

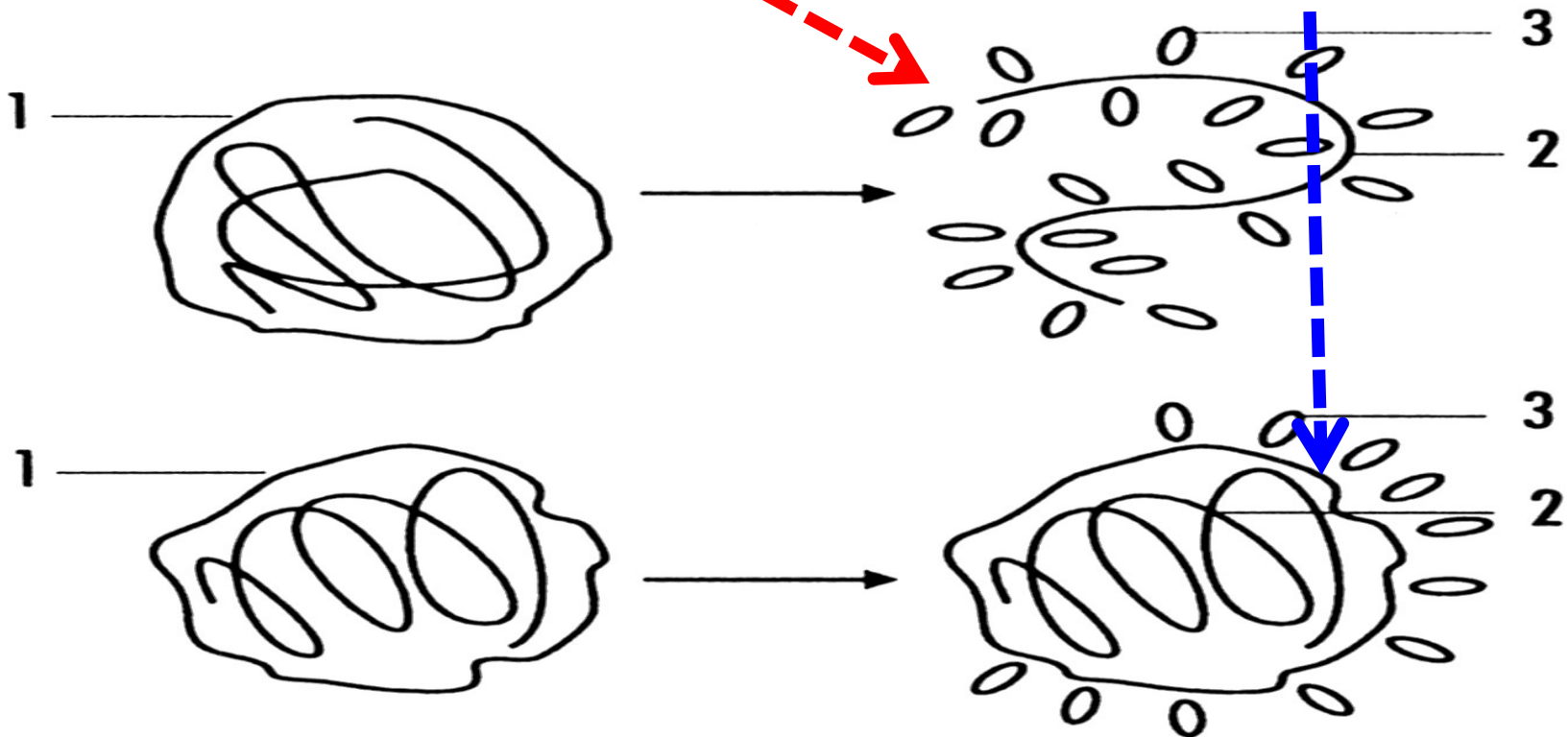
# **PŘÍRODNÍ POLYMERY**

## **Polysacharidy I**

### **MAZOVATĚNÍ ŠKROBU**

**RNDr. Ladislav Pospíšil, CSc.**

# 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<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**

