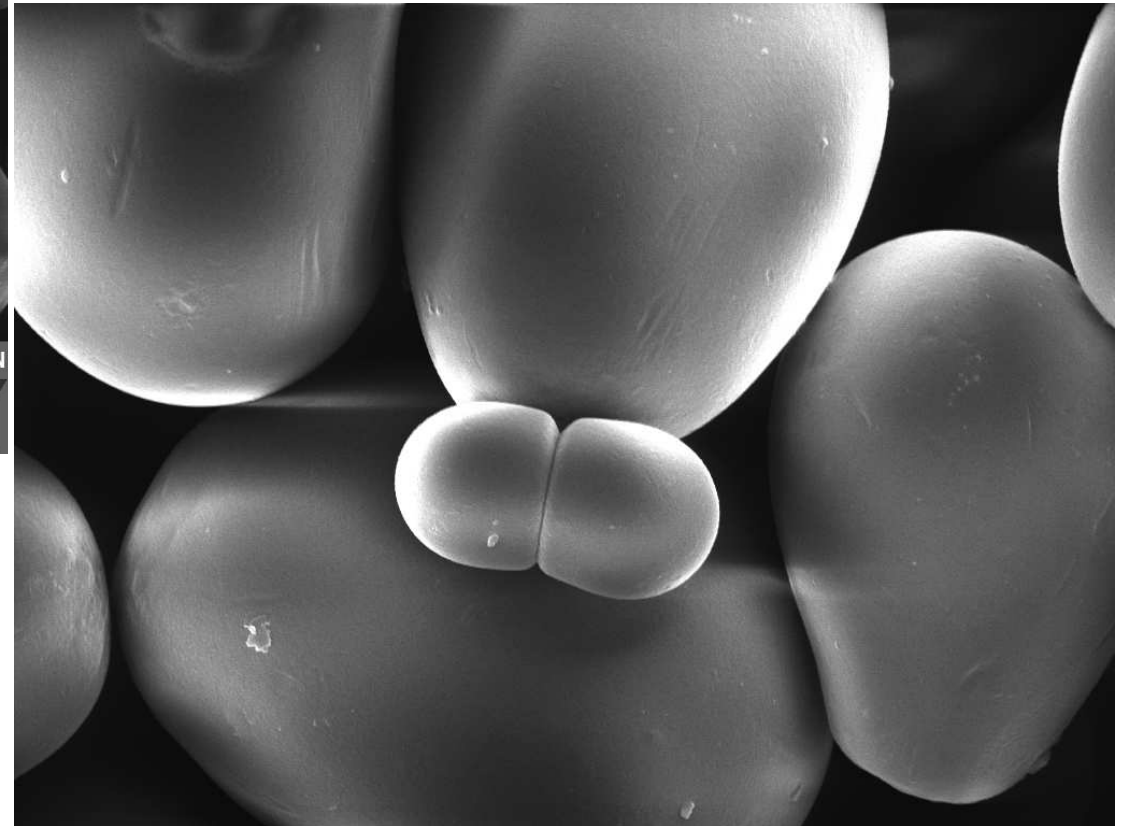
PŘÍRODNÍ POLYMERY

SEM škrobů – vlastní práce na MU

ŠKROB KUKUŘIČNÝ X BRAMBOROVÝ



SEM HV: 15.0 kV	WD: 14.87 mm		MIRA3 TESCAN
View field: 55.4 μm	Det: SE	10 μm	
SEM MAG: 5.00 kx	Date(m/d/y): 11/15/16	Department of Physical Electronics, CEPLANT	



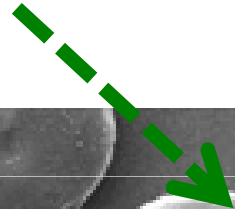
SEM HV: 15.0 kV	WD: 15.01 mm		MIRA3 TESCAN
View field: 55.4 μm	Det: SE	10 μm	
SEM MAG: 5.00 kx	Date(m/d/y): 11/15/16	Department of Physical Electronics, CEPLANT	

