

# **PŘÍRODNÍ POLYMERY**

## **Polysacharidy I**

### **škrob**

**RNDr. Ladislav Pospíšil, CSc.**

# LITERATURA

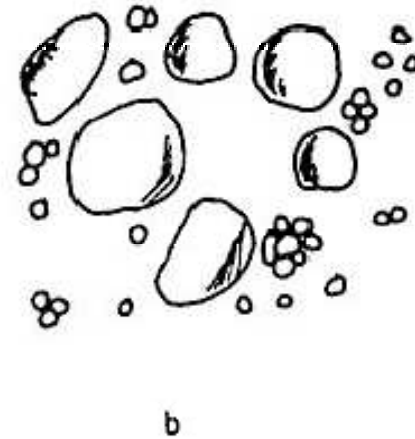
- Ing. J. Dvořáková: **PŘÍRODNÍ POLYMERY**, VŠCHT Praha, Katedra polymerů, skripta 1990
- J. Mleziva, J. Kálal: **Základy makromolekulární chemie**, SNTL Praha, 1986
- A. Blažej, V. Szilvová: **Prírodné a syntetické polymery**, SVŠT Bratislava, skripta 1985
- **J. Kodet, K. Babor: Modifikované škroby, 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

# LITERATURA zahraniční – John Willey

- **Starch - Stärke časopis**
- **Thermoplastic Starch**
  - Leon Janssen, Leszek Moscicki
  - ISBN: 978-3-527-32528-3
  - 255 pages
  - October 2009

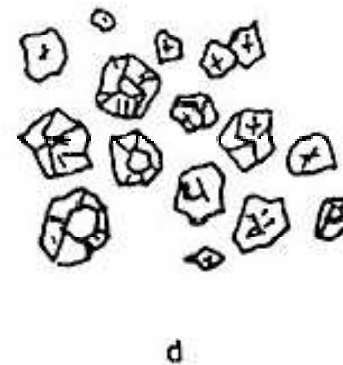
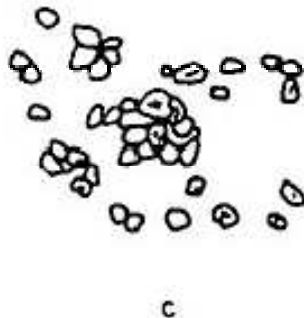
- 1. Druhy škrobů**
- 2. Výroby škrobů**
- 3. Chemie škrobu**
- 4. Použití škrobu**
- 5. Modifikace škrobu**
- 6. Výroba dextrinů**
- 7. Použití dextrinů**

# Druhy PRŮMYSLOVĚ VÝZNAMNÝCH škrobů



**Dva druhy  
zrn!**

## TVARY ZRN



Obr. 13. Charakteristický tvar zrn škrobu *a* – brambor, *b* – pšenice, *c* – rýže, *d* – kukuřice

## Velikosti zrn škrobů

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

## Výroba škrobů v ČR & SR

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

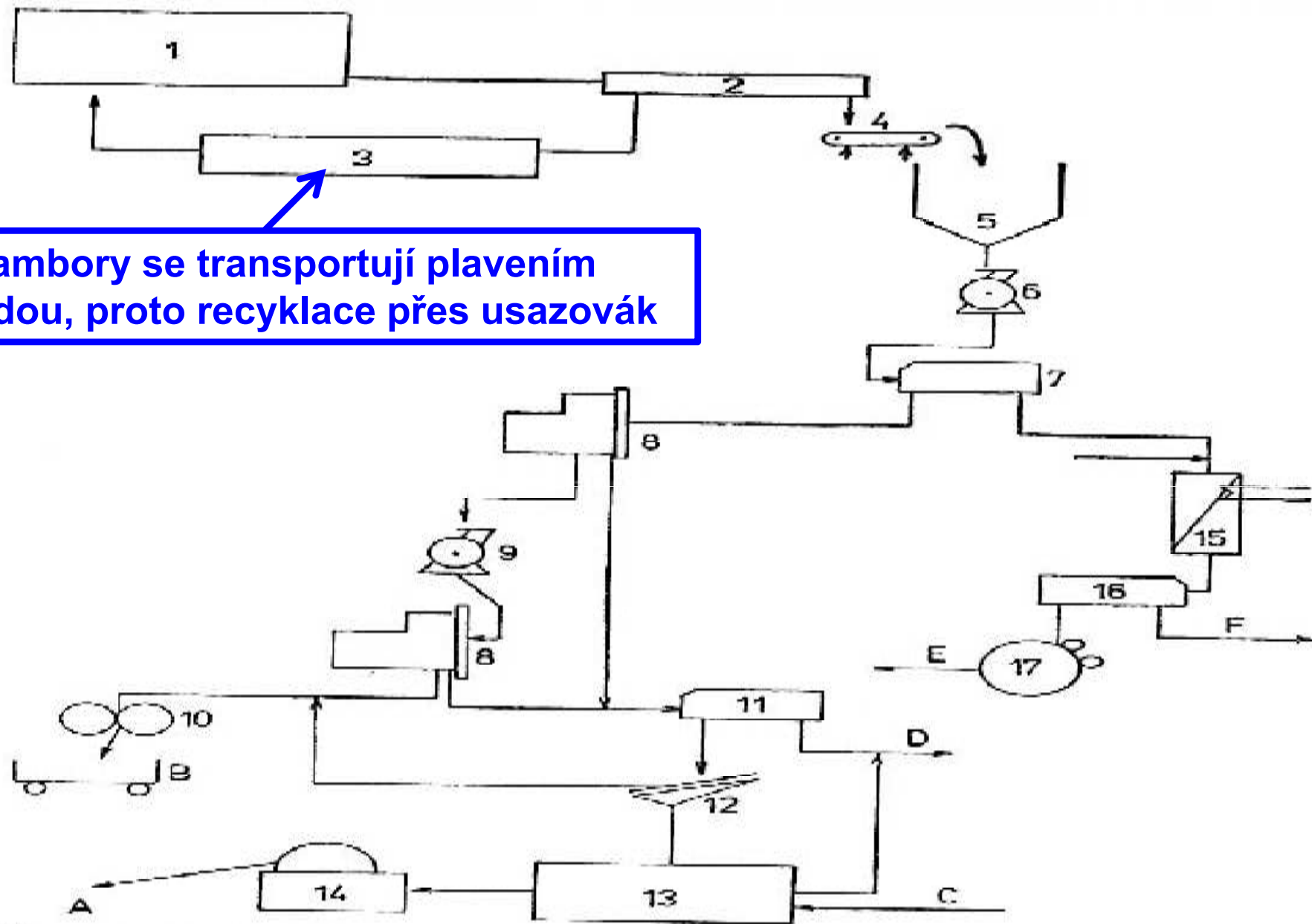


# Výroba škrobu z brambor

- **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 m<sub>3</sub>/t brambor, ale moderní postupy jsou nižší**
- **Sušina škrobu je cca. 84 % hmot.**
- **Ostatní složky jsou:**

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

Brambory se transportují plavením vodou, proto recyklace přes usazovák



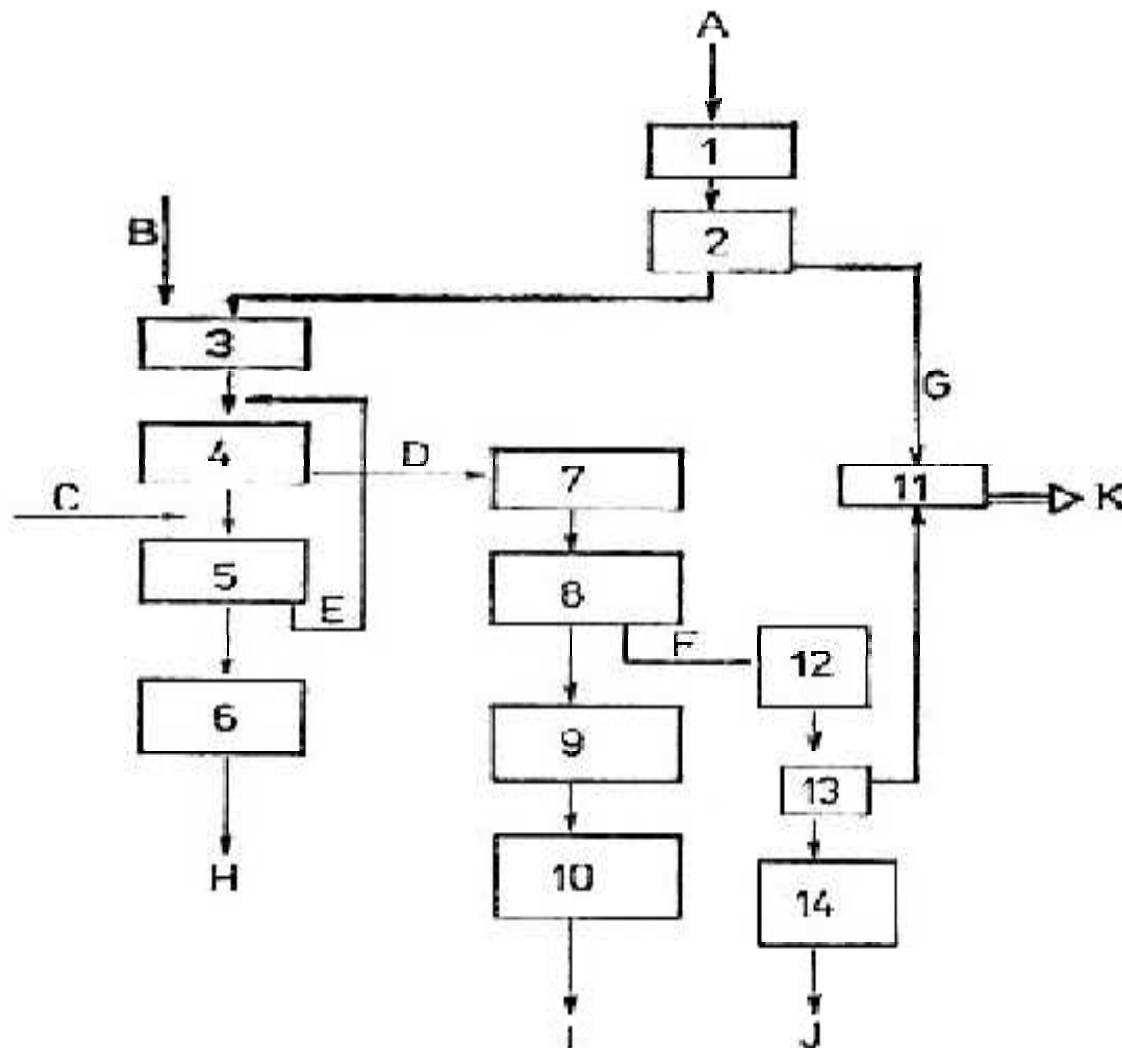
Obr. 18. Klasická bramborová škrobárna

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

## 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 technologiích 3,5 m<sup>3</sup>/t mouky
- Sušina škrobu je cca. 84 % hmot.

**Nic zde  
nepřijde  
nazmar!**



Obr. 19. Technologie pšeničné škrobárny Raisio Process

1 – mlýn, 2 – vysévače, 3 – směšovací zařízení, 4, 5 – odlučovač, 6 – od-parka, 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 %

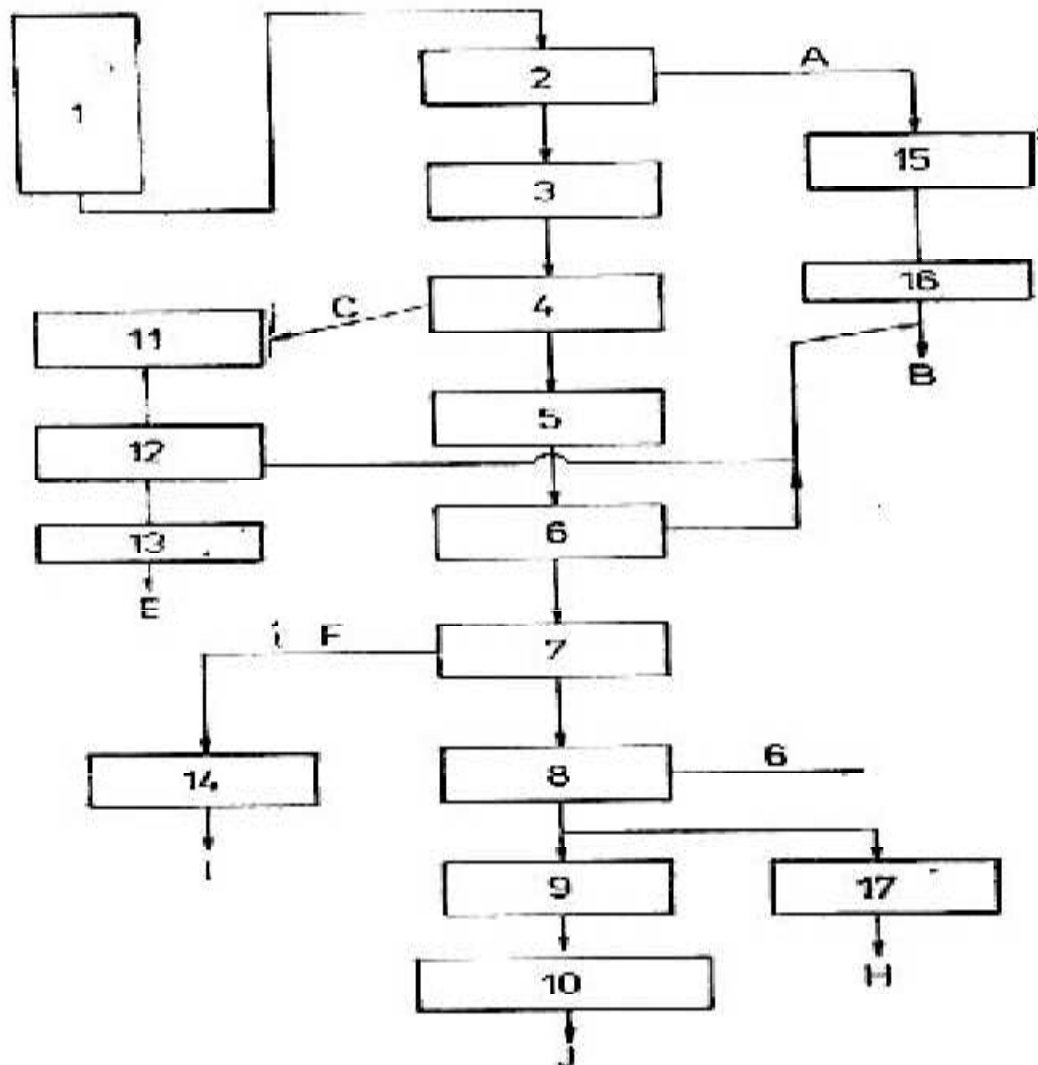
Byly vyšlechtěny odrůdy obsahují buď převážně **AMYLÓZU** nebo převážně **AMYLOPEKTIN**

**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 — máčecí tanky, 3 — odkliňovací drtec, 4 — oddělení klíčků, 5 — jemné mletí, 6 — separace vlákniny, 7 — separace kapalného podílu, 8 — rafinace škrobu, 9 — filtrace, sušení, 10 — škrobové silo, 11 — praní a sušení klíčků, 12 — extrakce oleje, 13 — rafinace oleje, 14, 15 — odpadka, 16 — sušení, 17 — zásobník; A — máčecí 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**