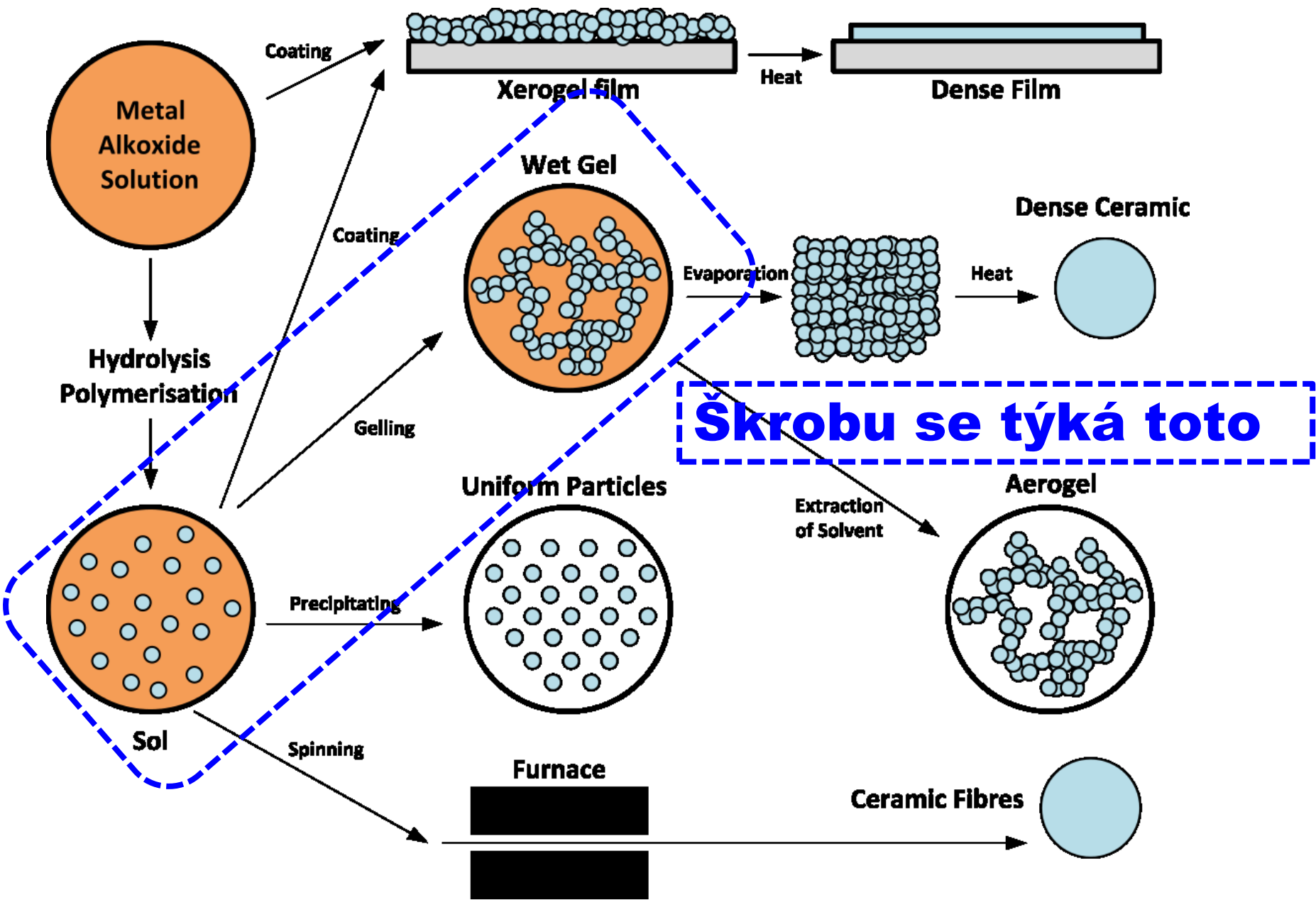


## **SOL > GEL (obecně)**

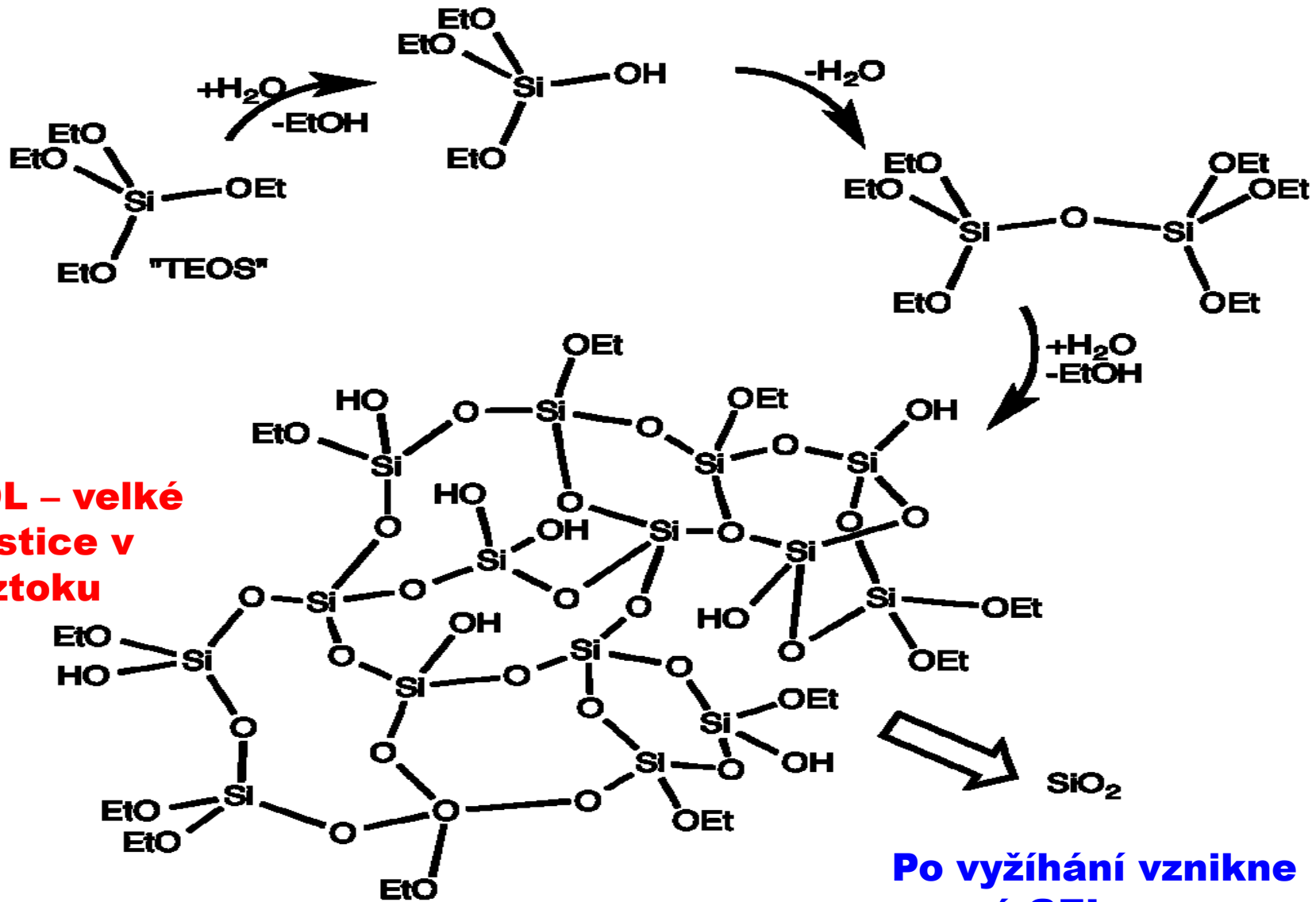
- **GEL je DISPERZNÍ SOUSTAVA, ve které spojitý DISPERZNÍ PODÍL je prostupuje spojitě DISPERZNÍ PROSTŘEDÍ**