19.10.2021

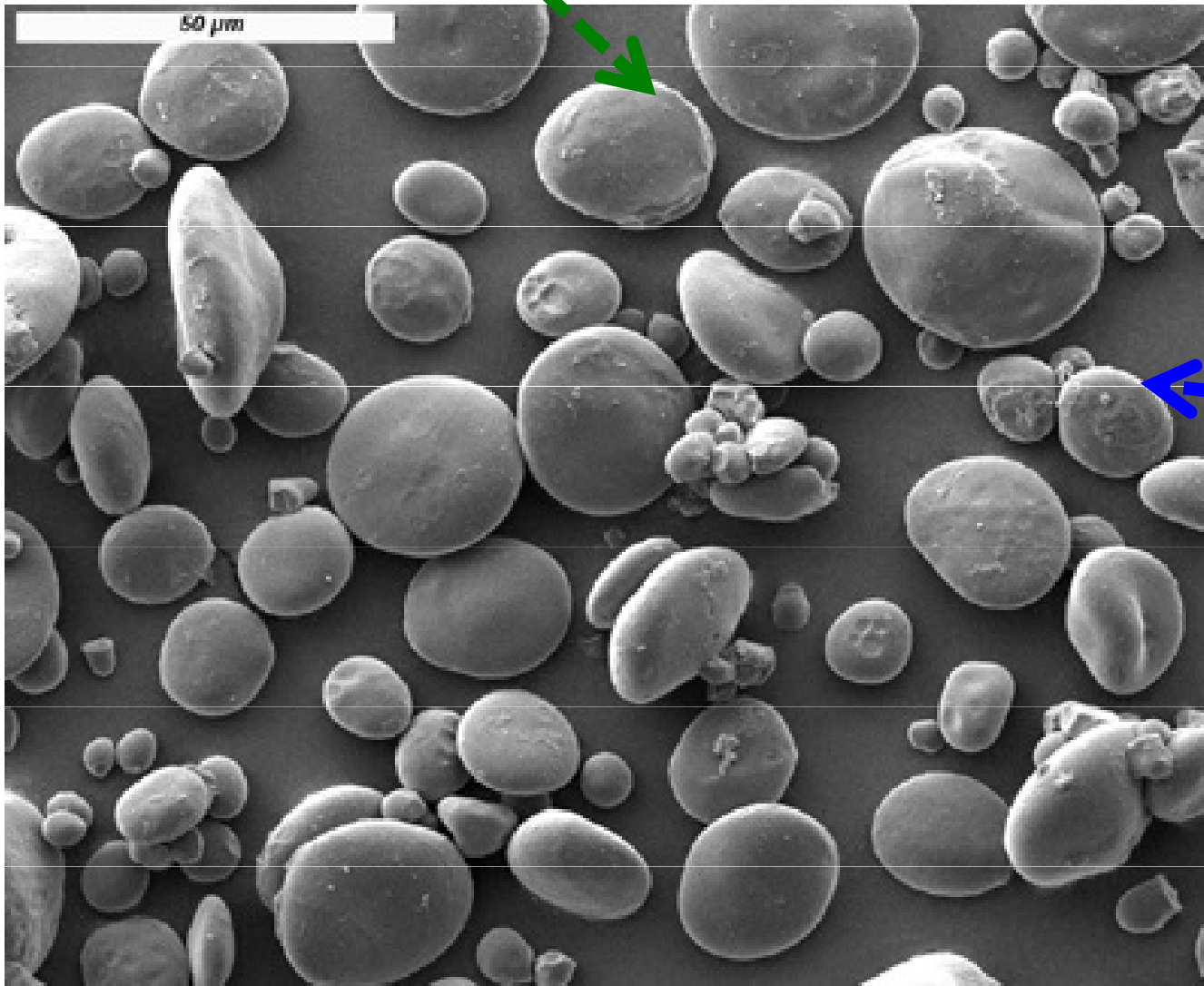
PŘÍRODNÍ POLYMERY

SEM škrobů – PŠENIČNÝ

A zrna



B zrna



AGAR

4.5.6 Agar

Chemické složení

Je to polysacharid, složený asi ze 70 % polygalaktanu (sestavajícího z D-galaktosy a 3,6-anhydrogalaktosy) a asi ze 30 % agaropektinu (D-galaktosa, částečně esterifikovaná kyselinou sírovou).