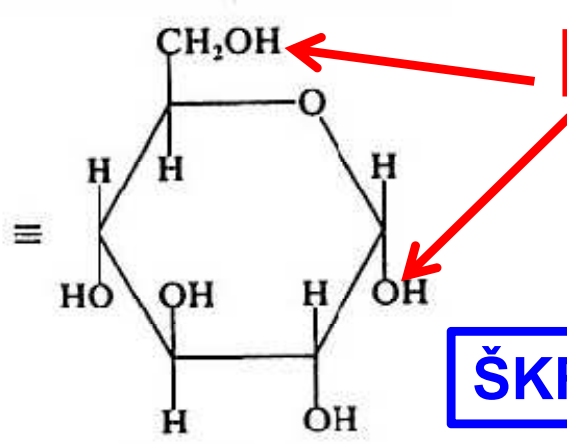
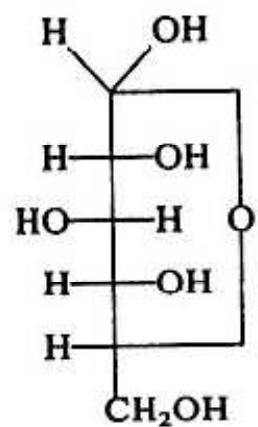
- ŠLICHTOVÁNÍ, TISK, KONEČNÉ  
ÚPRAVY

## **LEPENÍ**

- LEPENKA, VLNITÝ PAPÍR, VÍCEVRSTVÉ  
PYTLE, LAMINOVÁNÍ,



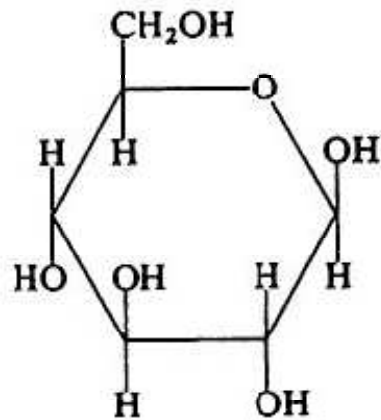
# ŠKROB versus CELULÓZA



**LIŠÍ SE POLOHOU  
-CH<sub>2</sub>OH VŮČI -OH**

**ŠKROB je polymer z  $\alpha$ -D-glukopyranosy**

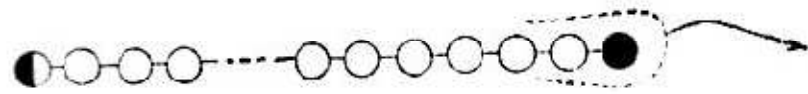
$\alpha$ -D-glukopyranosa  
( $\alpha$ -glukosa)



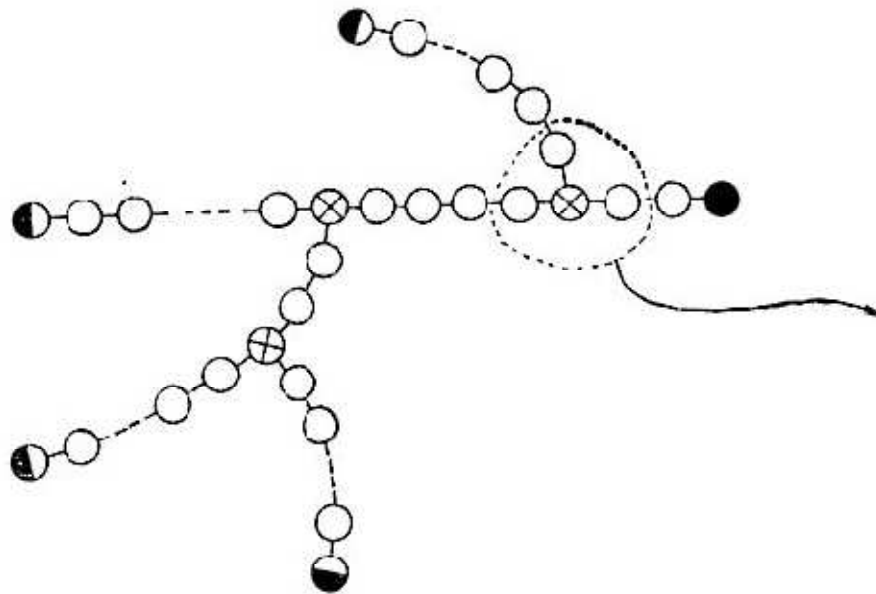
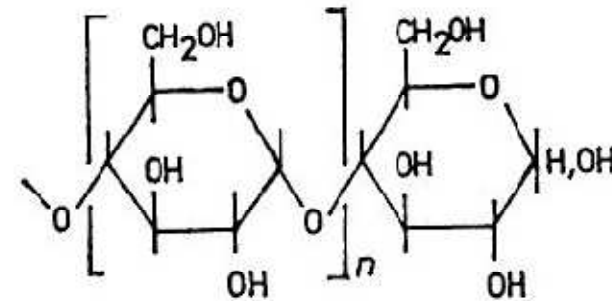
$\beta$ -D-glukopyranosa  
( $\beta$ -glukosa)

**CELULÓZA je polymer z  $\beta$ -D-glukopyranosy**

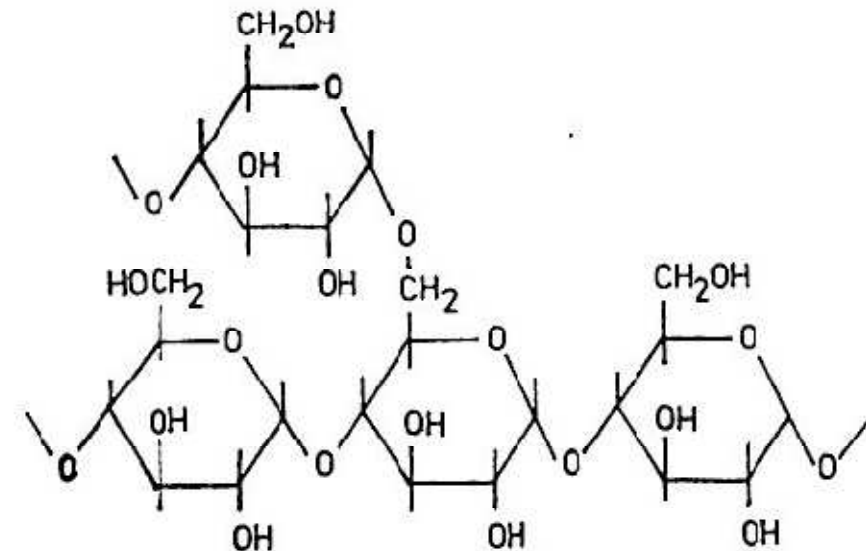
# AMYLÓZA & AMYLOPEKTIN



**AMYLÓZA**

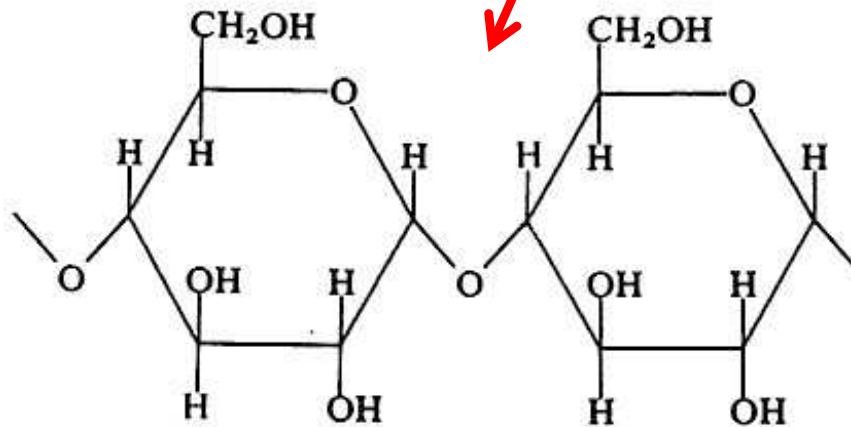


**AMYLOPEKTIN**

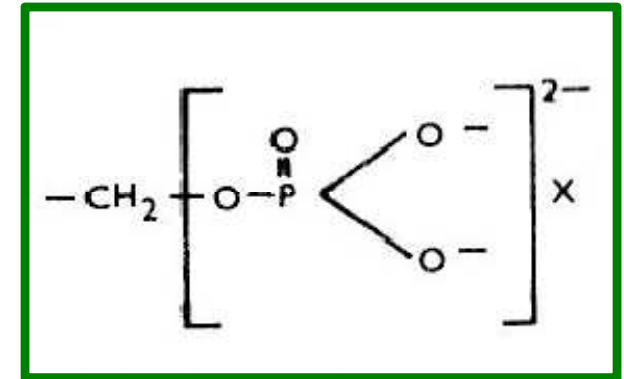


Obr. 4. Amylosa (nahore) a amylopektin (dole). Na schematicém obrázku kroužky znázorňují D-glukosové jednotky a jejich spojení  $\alpha$ -glukosidovou vazbou. Plný kroužek označuje redukující koncovou jednotku a zcela zaplněný kroužek neredukující koncové jednotky, křížkem vyznačené jednotky tvoří body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

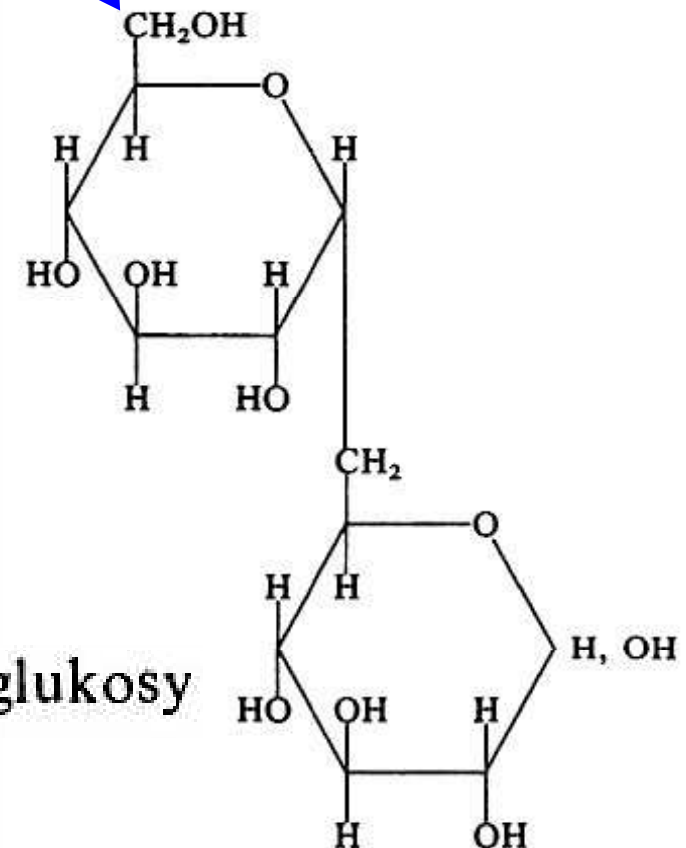
# AMYLÓZA & AMYLOPEKTIN



poly(1→4)- $\alpha$ -D-glukopyranosa (amylosa)



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



(1 → 6)- $\alpha$ -D-glukopyranosyl-D-glukosy

# AMYLÓZA & AMYLOPEKTIN

Tabulka 2. Porovnání vlastností amylosy a amylopektinu [8]

Vlastnost	Amylosa	Amylopektin
Barva komplexu s jodem	modrá	červenofialová
Vazba jodu (%)	19—20	1
$\beta$ -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

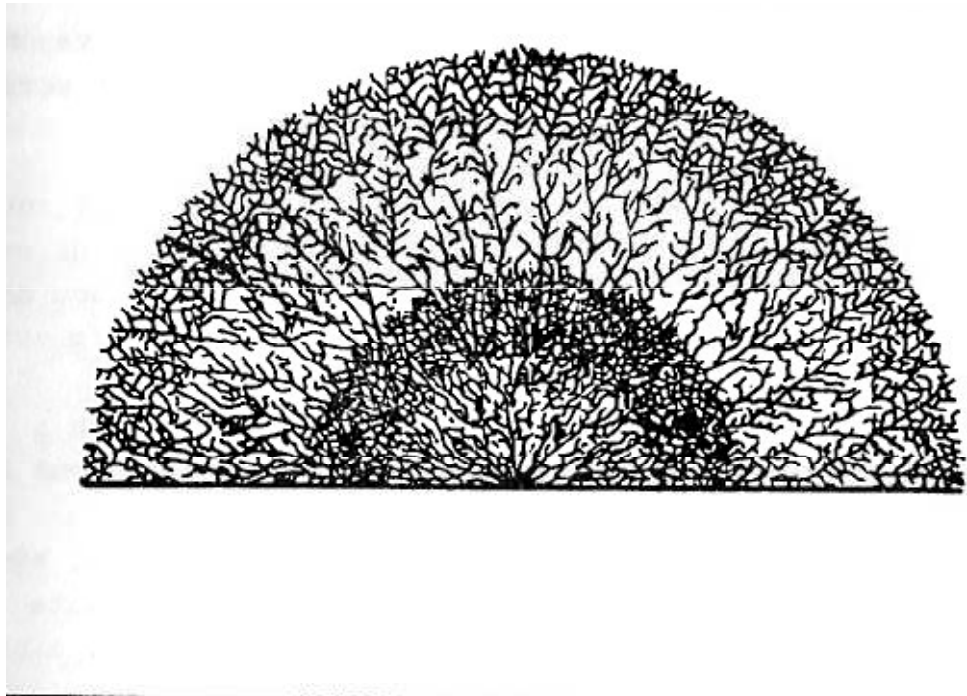
\* průměrné délky základních (CL), vnějších (ECL) a vnitřních (ICL) řetězců v počtu D-glukosových jednotek (GU).