### **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**





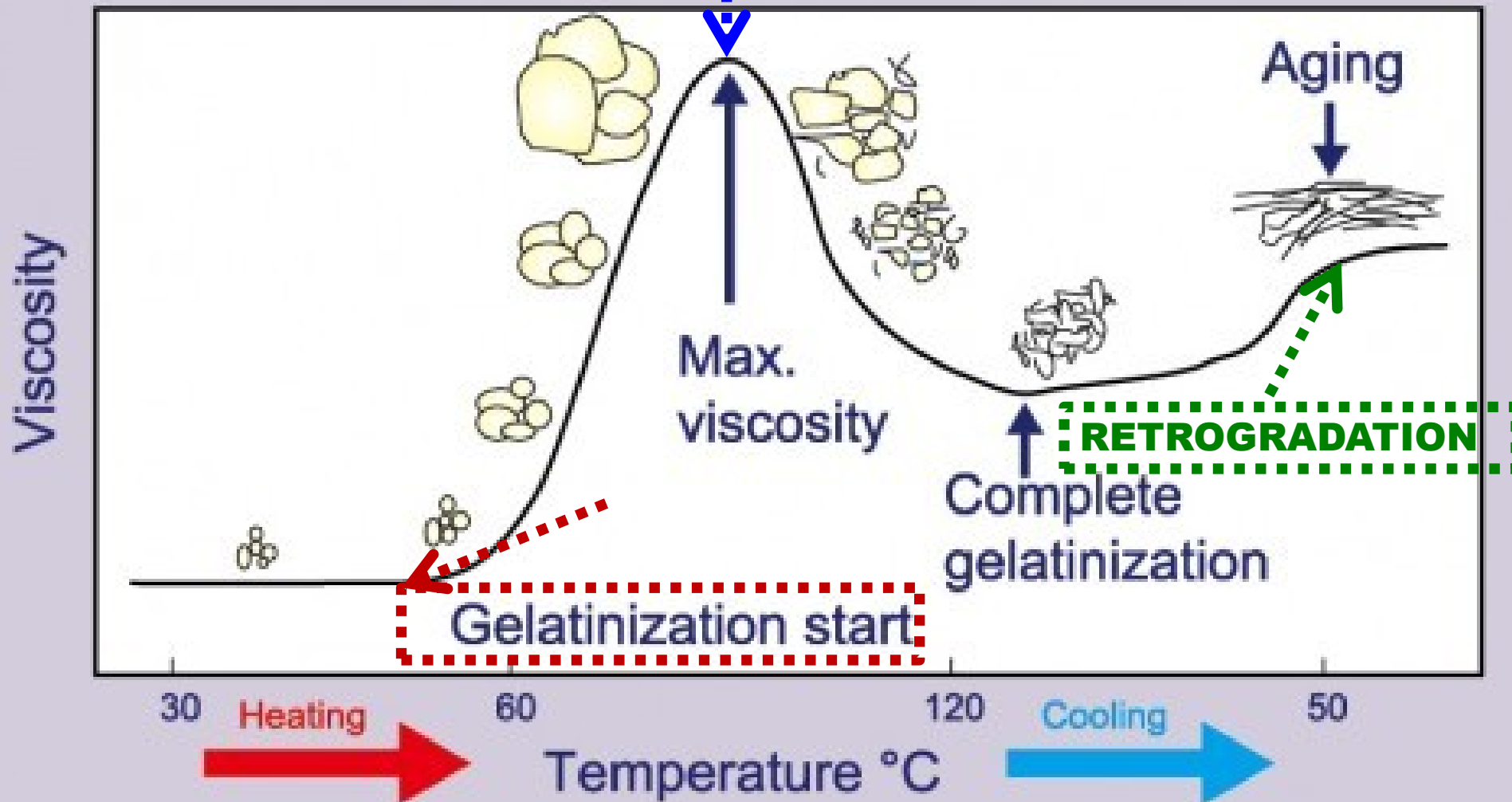


**SOL – velké  
částice v  
roztoku**

**Po vyžhání vznikne  
pevný GEL**

# Křivka MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě - OBECNĚ

**BOD MAZOVATĚNÍ ŠKROBU**



# **MAZOVATĚNÍ škrobu – popis jevu 1**

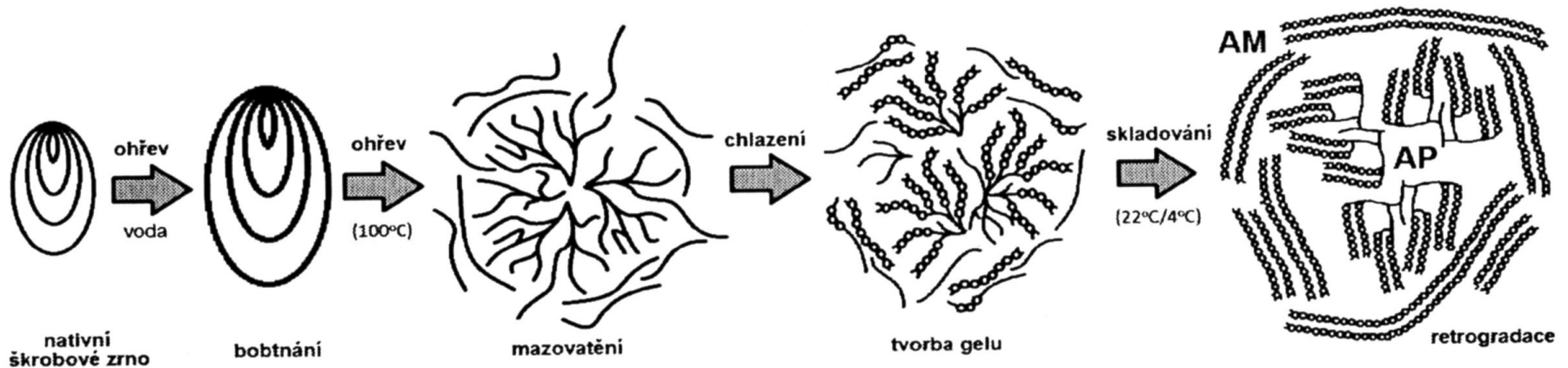
## **převzato ze skript VŠCHT Praha**

### **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 dvoilom 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**

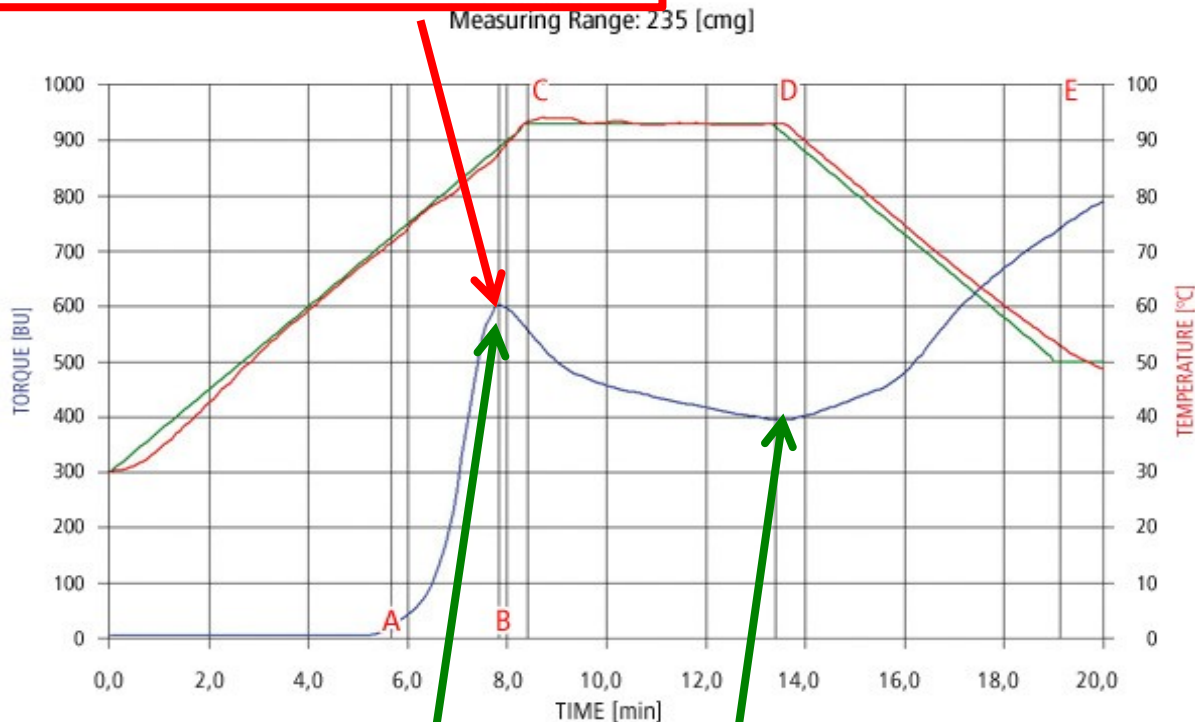
## **převzato ze skript VŠCHT Praha**

### **ISBN 978-80-7592-089-8**

SOUHRAVA a stupni substituace. Pod mikroskopem v polárním světle  
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



- 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

Všimněte si PRŮBĚHU  
TEPLOTY MĚŘENÍ a bodů jejich  
změn!