Agar consists of a mixture of agarose and agarpectin. Agarose, the predominant component of agar, is a linear polymer, made up of the repeating monomeric unit of agarobiose. Agarobiose is a disaccharide made up of D-galactose and 3,6-anhydro-L-galactopyranose. Agarpectin is a heterogeneous mixture of smaller molecules that occur in lesser amounts, and is made up of alternating units of D-galactose and L-galactose heavily modified with acidic side-groups, such as sulfate and **pyruvate**.

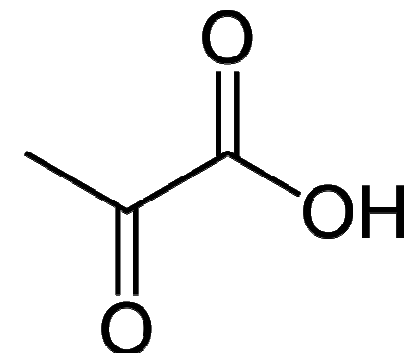
AGAR & potravinářství

- ČIŘENÍ ovocných šťáv
- Zahušťovadlo

AGAR & medicína

Živná půda pro růst plísní a bakterií

Kyselina
pyrohroznová



Jiné užitečné polysacharidy 1

Jitrocel vejčitý (*Plantago ovata*, *Psyllium plantago*)

je jednoletá rostlina, druh rodu jitrocel. Je jedním z mála jitrocelů který nepovažujeme za plevel, nýbrž za léčivku a je pěstován pro léčivé účinky semen.

Tento druh jitrocele se pro farmakologické účinky semen pěstuje na plantážích např. v Indii, Brazílii, na Blízkém východě i na severu Afriky. Hlavní léčebnou látkou je **rozpustná vláknina ve formě bezbarvého slizu** který po zvlhnutí bobtná. Získává se z osemení které se ze suchých semen sdírá a mele na prášek, osemení tvoří asi čtvrtinu objemu semene. **Je schopno absorbovat vodu a tím asi desetinásobně zvětšit svůj objem, nejčastěji se používá jako šetrné projímadlo.**

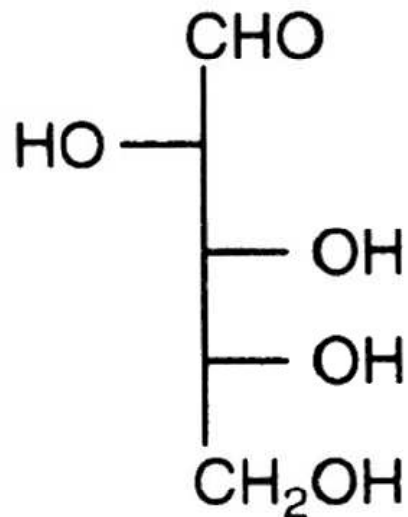
Jiné užitečné polysacharidy 2

Rostlinné slizy

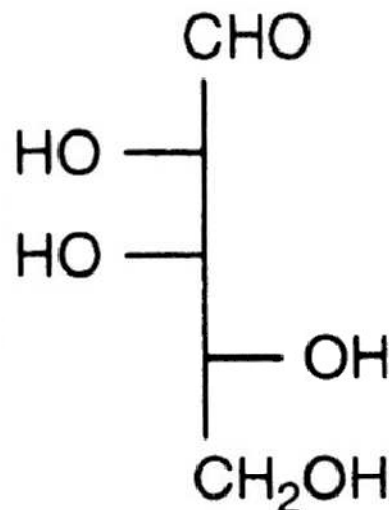
Jsou to HETEROPLYSACHARIDY

Jsou to jak neutrální, tak kyselé polysacharidy s rozvětvenou strukturou, např. D-galakto-D-mannany, D-gluko-D-mannany, L-arabino-D-xylany a některé polysacharidy s D-galakturonovou kyselinou. Vyskytují se především v semenech, anebo v kůře, a jejich pravděpodobnou funkcí je zadržování vody a ochrana před vysycháním.