# AMYLÓZA & AMYLOPEKTIN

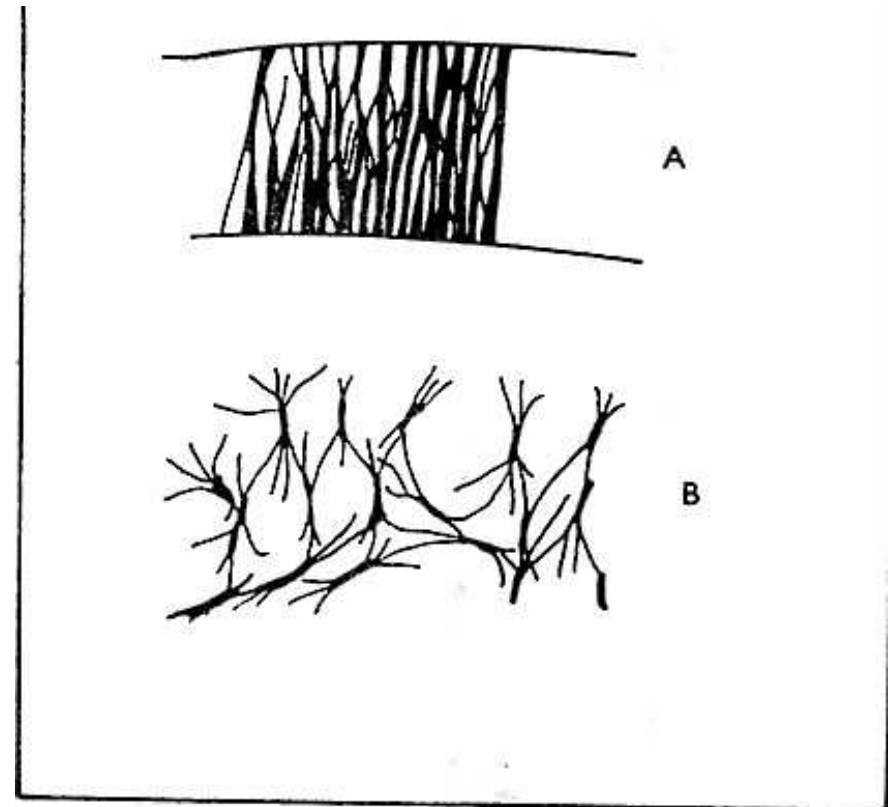
Relativně střední molekulová hmotnost	AMYLÓZA	AMYLOPEKTIN	Zdroj, poznámka
$M_n$	$10^5 - 10^6$	$10^7$	Kálal
$M_w$			<i>Nebylo nalezeno</i>
$M$ bez udání zda se jedná o n či w	$10^5 - 10^6$	$10^7 - 10^8$	Kodet

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

# NADMOLEKULÁRNÍ STRUKTURA škrobu



Obr. 4. Sférokrystalická struktura částice škrobu



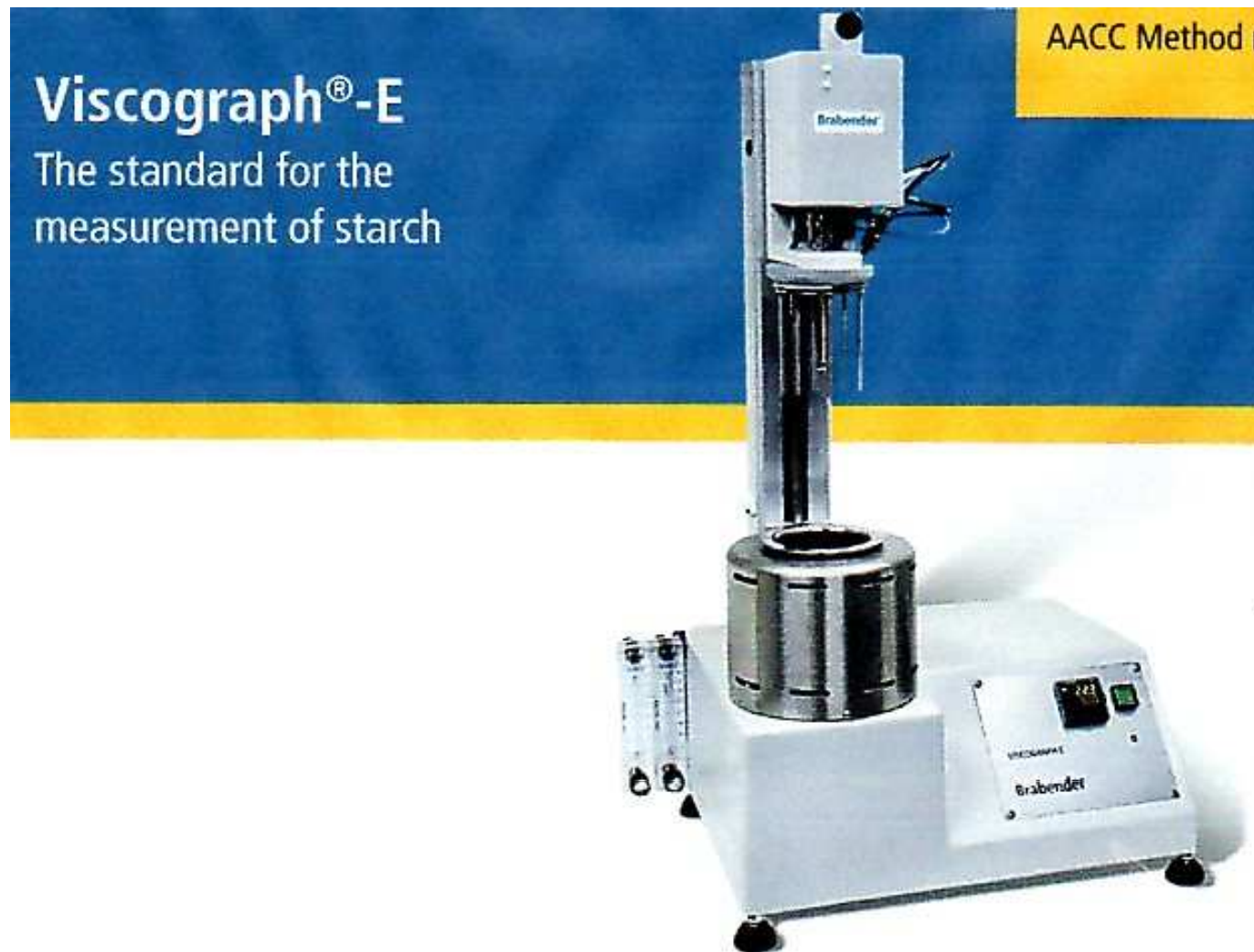
Obr. 3. Model submikroskopické struktury škrobu dle Meyera  
a) struktura škrobu (vrstvy),  
b) kostra rozvětvené složky po vy-  
mytí amylozy

**Lineární AMYLOZA** krystalizuje –  
**vodíkové můstky**  
**Rozvětvený AMYLOPEKTIN** je  
**amorfní**

## 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 bobtná**
- **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

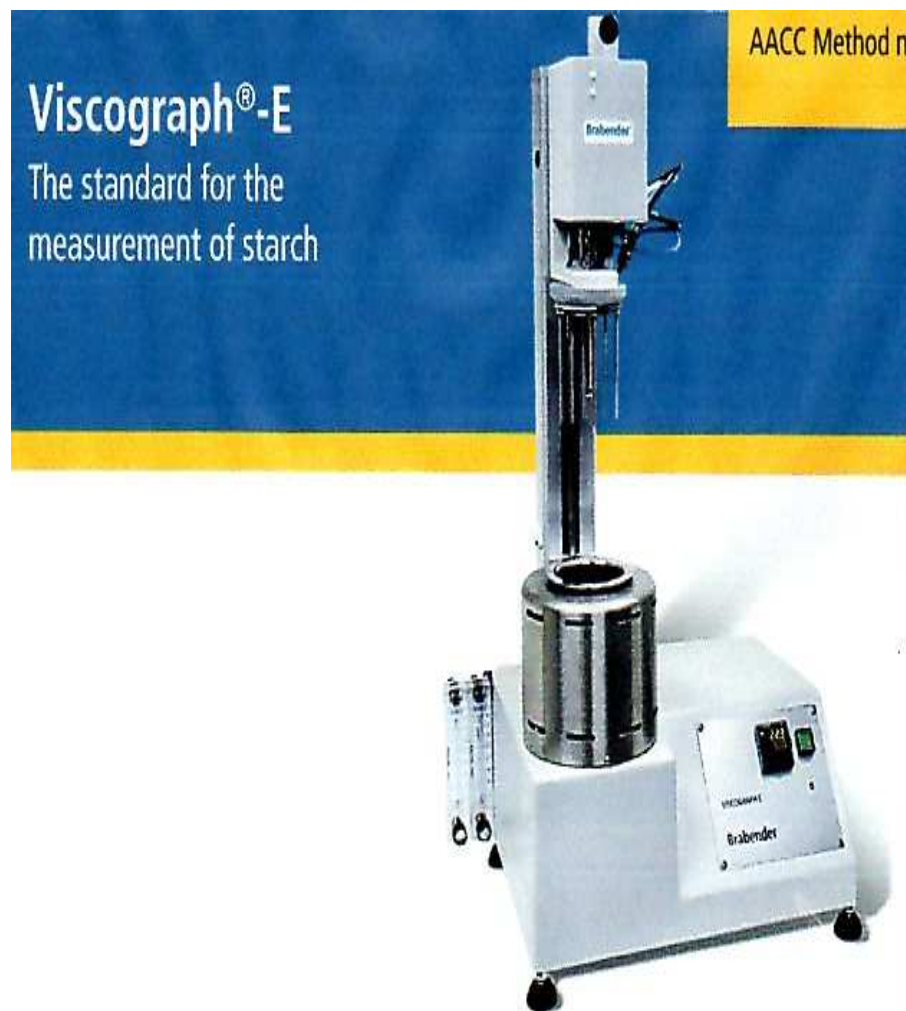


- Suited for starch and flour
- Usage for acid and lye
- Small sample size (5 - 15 g)
- Short measuring times
- Speed (0 - 300 min<sup>-1</sup>)
- Temperature measurement within the sample
- Heating / cooling rates of up to 10°C / min
- No follow-up costs
- Evaluation in **BU**, mPas, cP or cmg

**Upravený ROTAČNÍ VISKOZIMETR**



# ROTAČNÍ VISKOZIMETR



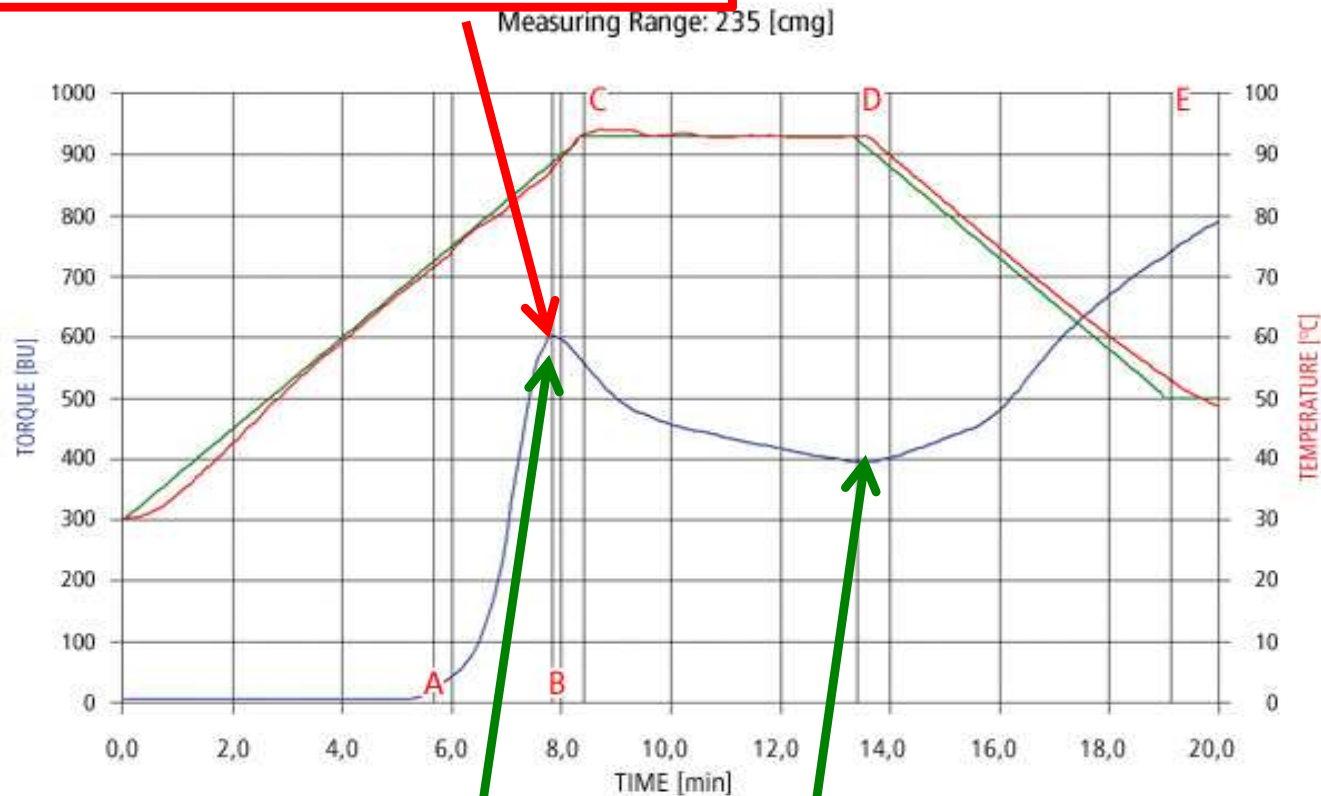
**Upravený ROTAČNÍ  
VISKOZIMETR**



**Standardní ROTAČNÍ  
VISKOZIMETR**

# Křivky MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě

## BOD MAZOVATĚNÍ ŠKROBU



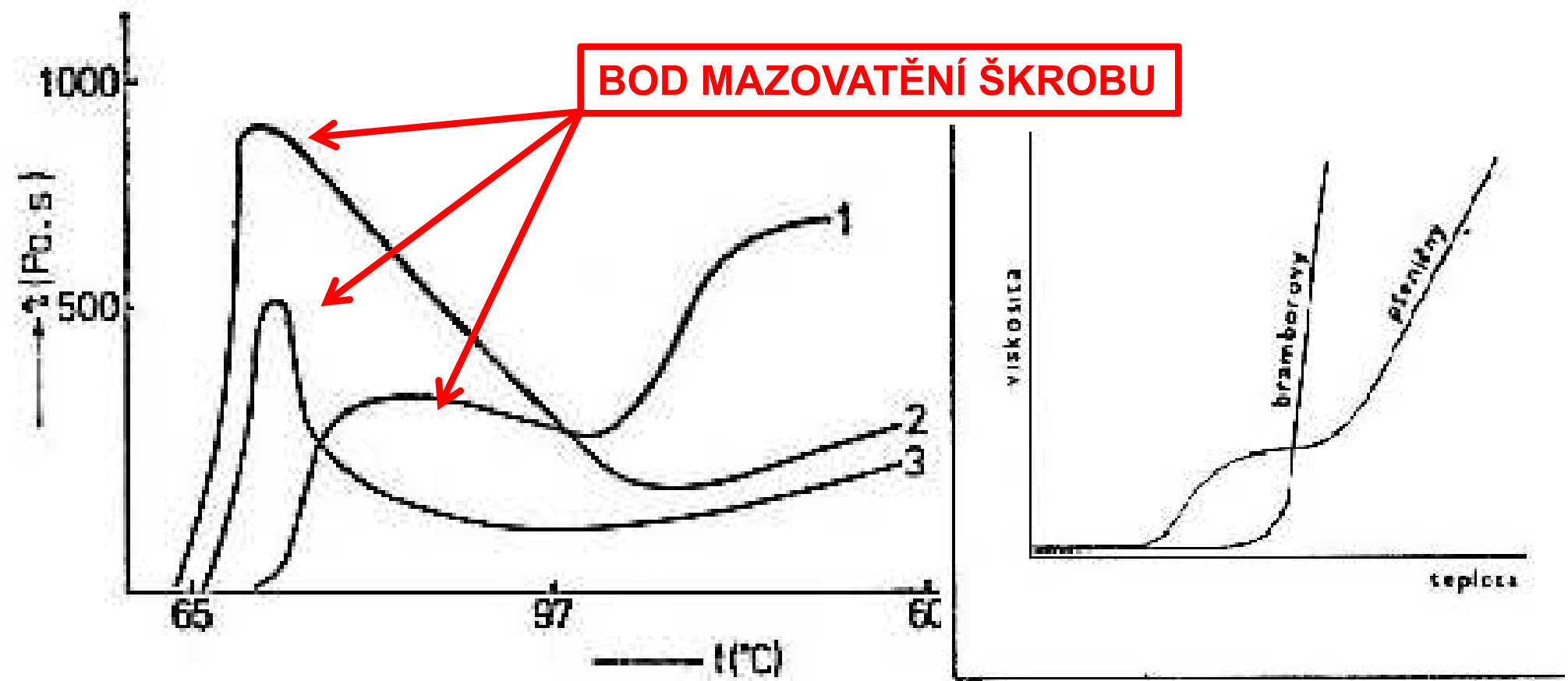
**Všimněte si PRŮBĚHU  
TEPLOTY MĚŘENÍ a bodů jejich  
změn!**