Brabender je název VÝROBCE přístrojů v Německu

BU = Brabender Unit

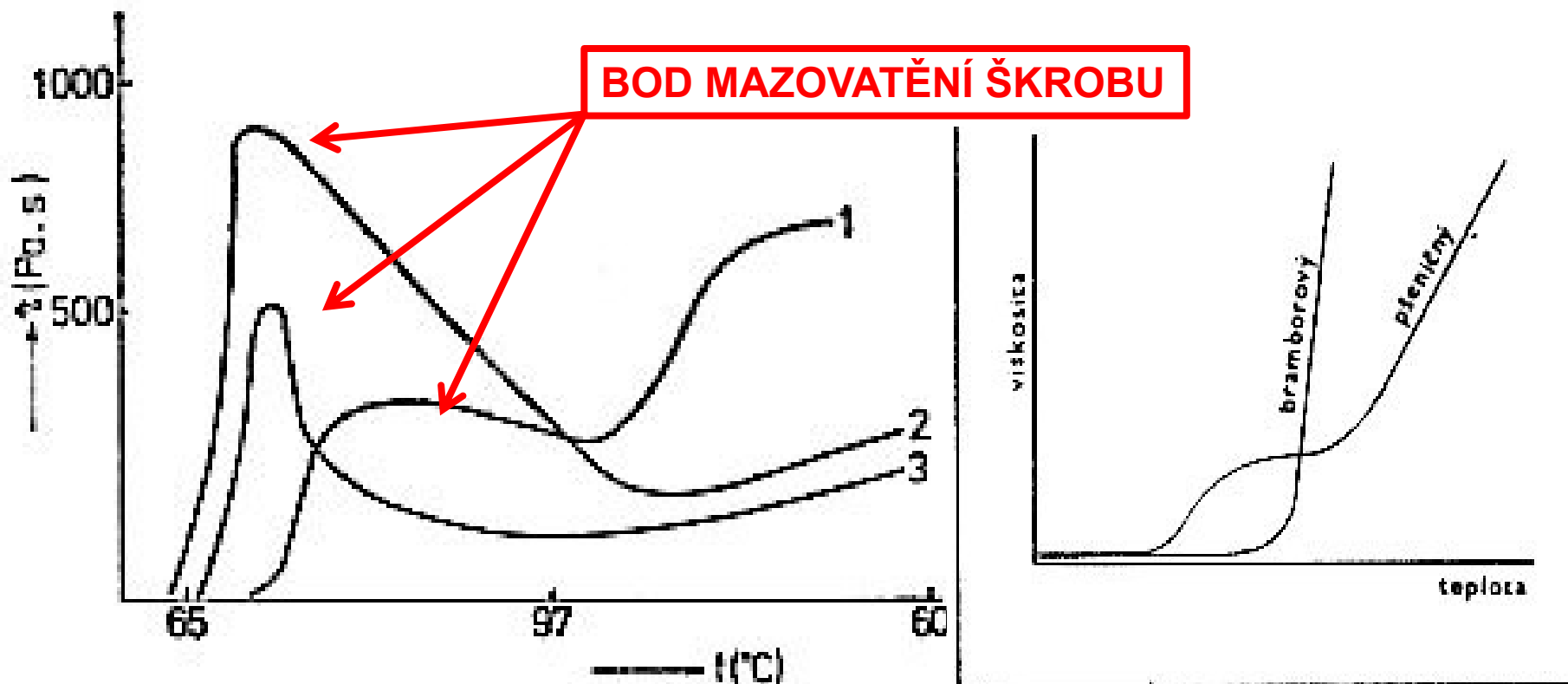
4.11.2022

PŘÍRODNÍ POLYMERY polysacharidy MAZOVATĚNÍ ŠKROBU

PŘF MU 6\_3 2021

14

# Křivky MAZOVATĚNÍ různých škrobů ve vodě 2



Obr. 21. Viskogramy nativních škrobů

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

Obr. 8. Charakteristika bobtnání škrobů

# Vliv sacharidů a solí na teplotu mazovatění – PROČ ASI?

Teplota mazovatění škrobů

Tabulka 15

Škrob	Teplota (°C)		
	počáteční	konečná	střední
bramborový	59	68	63,5
kukuřičný	62	72	67
pšeničný	58	64	61
ječný	51,5	59,5	57
žitný	57	70	61
rýžový	68	78	74,5
hrachový	55	70	65
vosková kukuřice (amylepektinová)	63	72	68
amylózové kukuřice	67	ve vroucí 80 vodě ne- úplné 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	84	96,5	90,5
0,2 % hydroxidu sodného	55,5	69,5	64
0,3 % hydroxidu sodného	49	65	59



# 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

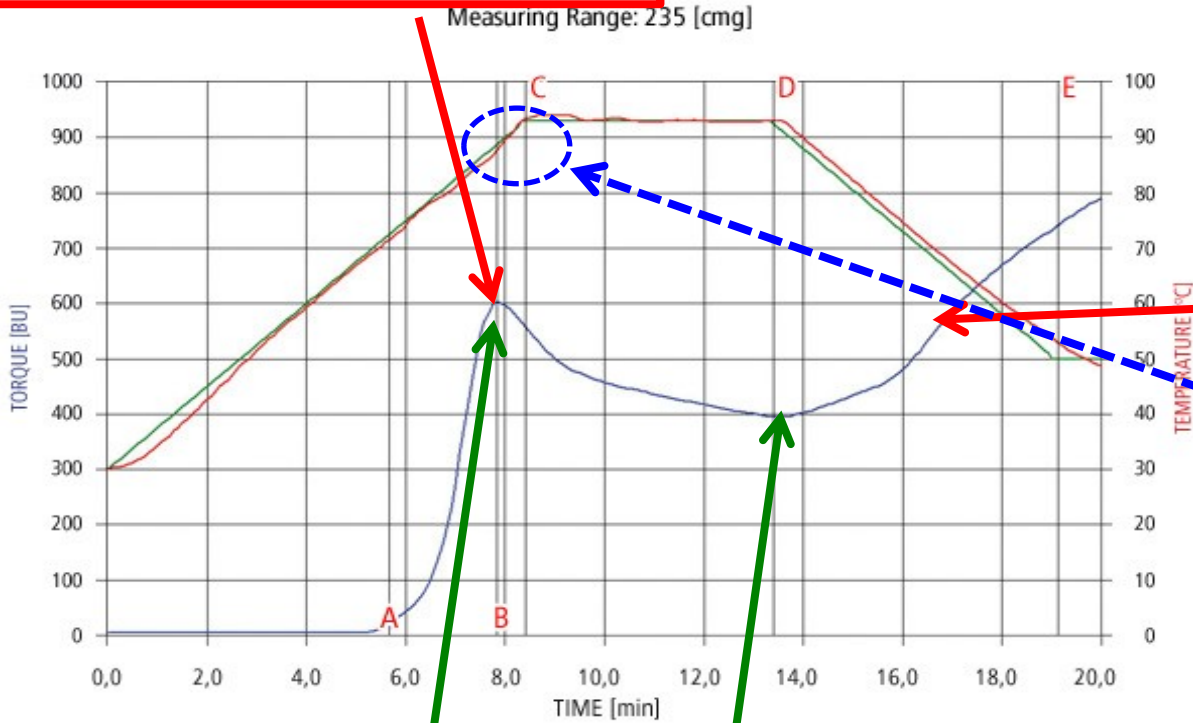
**Kukuřičný škrob má normálně hodnoty:  
62 – 72 – 67 °C**