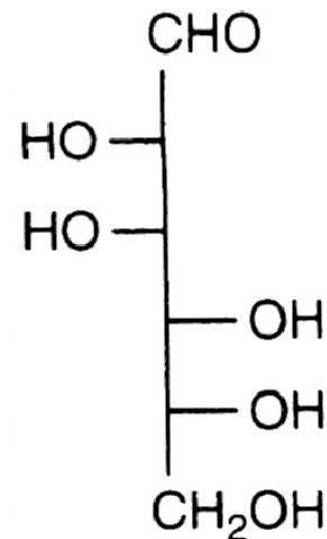
PENTÓZY



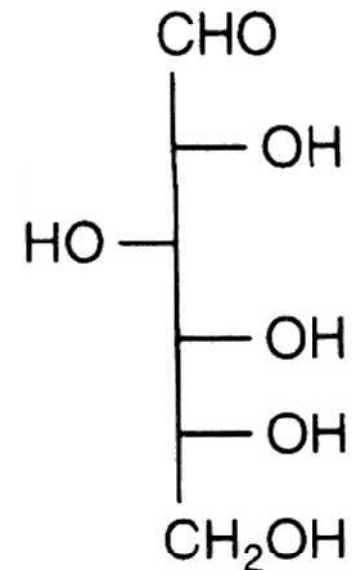
arabinose



lyxose



mannose



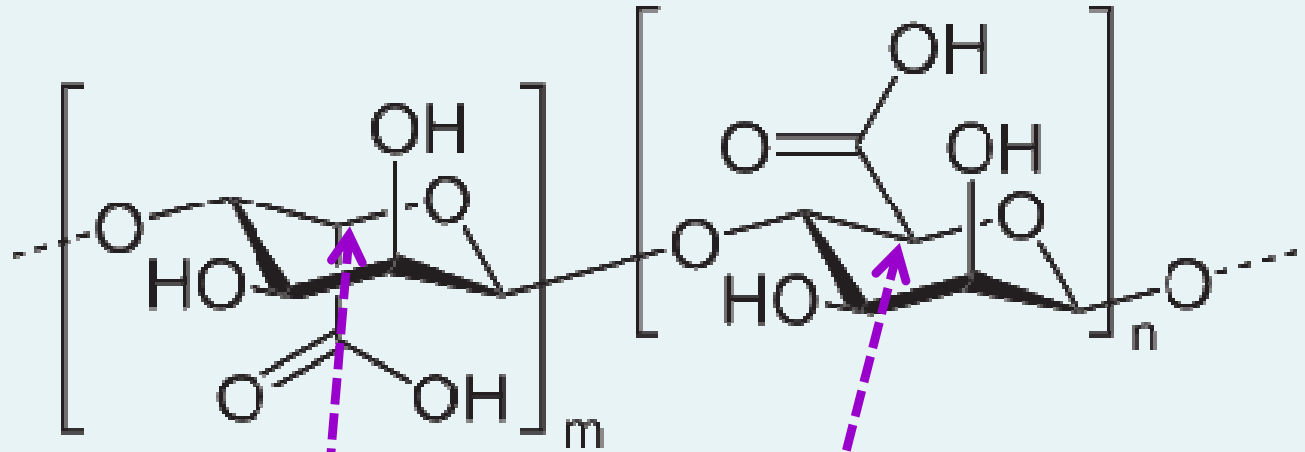
glucose

HEXÓZY

Stavební jednotka

Strukturní jednotka

L-gulopyranuronová
kyselina



ALGINÁT

Molar mass

10,000 – 600,000

Alginic acid is a linear copolymer with homopolymeric blocks of (1-4)-linked β-D-mannuronate (M) and its C-5 epimer α-L-guluronate (G) residues, respectively, covalently linked together in different sequences or blocks.