- Suited for starch and flour
- Usage for acid and lye
- Small sample size (5 - 15 g)
- Short measuring times
- Speed (0 - 300 min<sup>-1</sup>)
- 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

**BU = Brabender Unit**

**Brabender je název VÝROBCE přístrojů v Německu**

# Křivky MAZOVATĚNÍ různých škrobů ve vodě



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
hranbočový	59	68	63,5
kukuřičný	62	72	67
lilečnický	50	64	61
ječmý	51,5	59,5	57
klíčný	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	74
30 % sacharózy	69,5	81	74
40 % sacharózy	72	85	79,5
50 % sacharózy	76	85	79,5
60 % sacharózy	64	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**

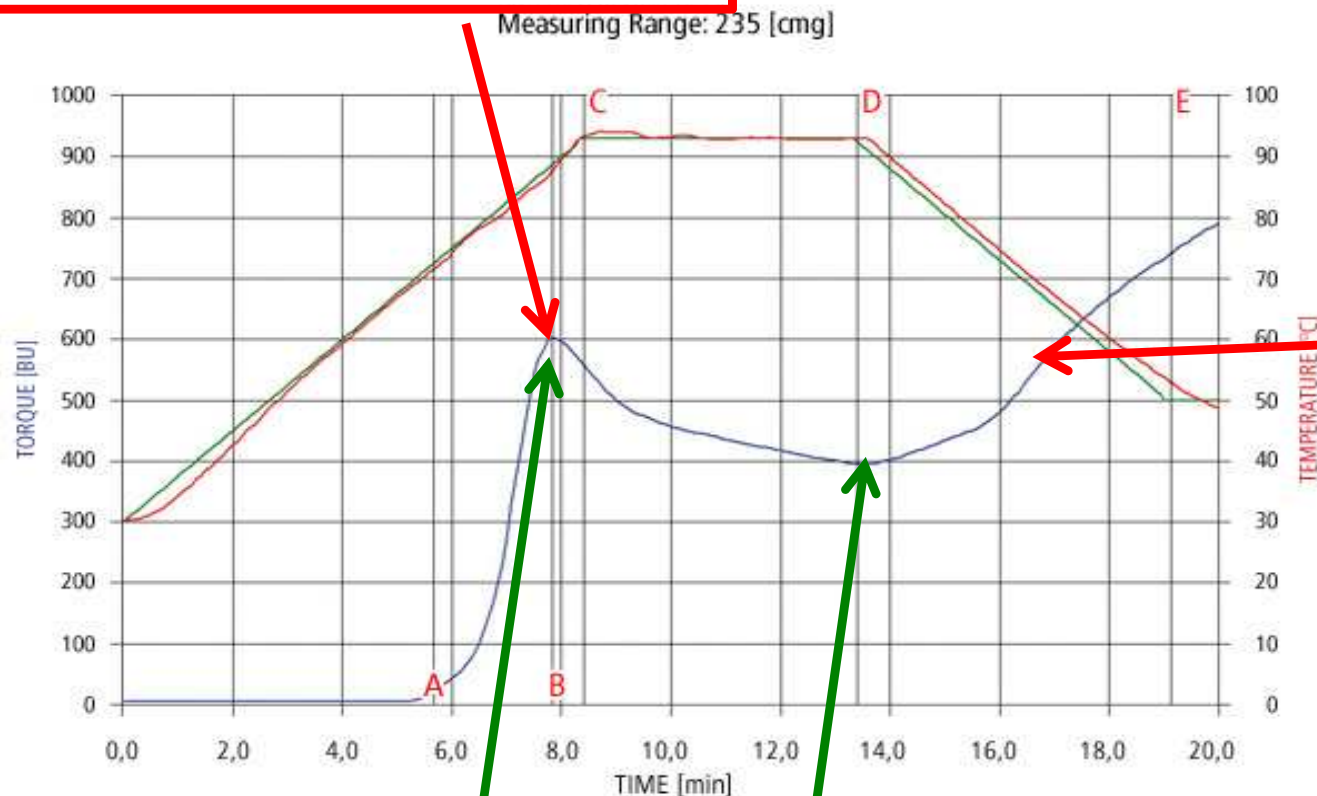
# Chování škrobového mazu ve vodě

- **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,  $\text{NaNO}_3$**

# Křivky MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě

**BOD MAZOVATĚNÍ ŠKROBU**

**RETROGRADACE**  
= zvyšování  
viskozity se  
snižující se  
teplotou > VZNIK  
GELU



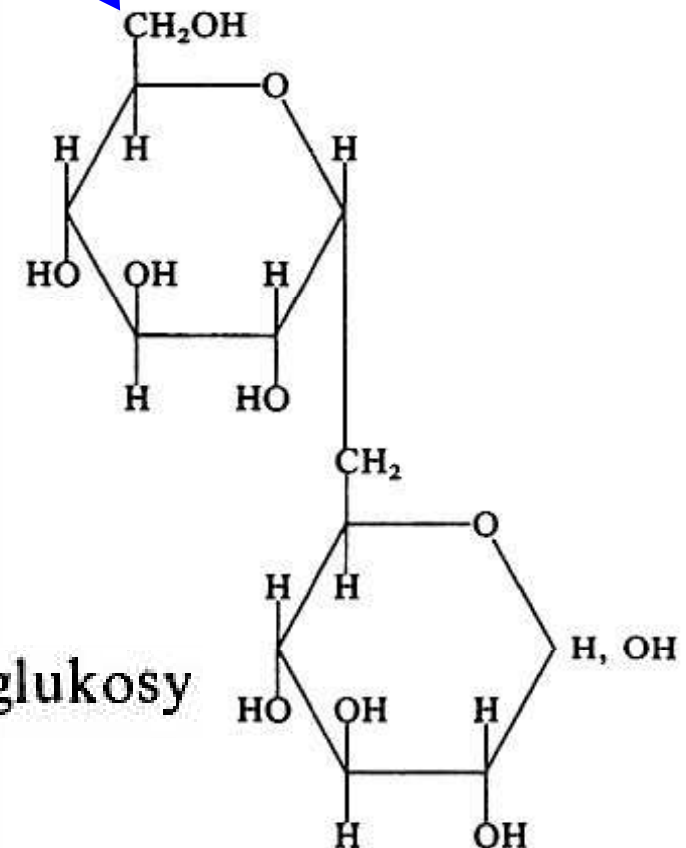
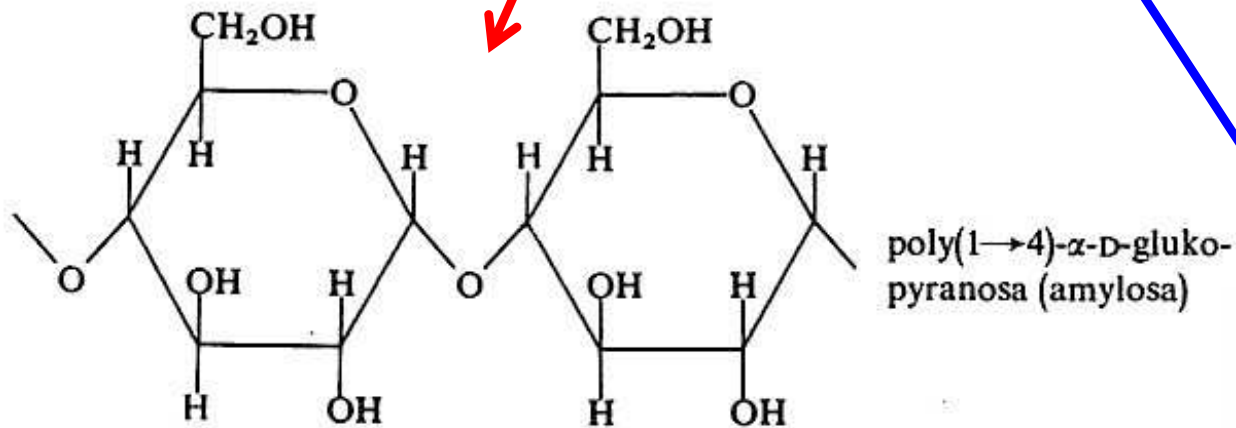
**Všimněte si PRŮBĚHU  
TEPLOTY MĚŘENÍ a bodů jejich  
změn!**

## 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

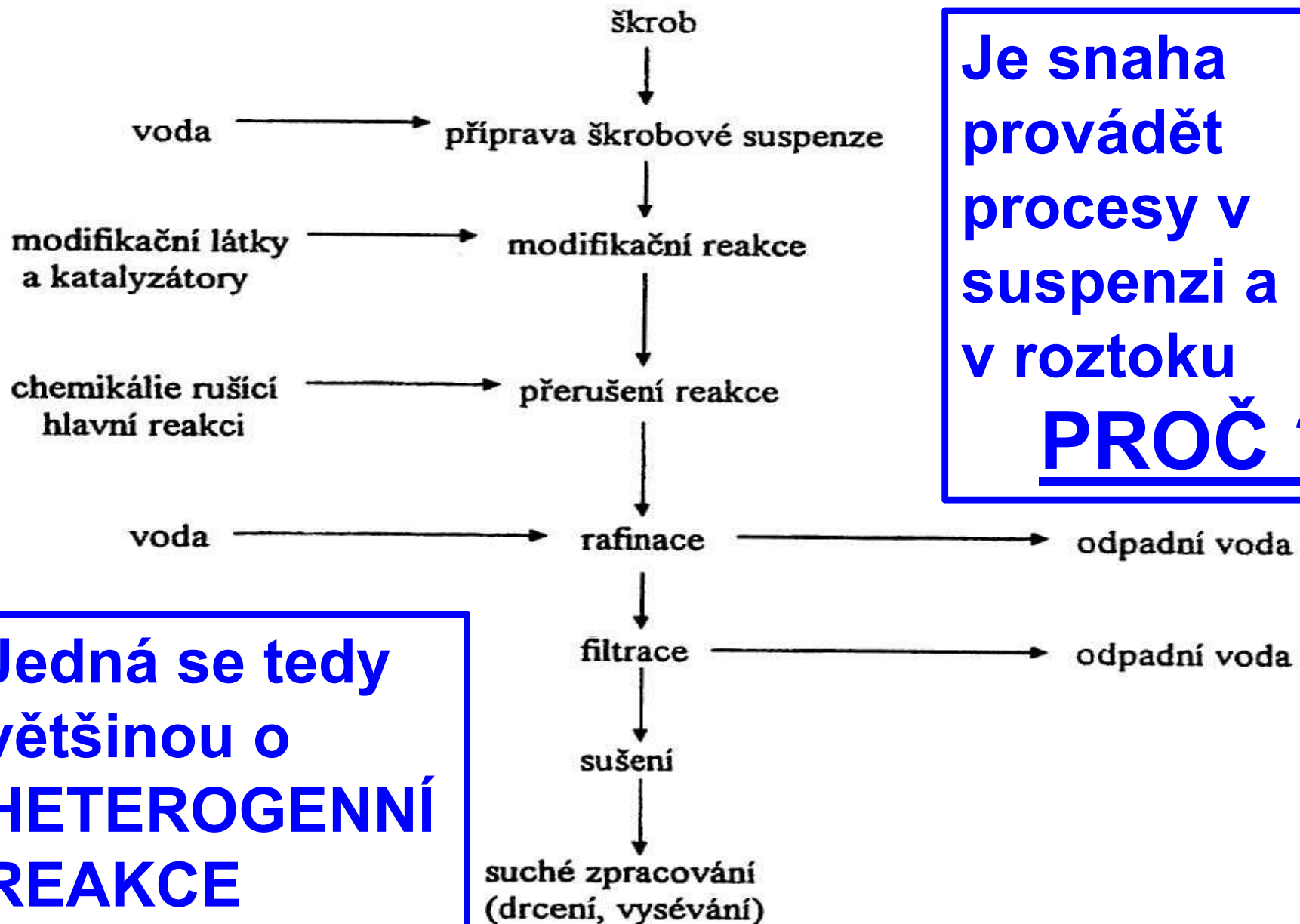


**KDE JSOU POTENCIÁLNÍ  
REAKČNÍ CENTRA V  
TĚCHTO  
MAKROMOLEKULÁCH?**

# Postupy modifikace škrobu

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

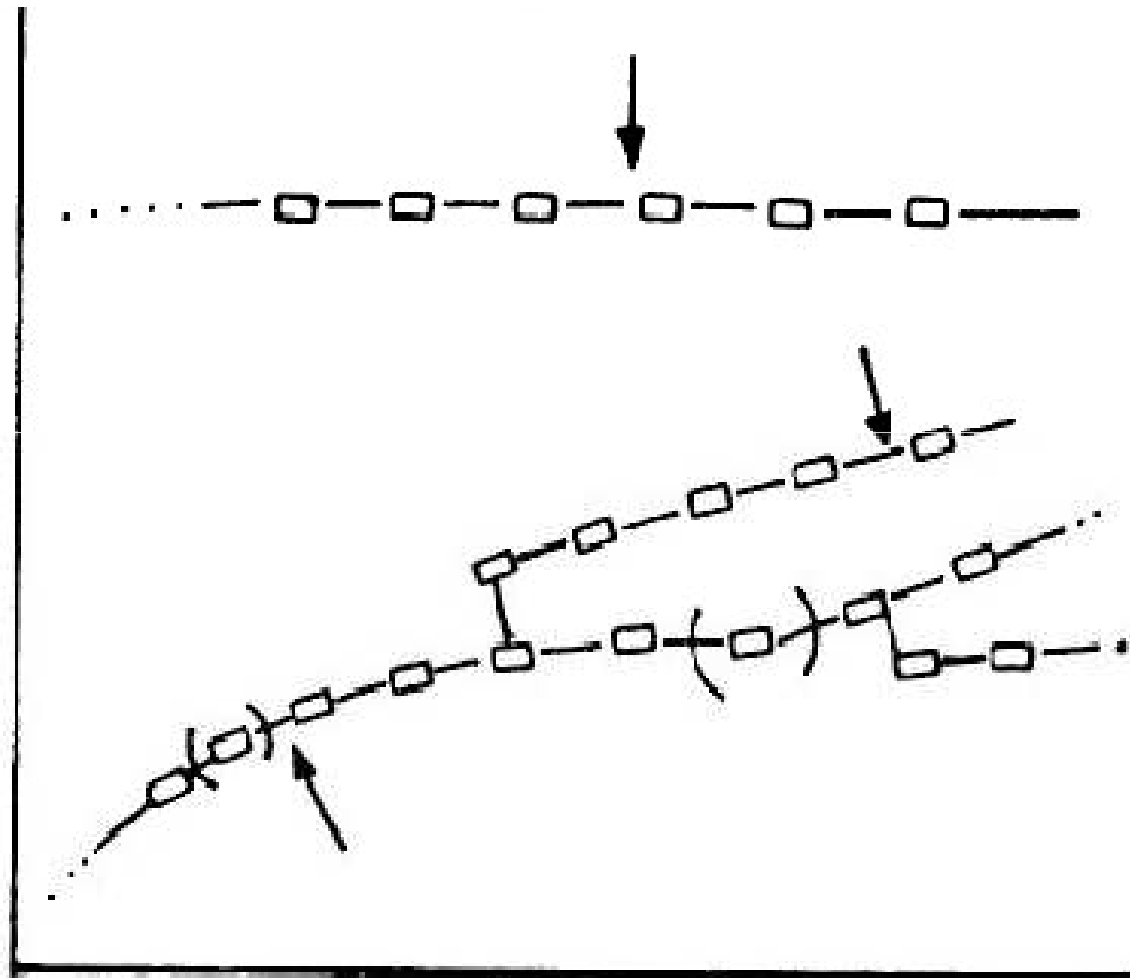
# Obecné schéma modifikace škrobu



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

Jedná se tedy  
většinou o  
**HETEROGENNÍ  
REAKCE**

# Postupy ENZYMATICKÉ modifikace škrobu

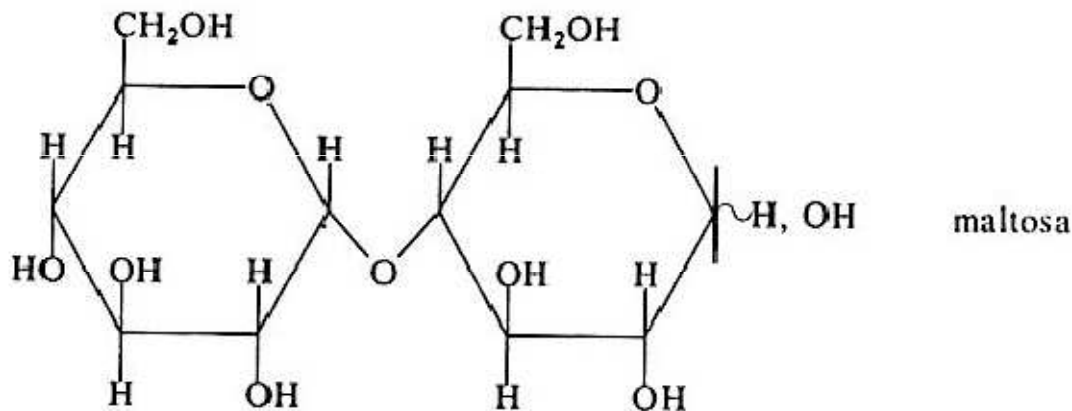


**PRUDKÝ  
POKLES  
VISKOZITY  
ROZTOKU  
(MAZU)**

Obr. 13. Štěpení škrobu - **amylázou**

# Postupy ENZYMATICKÉ modifikace škrobu

Štěpení na MALTÓZU enzymy  
 $\alpha$  a  $\beta$  AMYLÓZAMI



MALTÓZU lze dále rozštěpit  
enzymem MALTÓZOU na  
GLUKÓZU

Podle stupně  
konverze  
dělíme  
produkty na:

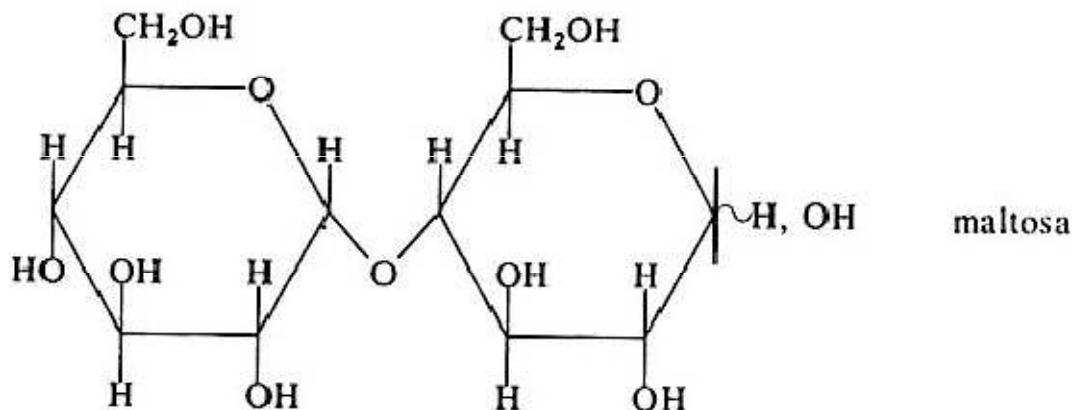
1. Kapalné  
sirupy
2. Sušené  
nebo  
zahuštěné  
sirupy
3. Glukózu

# Postupy **HYDROLYTICKÉ** modifikace škrobu

Katalýza pomocí HCl nebo H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> s  
neutralizací na konci procesu

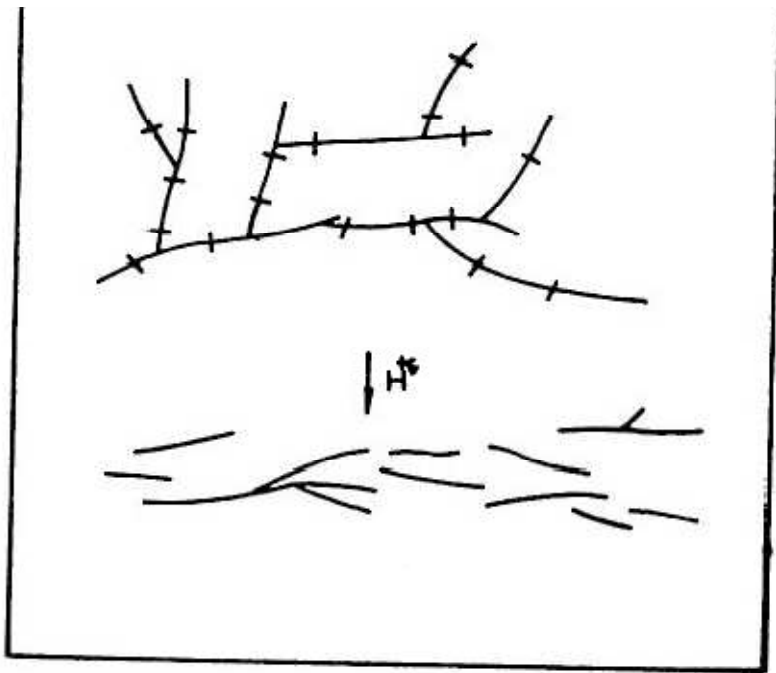
Podle stupně  
konverze  
dělíme  
produkty na:

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



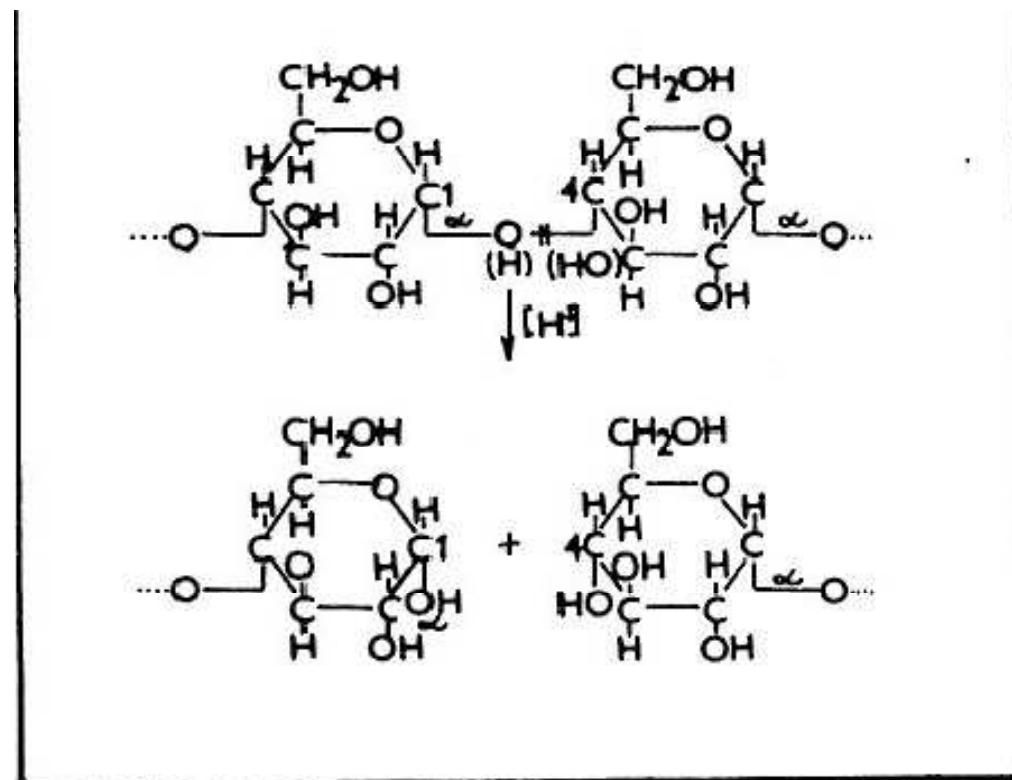
**Lze kombinovat s  
enzymatickým procesem a  
dostat se na **GLUKÓZU****

# Postupy **HYDROLYTICKÉ** modifikace škrobu



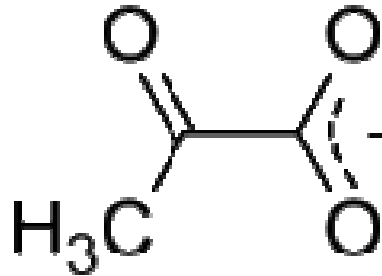
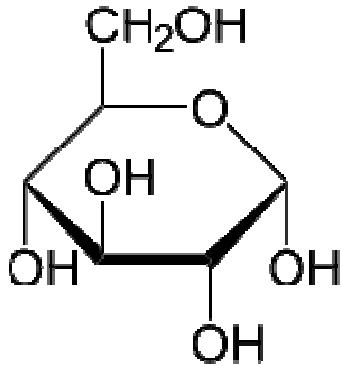
Obr. 12. Štěpení amylopektinu chemickou katalýzou

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

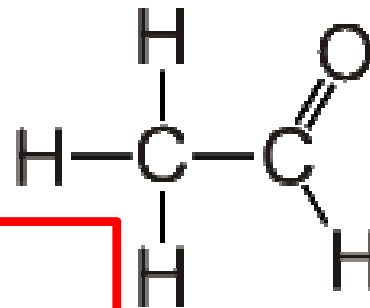


Obr. 11. Štěpení škrobu protonovou katalýzou

# ENZYMATICKÉ VYUŽITÍ GLUKÓZY



Pyruvát konjugovaná báze  
od kyseliny pyrohroznové



Vodka

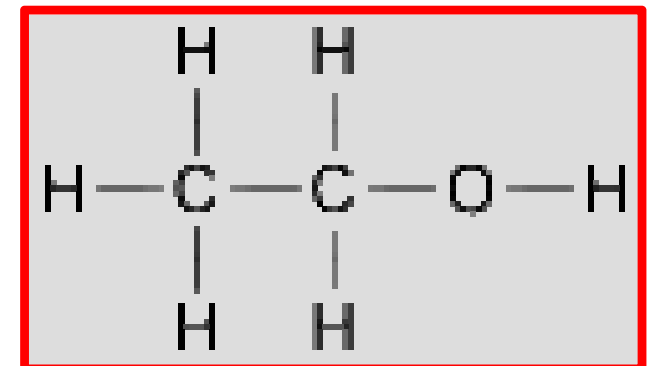
Gorilka

Schnaps

Prostějovská starorežná

Whisky

**Bramborový líh > TUZEMSKÝ RUM**

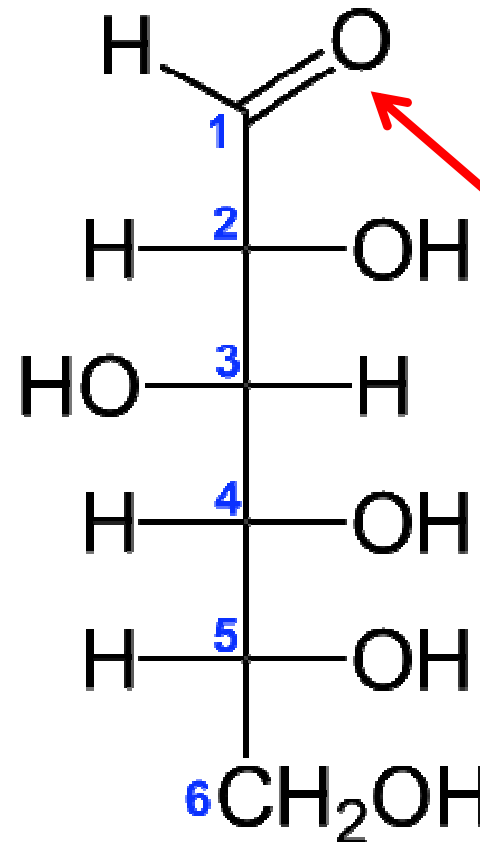
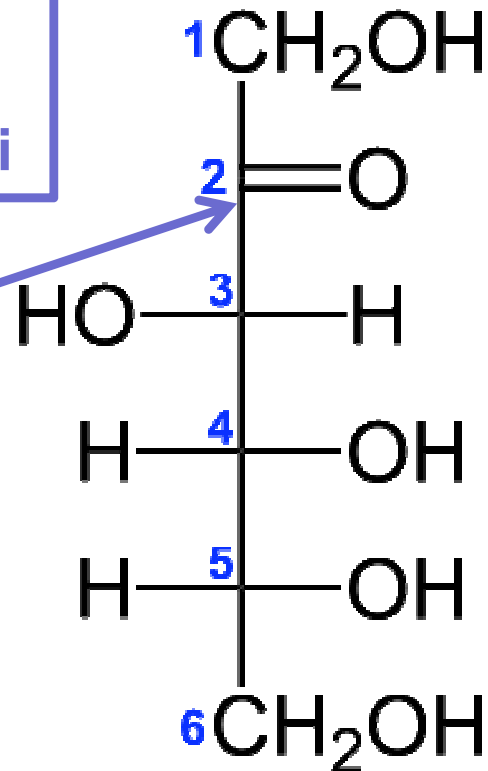




# ENZYMATICKÁ (Xylose isomerase) izomerizace **GLUKÓZY** na **FRUKTÓZU**

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

**FRUKTÓZU**  
(KETÓZA)



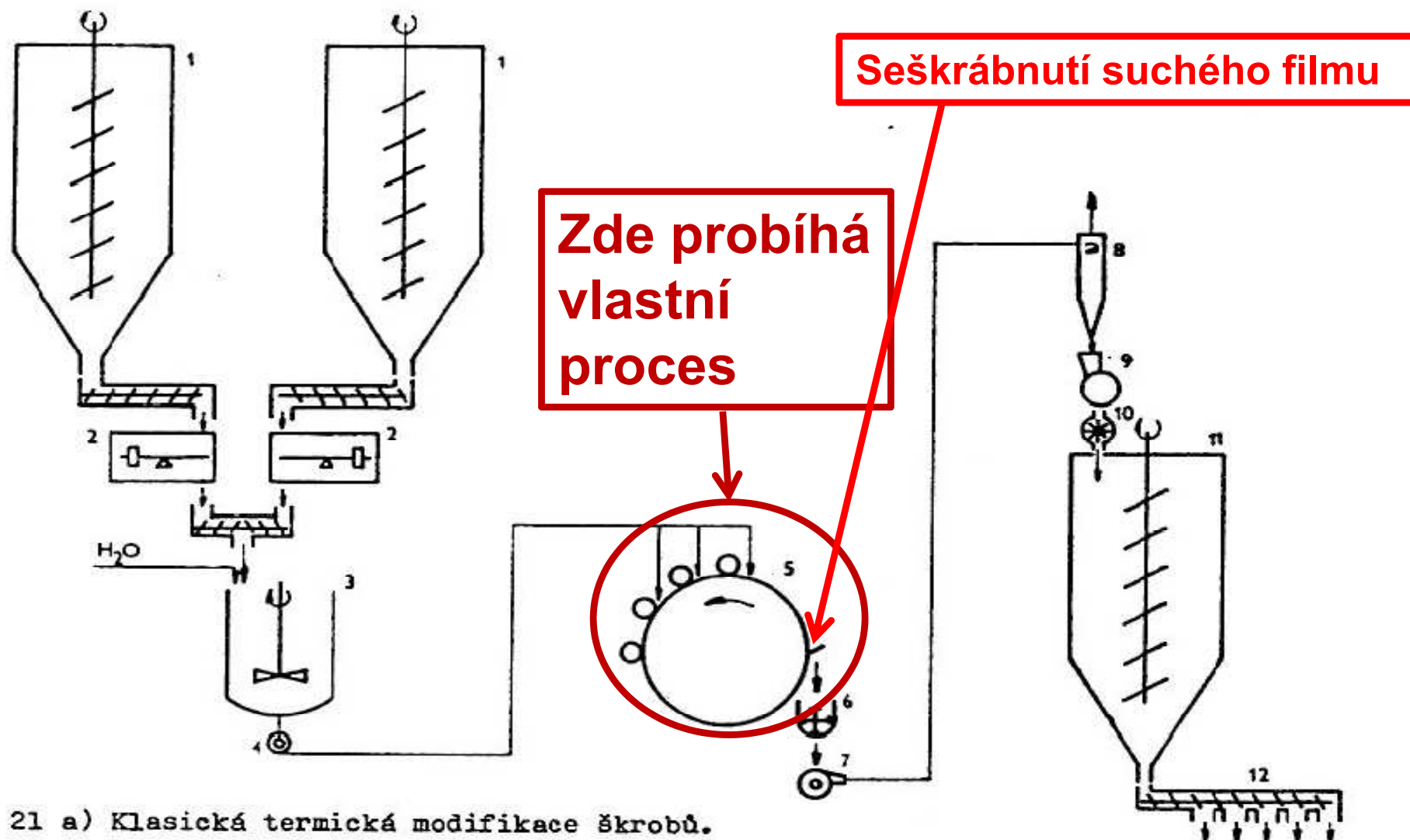
**GLUKÓZY**  
(ALDÓZA)