# 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 přidavkem glukózy, tuků,  $\text{NaNO}_3$

# Křivky MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě 3

**BOD MAZOVATĚNÍ ŠKROBU**



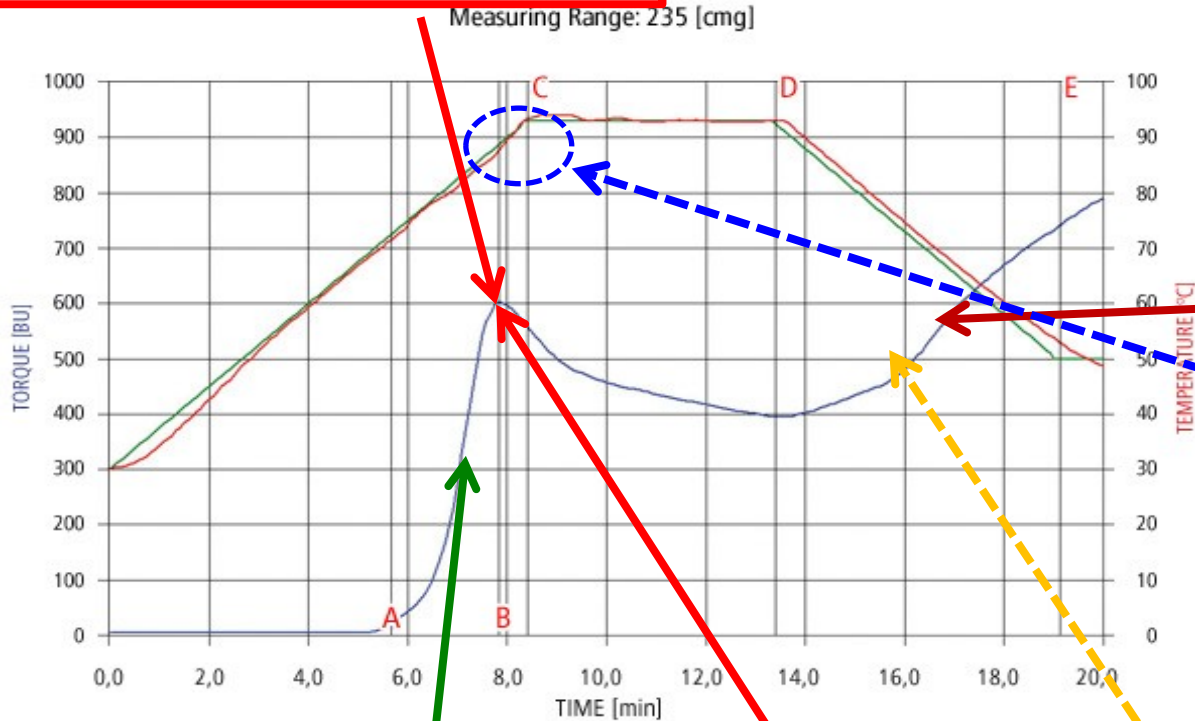
**RETROGRADACE**  
= zvyšování  
viskozity se  
snižující se  
teplotou > VZNIK  
GELU

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

**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**

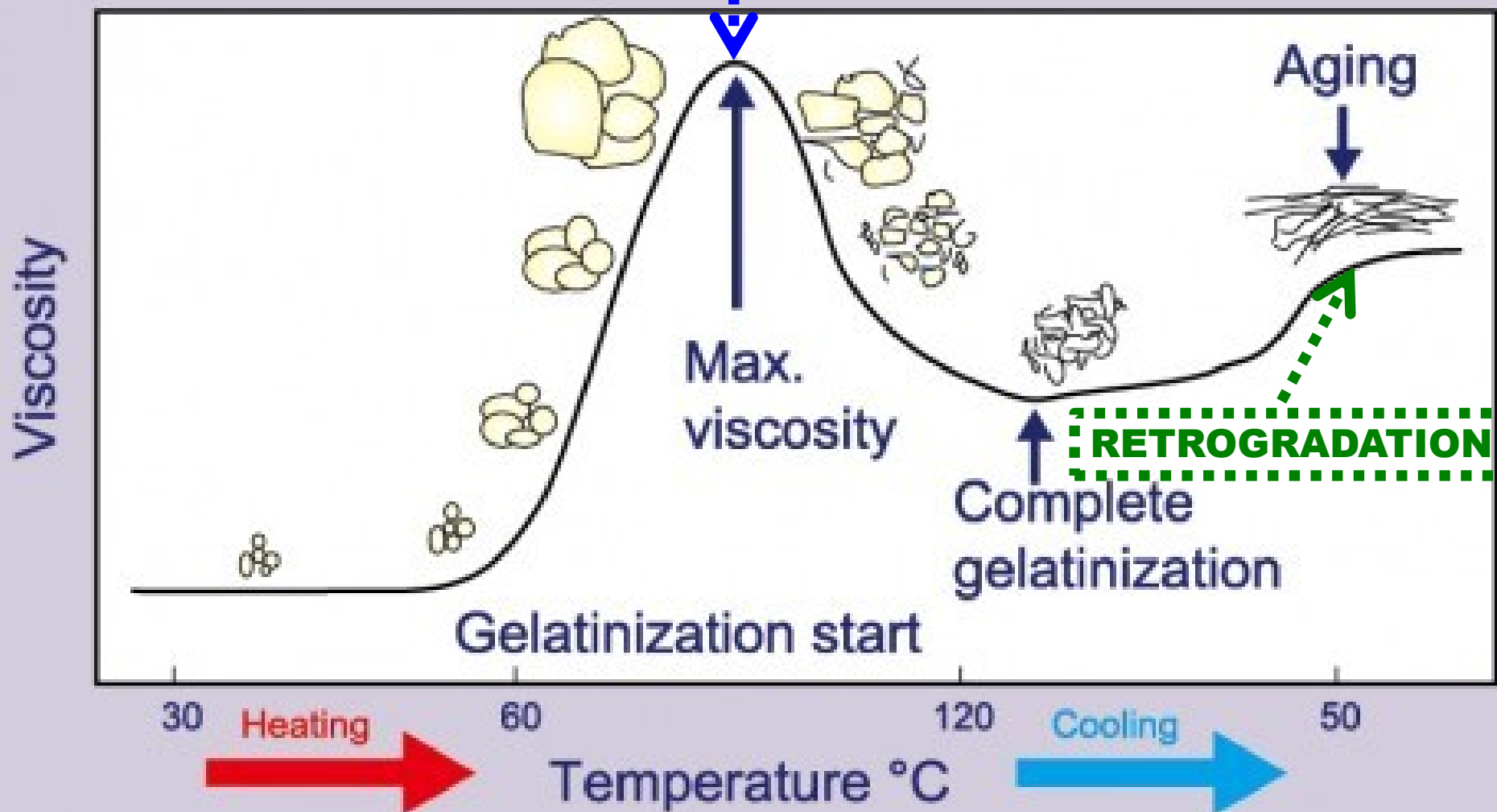
Postupné rozpouštění  
kratších řetězců a  
jejich difúze do vody  
> ZVYŠOVÁNÍ  
VISKOZITY