Alginate absorbs water quickly, which makes it useful as an additive in dehydrated products such as slimming aids, and in the manufacture of paper and textiles. It is also used for waterproofing and fireproofing fabrics, in the food industry as a thickening agent for drinks, ice cream and cosmetics, and as a gelling agent for jellies.^[citation needed]

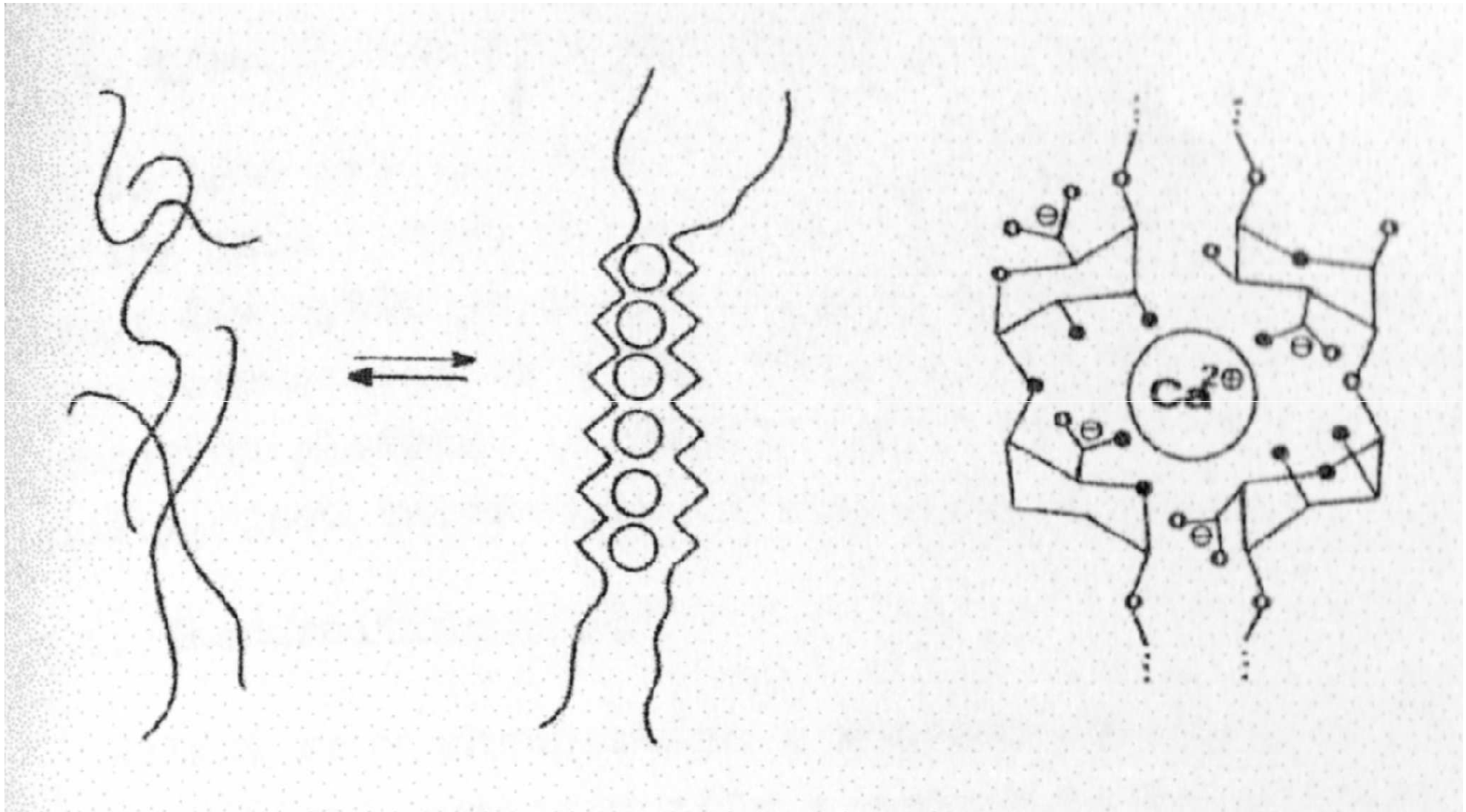
Alginate is used as an ingredient in various pharmaceutical preparations, such as Gaviscon, in which it combines with bicarbonate to inhibit reflux. Sodium alginate is used as an impression-making material in dentistry, prosthetics, lifecasting and for creating positives for small-scale casting.