**D-xylose aldose-ketose-isomerase**

## **Termická modifikace škrobu**

- **Nános škrobové suspenze na vyhřívaný válec**
- **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**
- **Snadná rozpustnost i ve studené vodě**

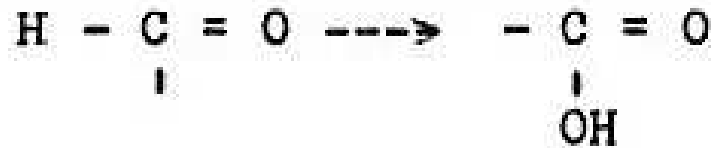
# Termická modifikace škrobu



Obr. 21 a) Klasická termická modifikace škrobů.

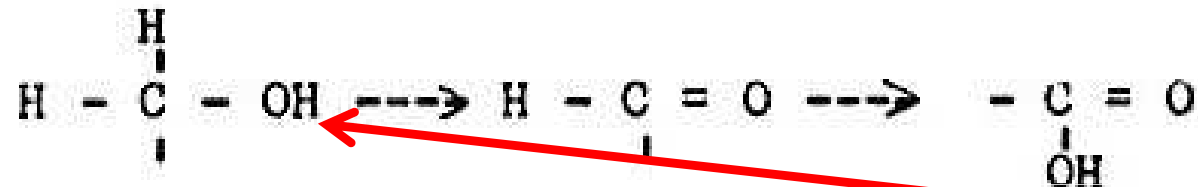
1 - zásobníky na suchý škrob; 2 - průtočná váha; 3 - míchačka; 4 - dávkovací čerpadlo; 5 - sušicí válec; 6 - předrtič; 7 - ventilátor; 8 - cyklón; 9 - úderový mlýn; 10 - turniket; 11 - zásobník na suchý výrobek

# NESELEKTIVNÍ Oxidace škrobu

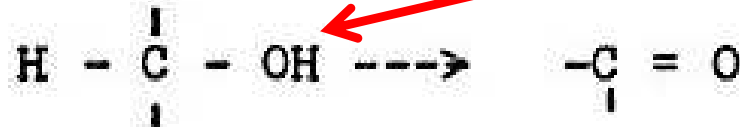


Oxidace  
KARBONYLU v  
otevřené formě  
glukózy

Oxidace aldehydových skupin na karboxylové

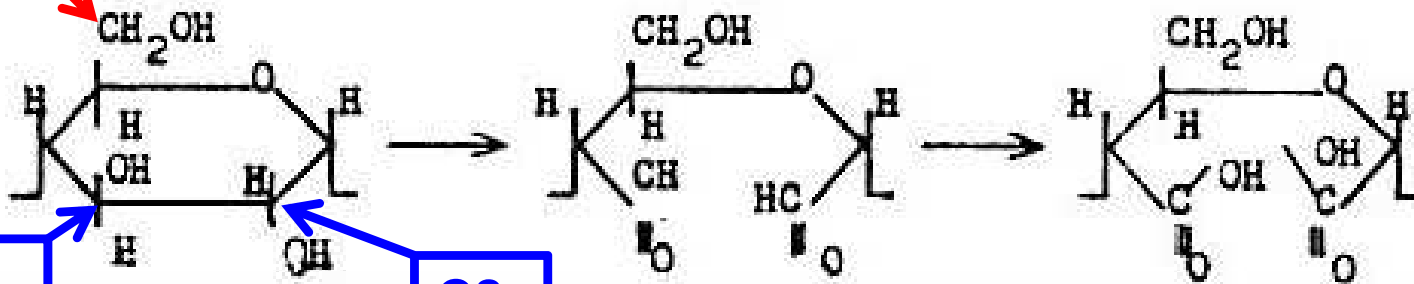


Oxidace primárních alkoholických skupin



Oxidace - OH v  
CYKLICKÉ formě  
glukózy

**C6** Oxidace sekundárních alkoholických skupin



Oxidace v  
CYKLICKÉ formě  
glukózy  
otevřením mezi  
C2 a C3

**C3**

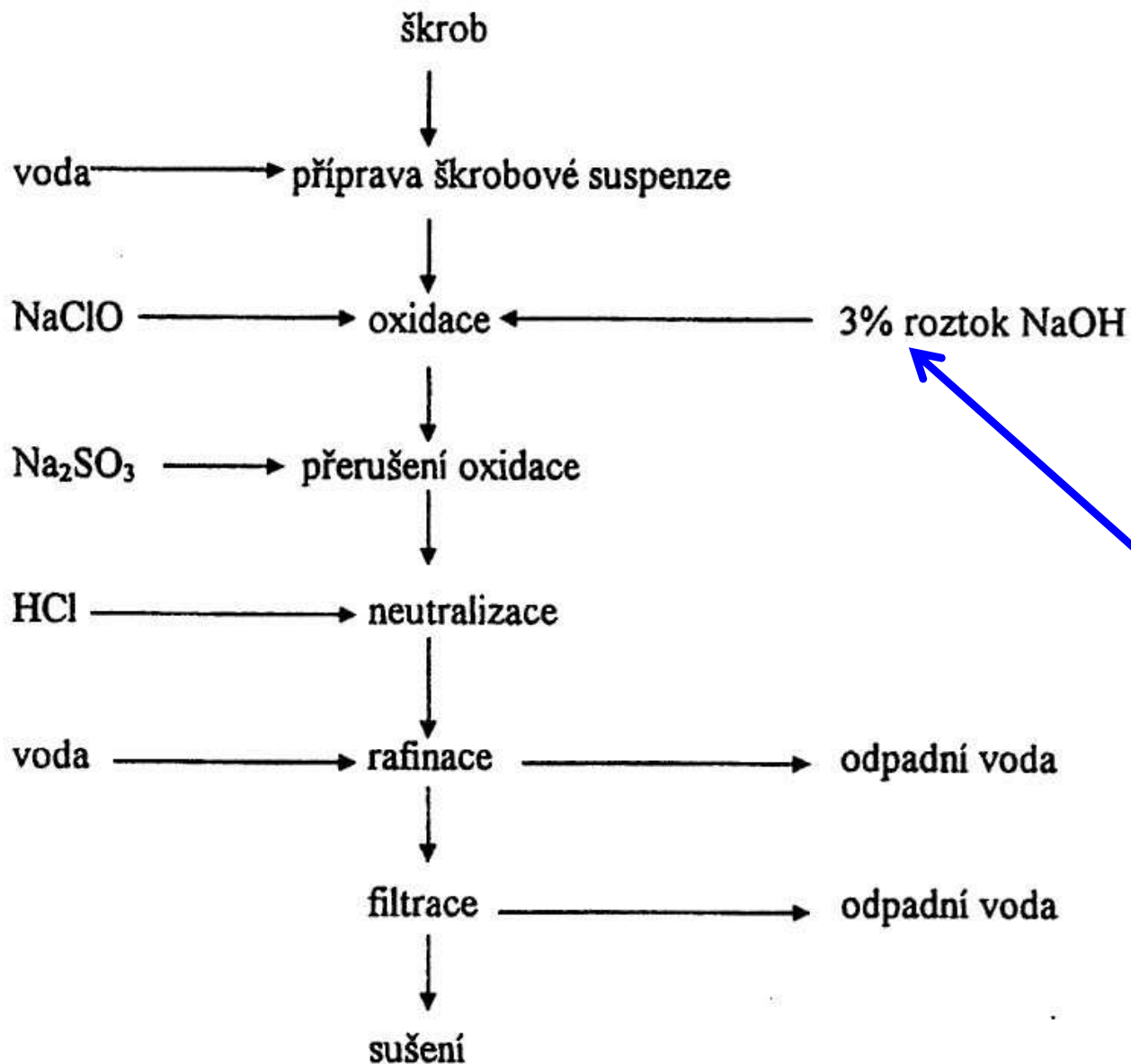
**C2**

29. 10. 2015

## Oxidace škrobu

- Nejdůležitější z modifikačních reakcí
- Může probíhat v oblasti nízkých nebo vyšších pH
- Nejdůležitější je oxidace chlornanem sodným v oblasti pH cca. 8 – 9 (mírně zásadité prostředí)
- Používají se hlavně **bramborové škroby** (*kapilarita zrna*), s malým sklonem k **RETROGRADACI**

# NESELEKTIVNÍ Oxidace škrobu - schéma

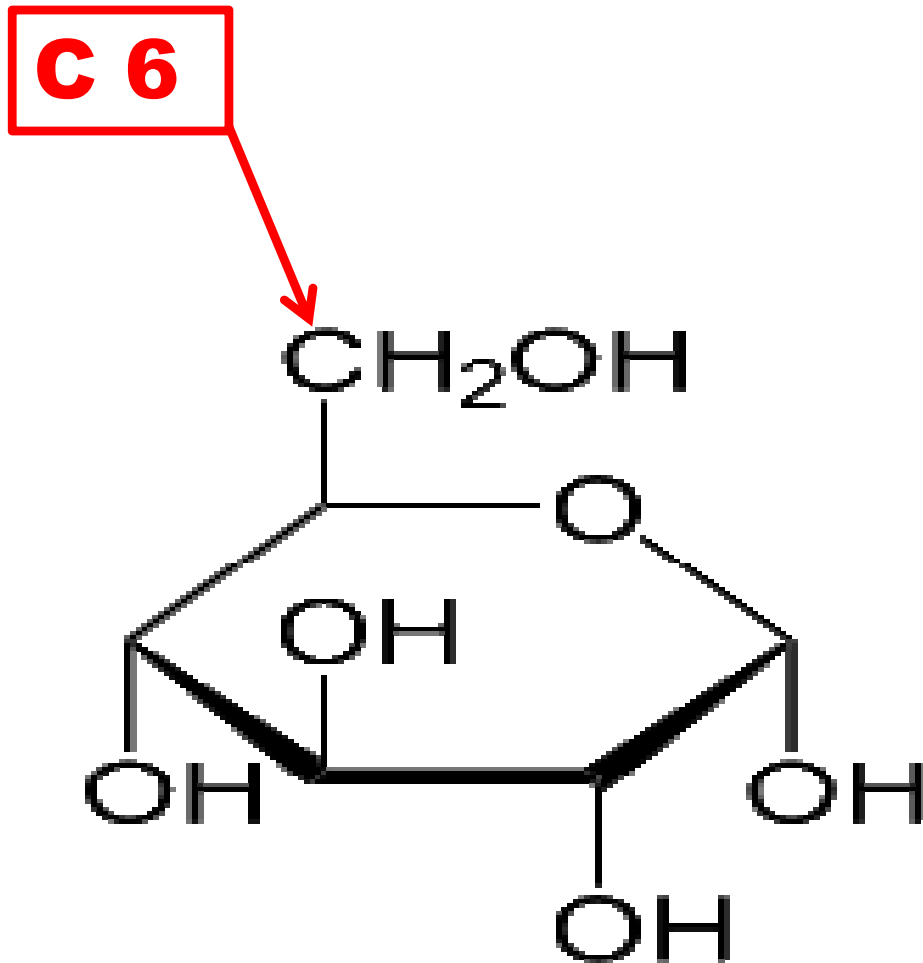


## TYPICKÁ RECEPTURA

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

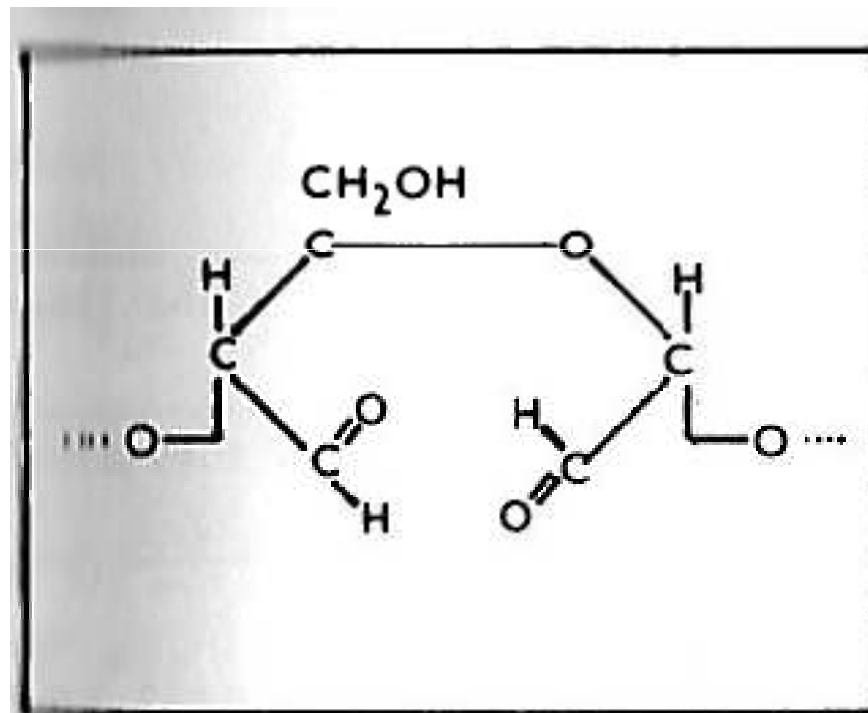
**DEPOLYMERACE  
V ALKALICKÉM  
PROSTŘEDÍ >  
SNIŽOVÁNÍ  
MOLEKULOVÉ  
HMOTNOSTI**

# SELEKTIVNÍ Oxidace škrobu na C 6 z -OH na -COOH pomocí $\text{HNO}_3$



Při takové oxidaci  
se nemění  
polymerační  
stupeň > přeměna  
polymeranalogická