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

Uvolňování menších  
hydratovaných útvarů >  
SOL

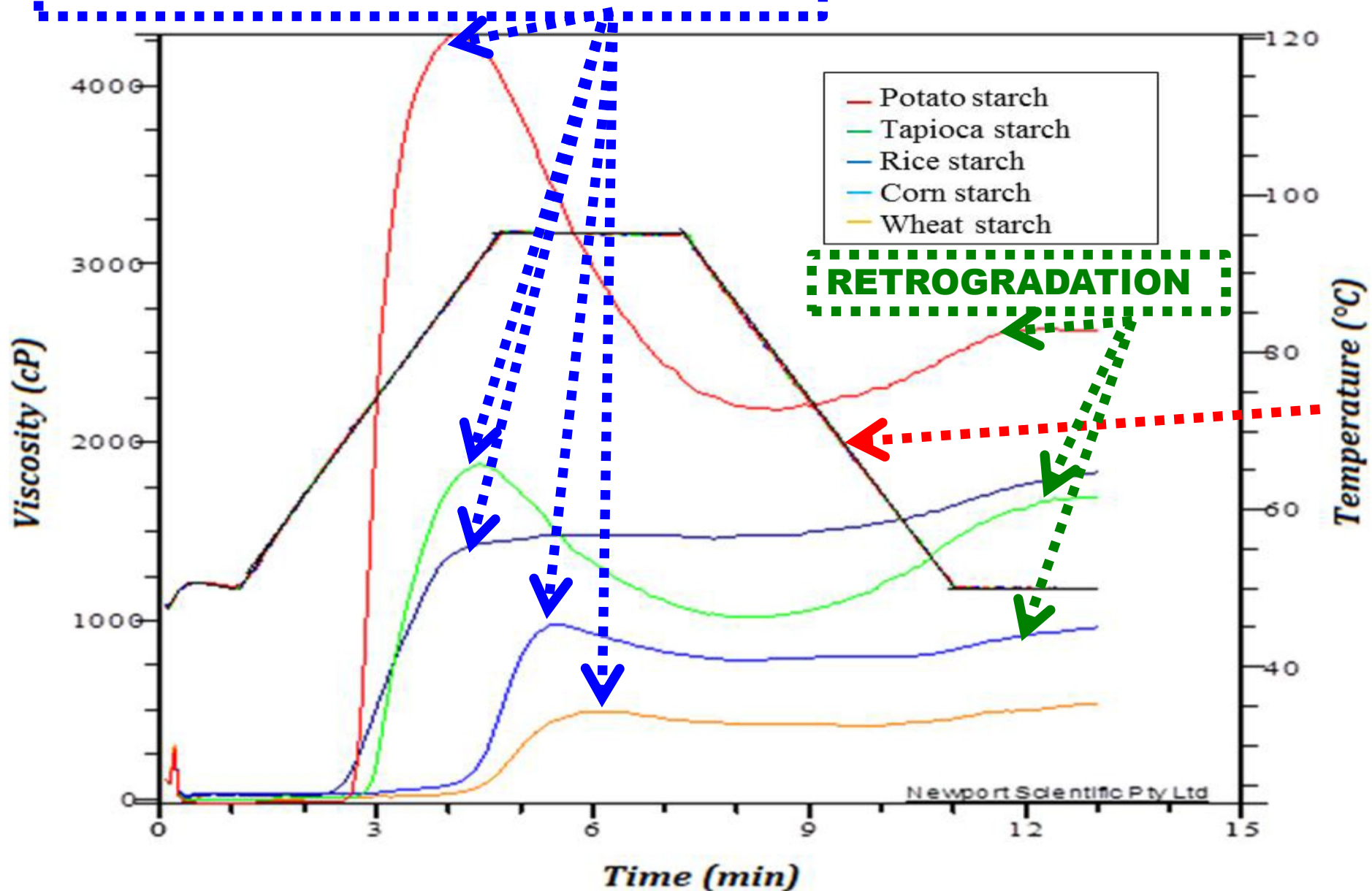
# Křivka MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě 5