Sodium alginate is used in reactive dye printing and as a thickener for reactive dyes in textile screen-printing.^[citation needed] Alginates do not react with these dyes and wash out easily, unlike starch-based thickeners.

As a material for micro-encapsulation.^[7]

Calcium alginate is used in different types of medical products including skin wound dressings to promote healing^[8] and can be removed with less pain than conventional dressings.[[]

Komplexa kationtu Ca^{+2} alginátem – model „vejce v kartónu“



19.10.2021

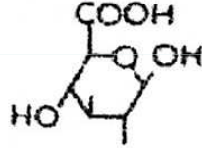
PŘÍRODNÍ POLYMERY
polysacharidy škrob PŘF MU 6

169

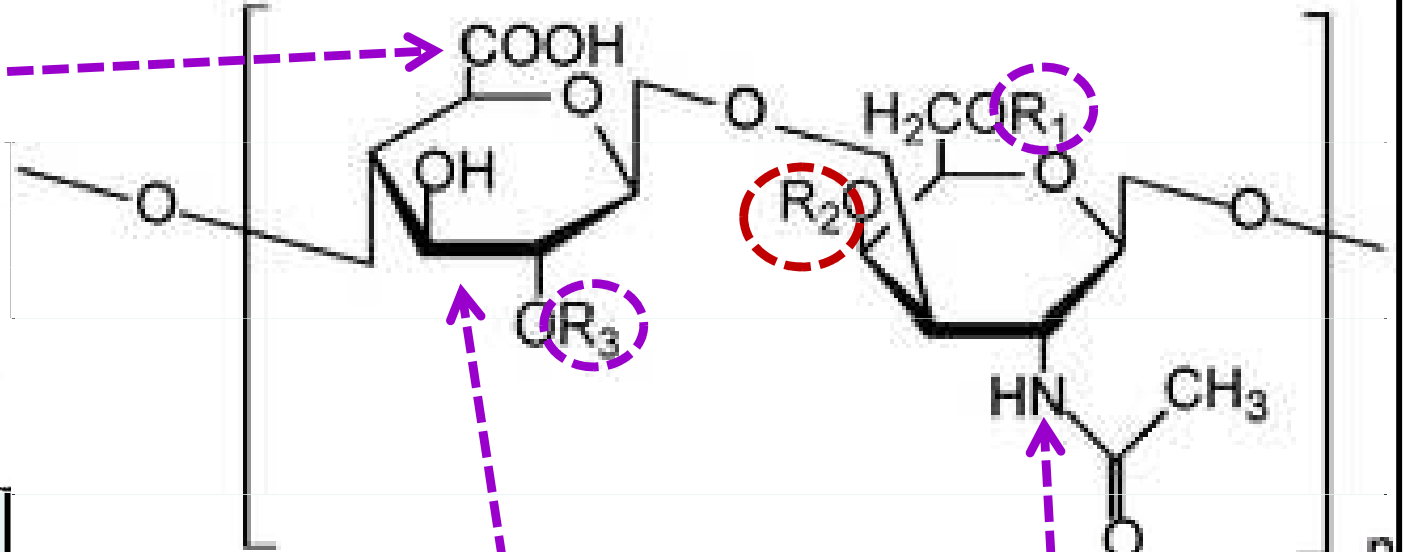
2021

Stavební jednotka

Strukturní jednotka



β -D-glukopyranuronová kyselina



Chemical structure of one unit in a chondroitin sulfate chain.

Chondroitin-4-sulfate:

$R_1 = H$; $R_2 = SO_3H$; $R_3 = H$.