# SELEKTIVNÍ Oxidace škrobu na dialdehyd škrobu



Obr. 14. Dialdehydový škrob

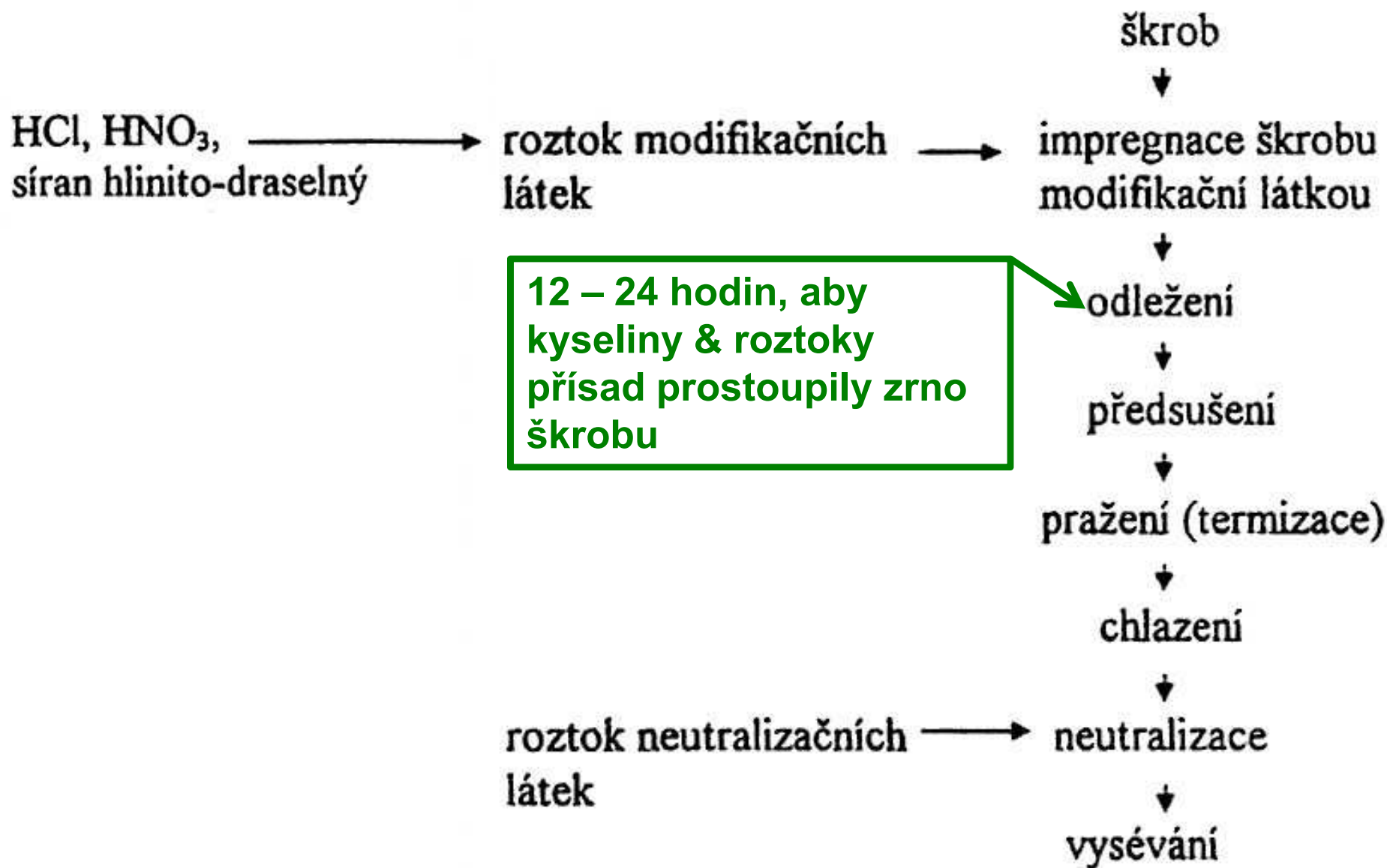
V praxi se oxidace škrobu kyselinou jodistou provádí ve speciálním uspořádání tak, že se vznikající kyselina jodičná regeneruje elektrolytickou reoxidací.



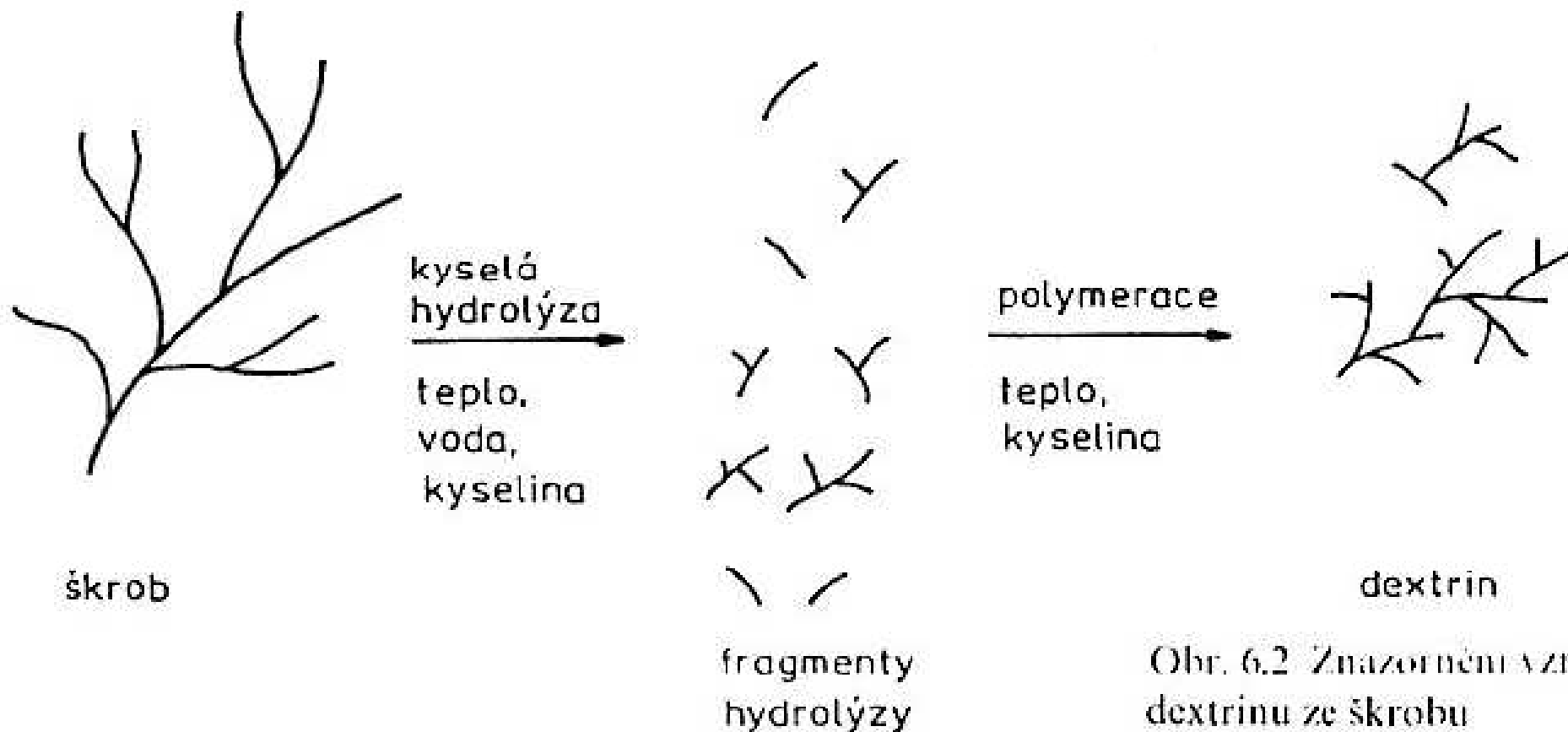
# **Oxidace škrobu - SHRNU TÍ**

- **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**

# VÝROBA DEXTRINŮ 1



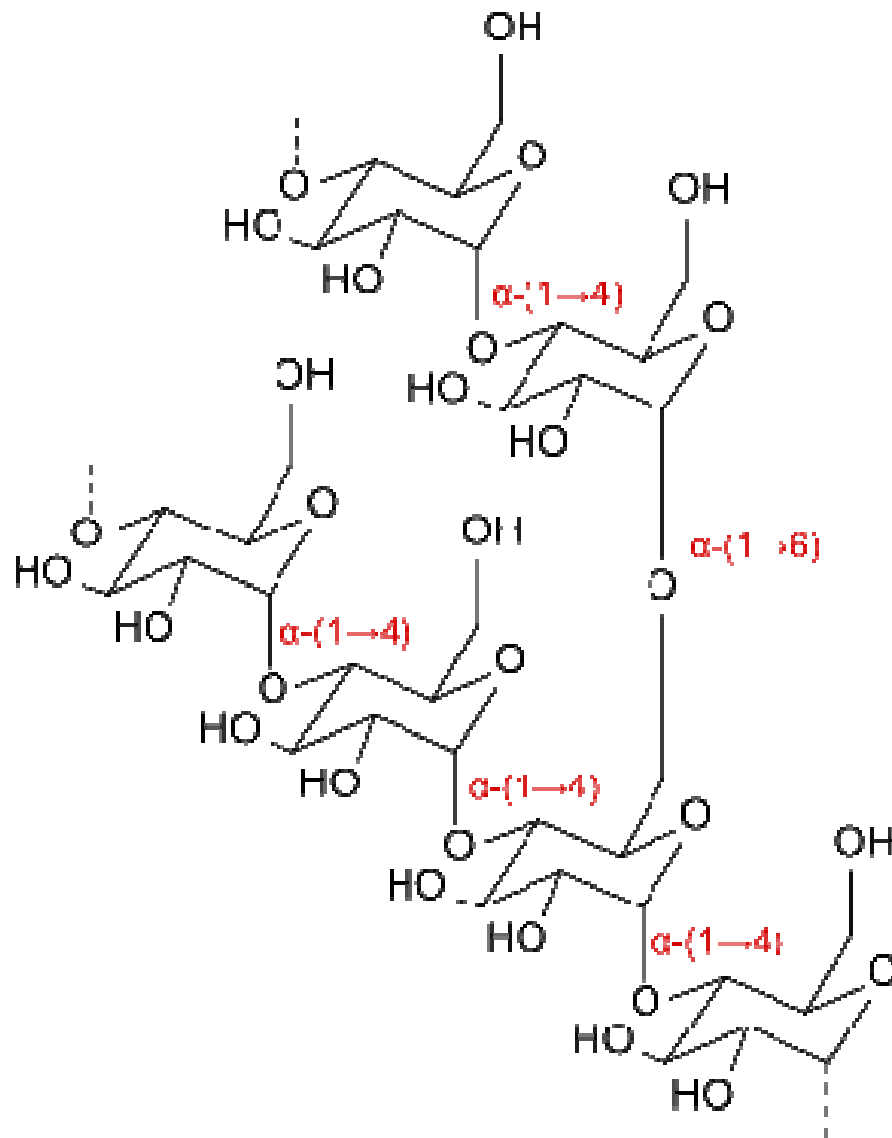
# VÝROBA DEXTRINŮ 2



Obr. 6.2 Znamení vzniku dextrinu ze škrobu

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

# 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 dextrans

- **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.**

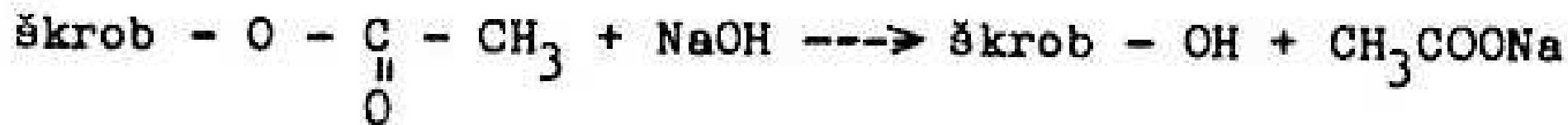
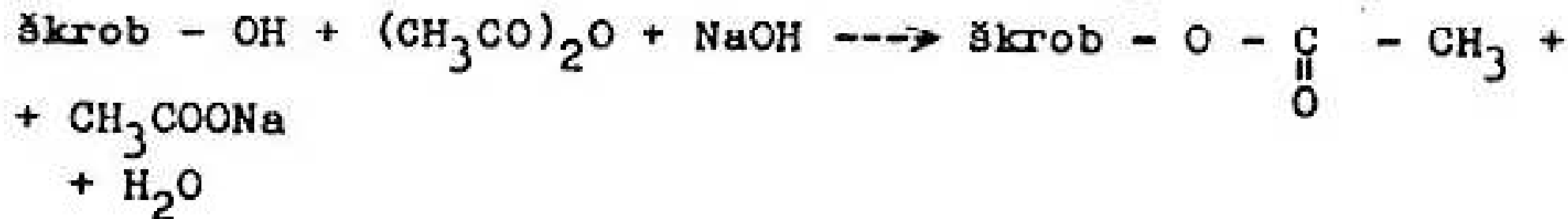
## White dextrans

- **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, dextrans are less digestible; indigestible dextrin are developed as soluble fiber supplements for food products.**

# **DEXTRINY - SHRNU TÍ**

- **PATR N Ě 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**

# Acetylace škrobu



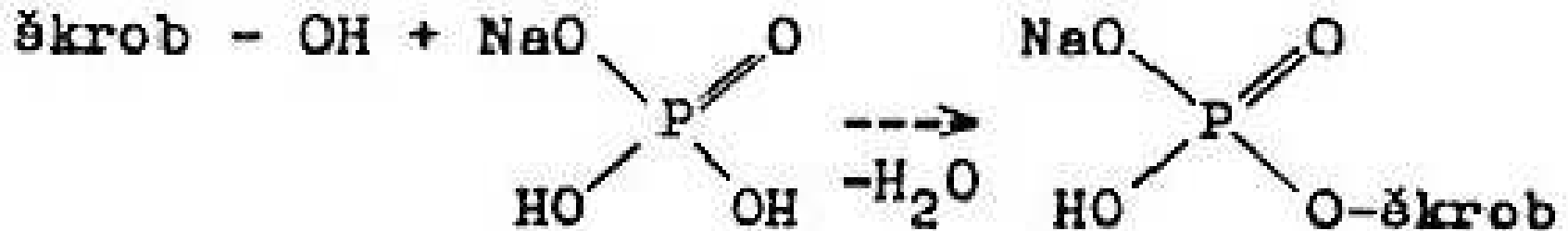
**Vedlejší reakce  
snižující výtěžek**



# Monofosfát škrobu

## Škrobový monofosfát

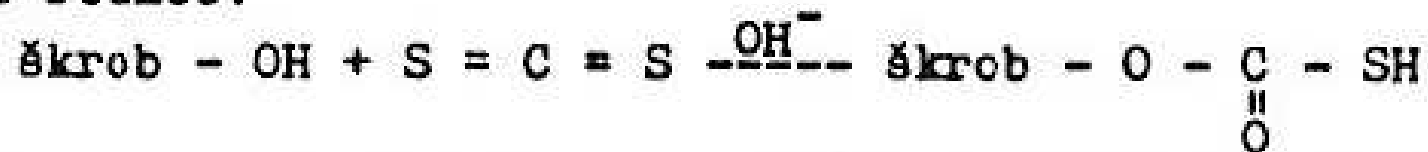
Škrobový monofosfát vzniká reakcí:



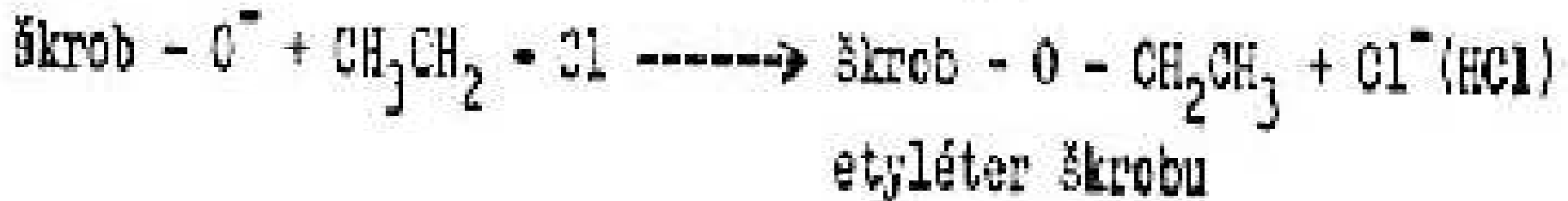
# Xantát škrobu

## Škrobový xantát

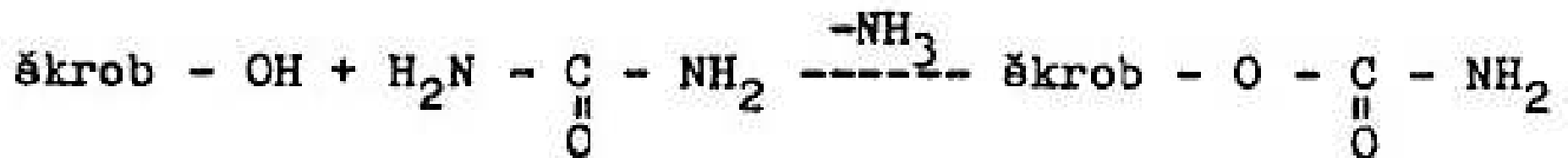
Škrobový xantát vzniká reakcí mezi škrobem a sirouhlíkem podle reakce:



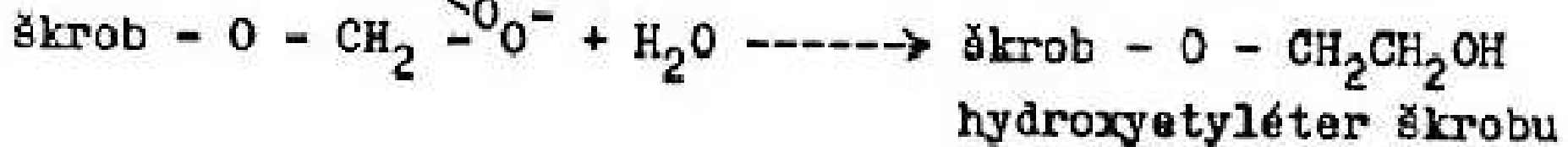
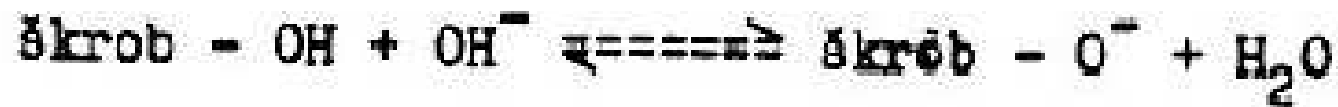
## Alkylétery škrobu



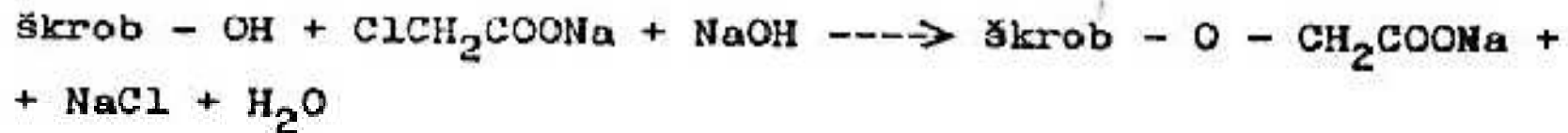
## Karbamát škrobu



## Hydroxymetyléter škrobu



## Karboxymetyléter škrobu



Mechanismus této reakce vystihuje rovnice:

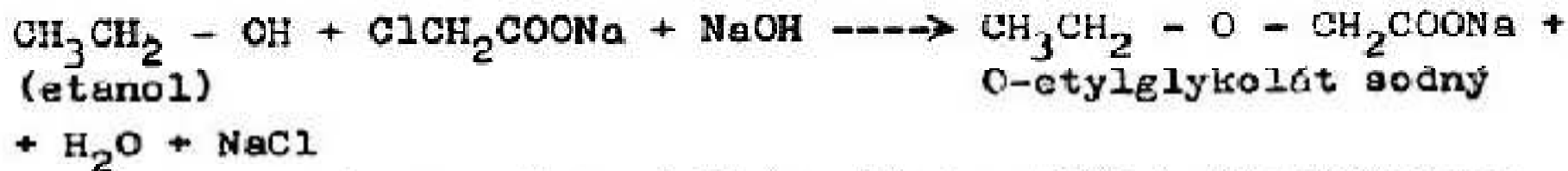


lakton kyseliny glykonové

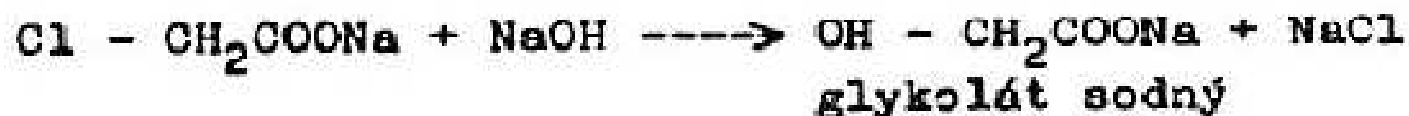
## Kyanoéter škrobu



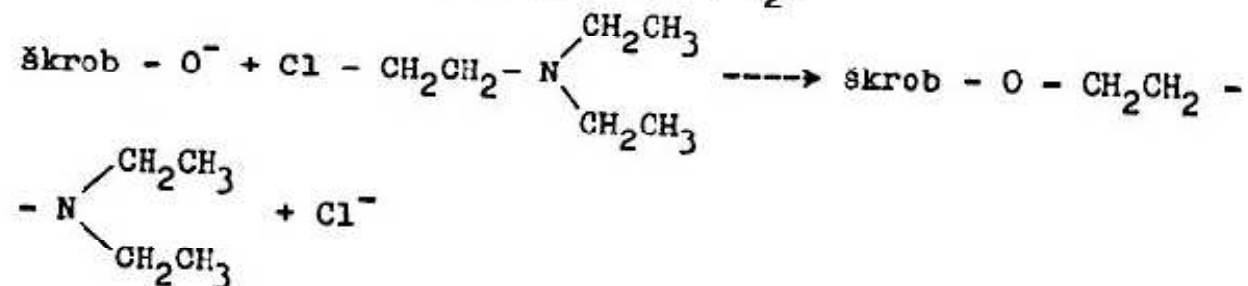
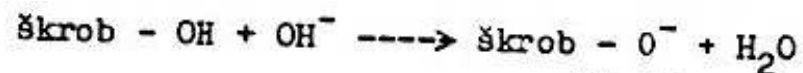
## Karboxymetyléter škrobu – reakce v ethanolu



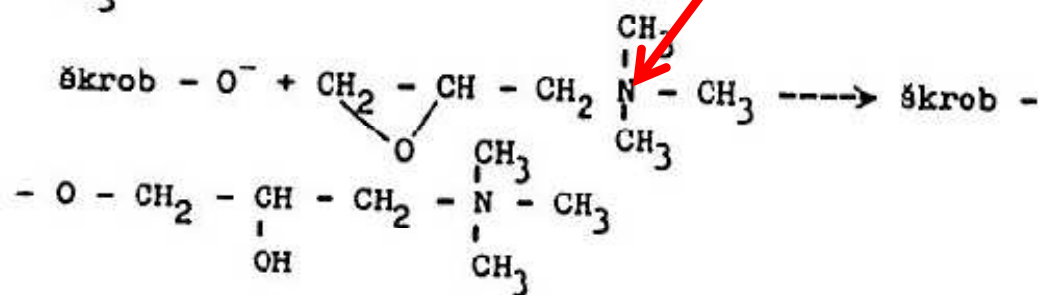
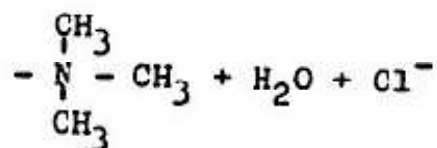
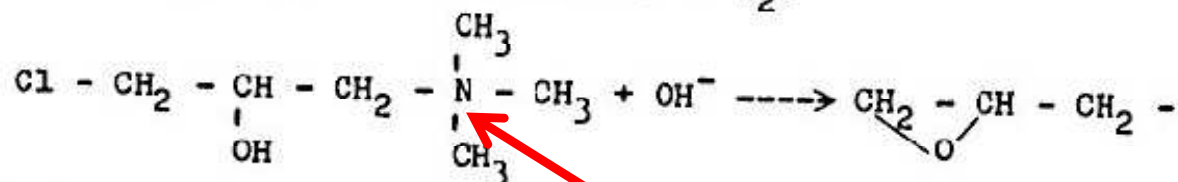
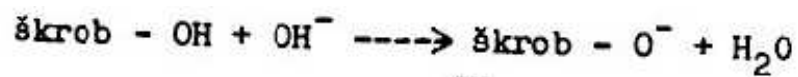
Tyto reakce spolu s další snižuje výtěžek éterifikace:



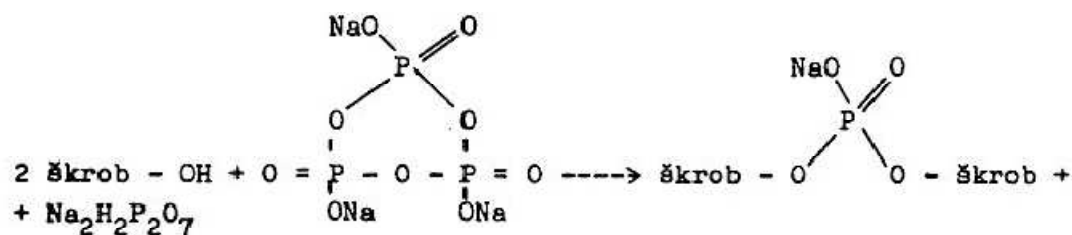
# Kationtové škroby



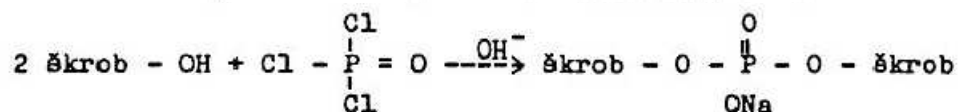
Kvartérní derivát škrobu vzniká reakcí mezi škrobem a halogenderivátem kvartérní amoniové zásady:



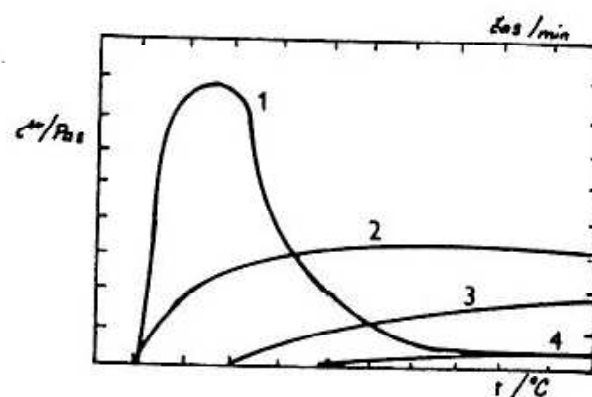
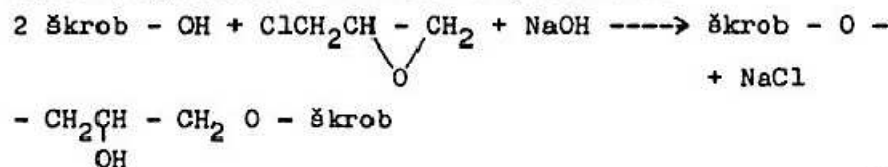
# Sesít'ované škroby



Škrobový difosfát také může vzniknout reakcí:



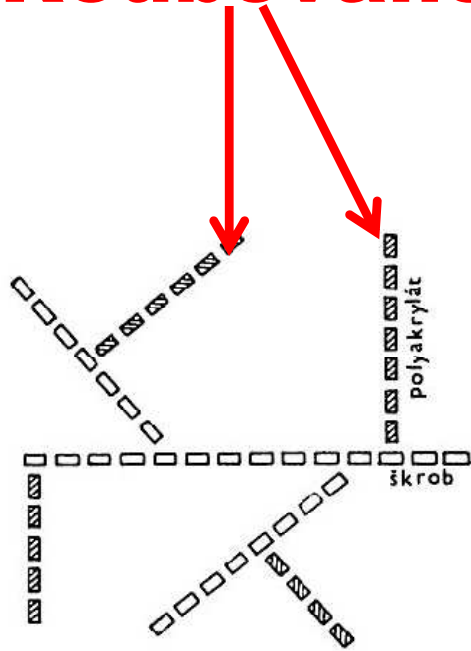
Škrobový diéter vytváří např. tato reakce mezi škrobem a epichlorhydrinem v alkalickém prostředí:



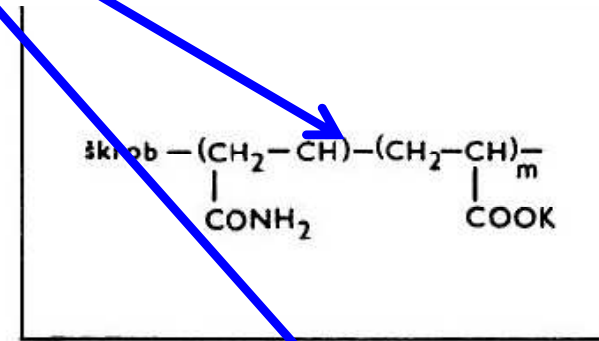
- 1 0,05%
- 2 0,1 %
- 3 0,5 %
- 4 1 %

Obr. 15. Hydratace škrobů zesíťovaných epichlorhydrinem (Brabenderovy křivky)

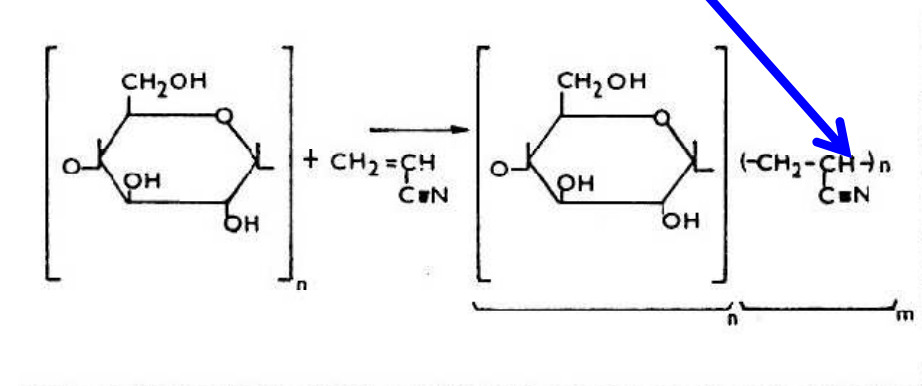
# Roubované & blokové kopolymery škrobů



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**
- **.....**



# ŠKROBY JAKO BIODEGRADABILNÍ ADITIVA DO SYNTETICKÝCH TERMOPLASTŮ

- VĚTŠINOU NUTNO „POPOHNAT“  
termooxidací

## Co jsem dělal já

- LDPE fólie
- Části brokového střeliva
- Vlákna
- .....

# TERMOPLASTICKÉ ŠKROBY

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

# Škrob v práci konzervátora a restaurátora

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