## BOD MAZOVATĚNÍ ŠKROBU

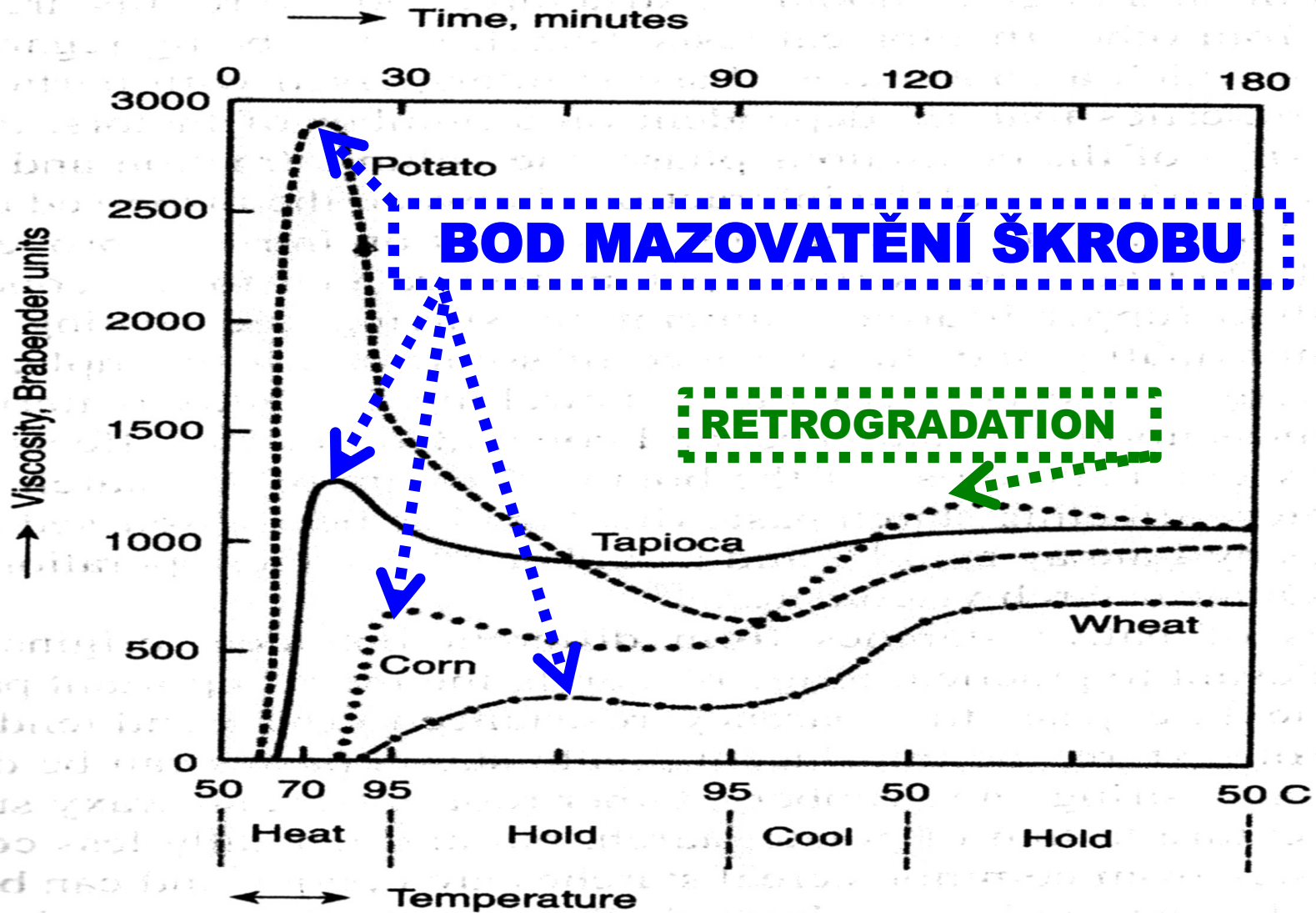


# Křivka MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě 6

## BOD MAZOVATĚNÍ ŠKROBU



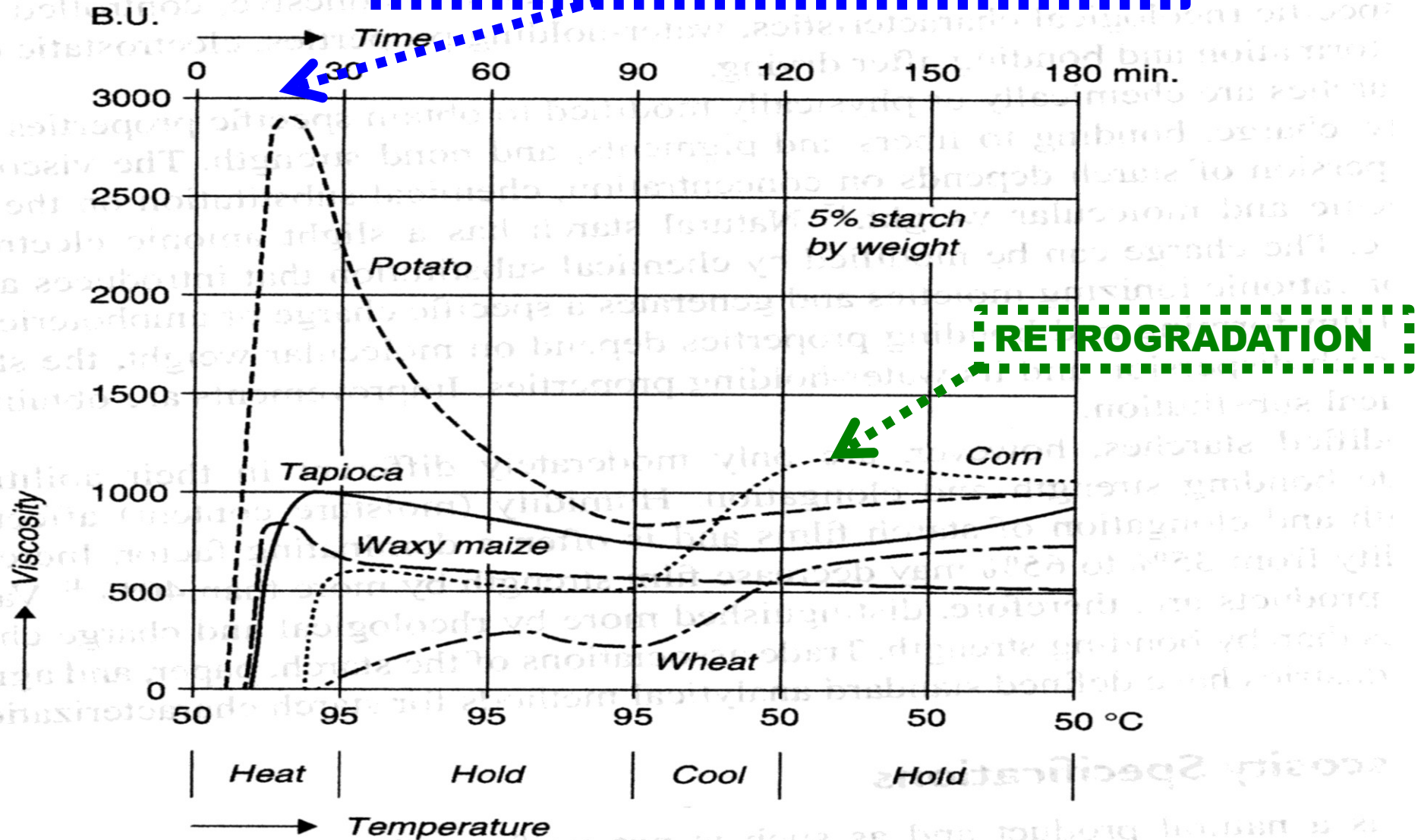
# Křivka MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě 7



Typical Brabender viscosity curves of 8% granular suspensions of common starches.<sup>1</sup>