Chondroitin-6-sulfate:

$R_1 = SO_3H$; $R_2, R_3 = H$.

Chondroitin

Jde o polysacharid složený z pravidelně se opakujících monomerů glukuronátu a N-acetylgalaktosaminu

Medicínský profil látky **Chondroitin**

Mechanismus účinku

Působí patrně galaktosamin vzniklý odbouráním polysacharidového řetězce, mechanismus účinku je pravděpodobně shodný s glukosaminem. K výstavbě chrupavky není využíván polysacharidový řetězec či jeho štěpy, ale jednotlivé monomery (vzhledem k výše uvedené biosyntéze proteoglykanů).

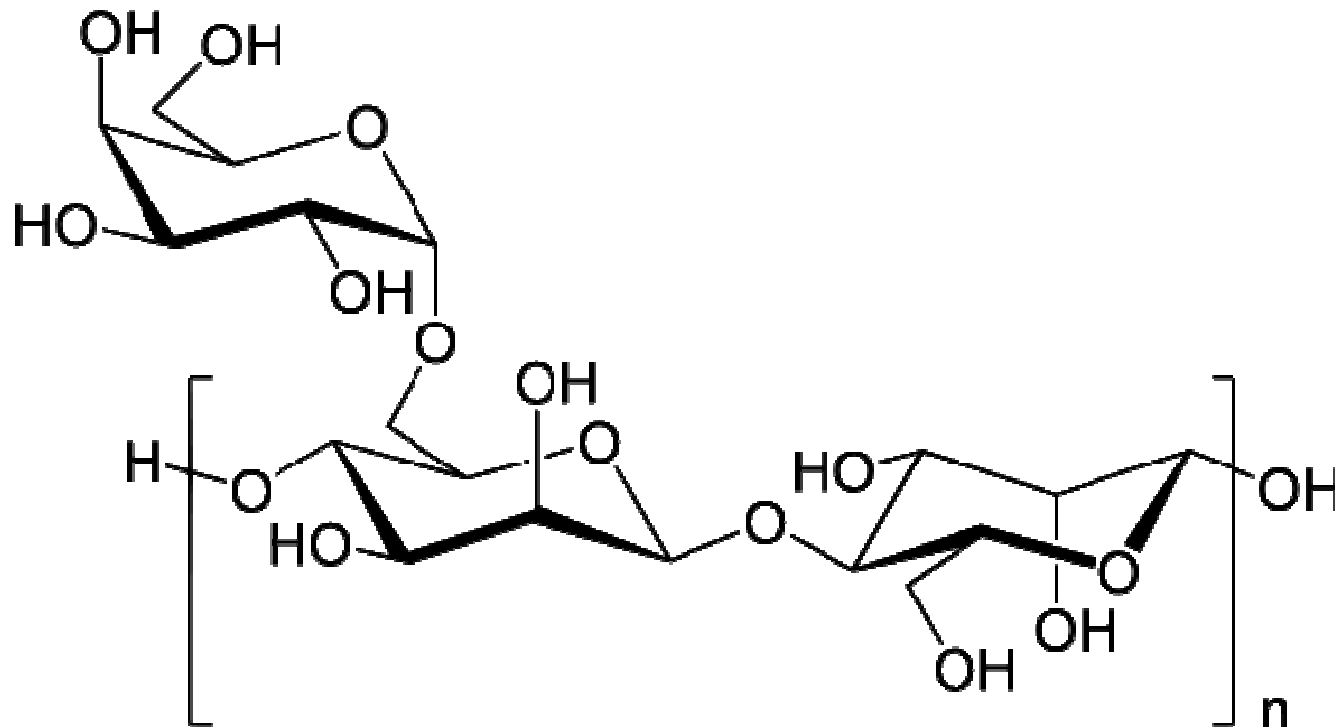
Účinky

Chondroitin sulfát patří mezi symptomaticky pomalu působící léky při osteoartróze. To znamená, že při dlouhodobém užívání (alespoň 2 měsíce) má příznivé účinky proti bolesti a zánětu při artróze kloubů. Na rozdíl od analgetik a nesteroidních antiflogistik je tento účinek opožděný, projeví se až po 4-6 týdnech pravidelného užívání. Po vysazení však tento účinek obvykle přetrvává nějakou dobu. Proto je možné po 2-3 měsících užívání udělat další asi 2-3měsíční přestávku. Chondroitin sulfát též zřejmě dokáže zastavit ztrátu kloubní chrupavky, ke které při artróze dochází.

GUAROVÁ GUMA - rostlinná guma

Chemically, **GUAR GUM IS A POLYSACCHARIDE** composed of the sugars **galactose** and **mannose**. The backbone is a **linear chain of β 1,4-linked mannose** residues to which **galactose** residues are 1,6-linked at every second mannose, **forming short sidebranches**.

Zahušť'ovadlo do potravin, protože už při nízkých koncentracích má velkou viskozitu



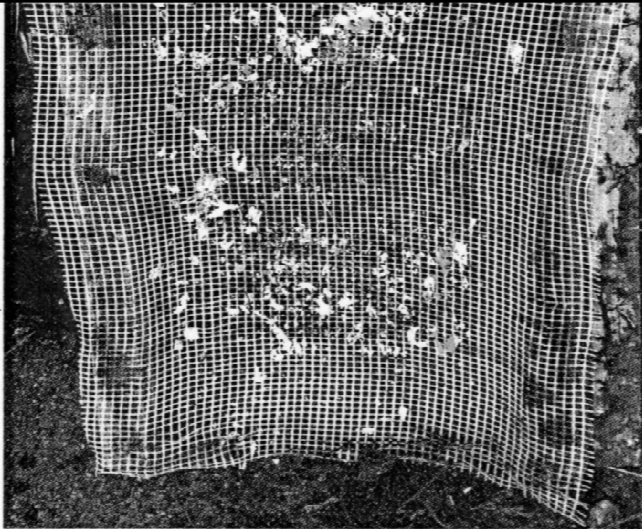
EXAKTNÍ HODNOCENÍ biodegradace ODNOSNÝCH PLASTOVÝCH TAŠEK

Rozklad biopolymérů
v kompostovacím procesu



Tab. 1 – Zkoušené vzorky biopolymerů

Vzorek	Název jednotlivých vzorků	Materiál
1	100 % rozložitelná taška Kaufland modrozelená	HDPE 2, TDPA – zcela odbouratelná plastická aditiva
2	nákupní taška Tesco	HDPE 2, PE granule + speciální aditiva d ₂ w
3	kompostovatelná taška Průhmat	BIOflex 219 F
4	kompostovatelná taška Envira	škrob, PCL – polykaprolakton
5	kompostovatelný sáček Envira	škrob, PCL – polykaprolakton, mater-Bi
6	biosáček na psí exkrementy	škrob, kyselina polymléčná – PLA
7	mater – Bi	směs bioplastů, kukuřičný škrob + aditiva
8	nákupní taška Coop	oxo-rozložitelný plast, přechodné ionty Fe, Mn a Co + aditivum d ₂ w



I Zcela rozložený vzorek č. 7 (po 12 týdnech)



I Prakticky nerozložené vzorky zleva č. 2, 8 a 1 (po půl roce)



ODPADY

10 / 2017

29

Hodnocení stupně rozkladu podle vizuálních změn

Vzorek	Po třech měsících kompostování	Po půl roce kompostování
1.	částečné rozložení do 10 %	částečné rozložení do 10 % a zkřehlý materiál
2.	částečné rozložení do 10 %	částečné rozložení do 10 % a zkřehlý materiál
3.	trhliny až částečné rozložení do 10 %	rozložení do 50 %
4.	rozložení na 30 %	rozložení na 100 %
5.	rozložení na 100 %	
6.	rozložení na 100 %	
7.	rozložení na 100 %	
8.	rozložení na 4,81 %	částečné rozložení do 10 % a zkřehlý materiál

**Všechny materiály
jsou na bázi ŠKROBU!**