# Křivka MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě 8

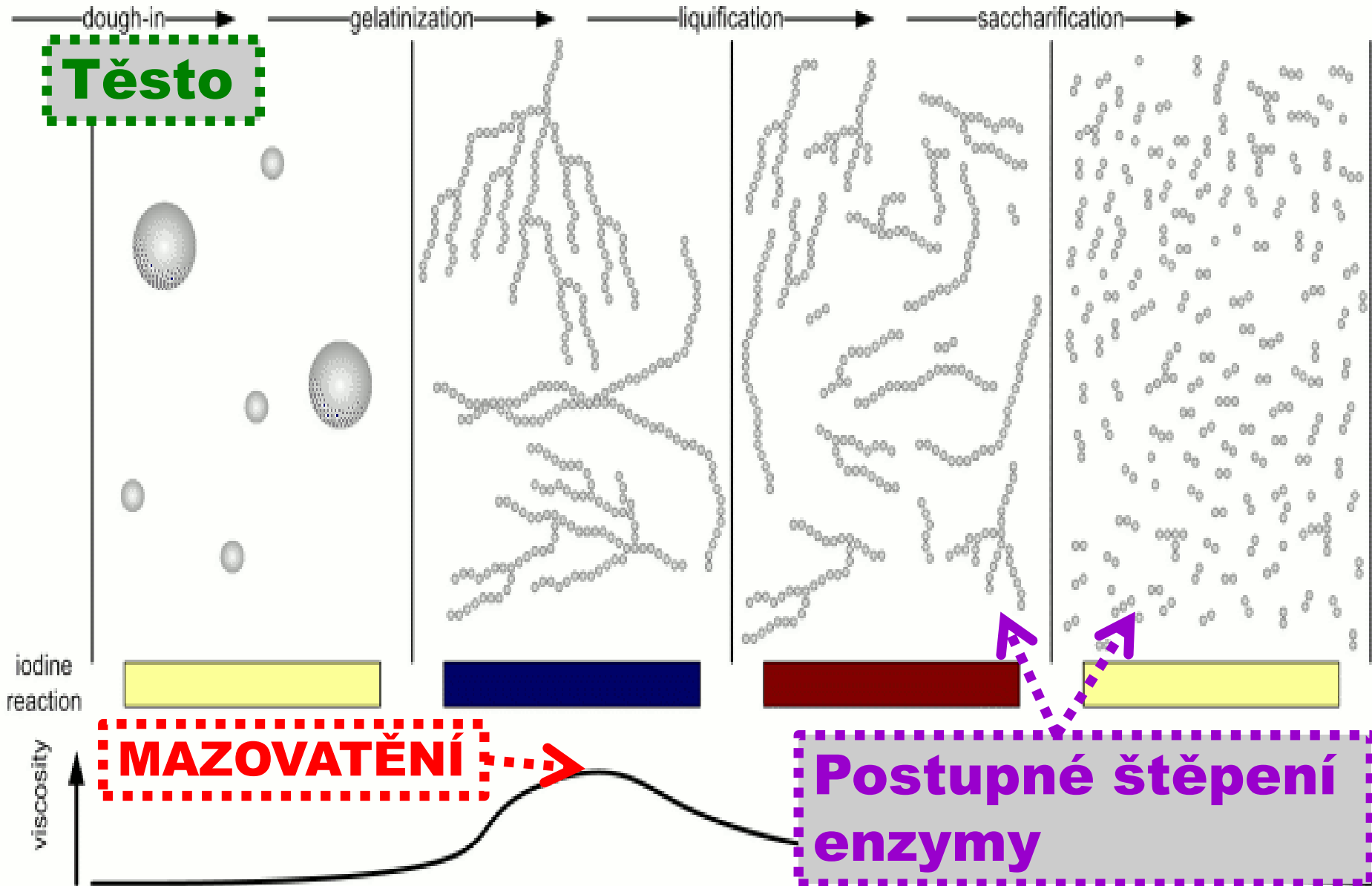
## BOD MAZOVATĚNÍ ŠKROBU



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

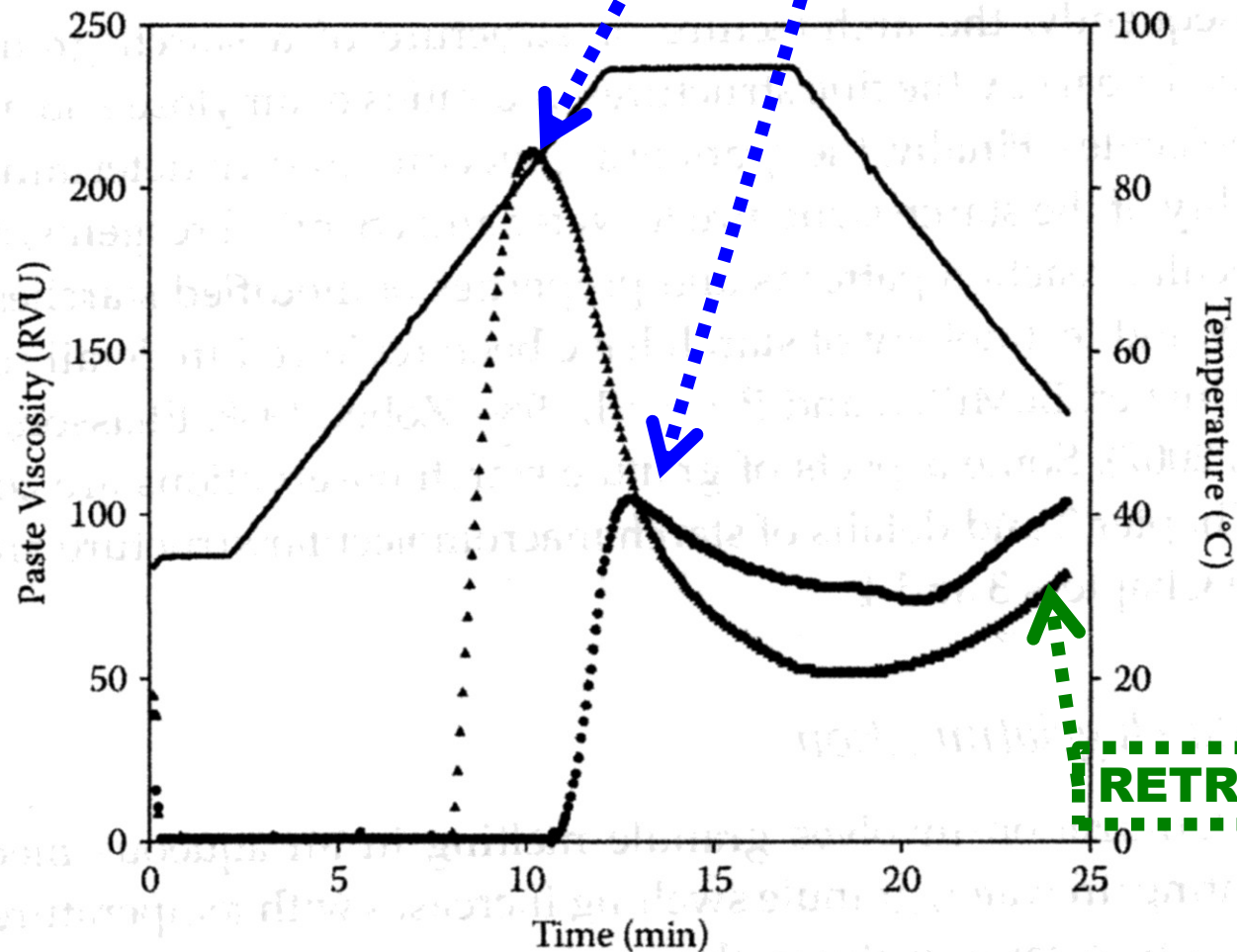


# MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě 9



# Křivka MAZOVATĚNÍ škrobu ve vodě 11

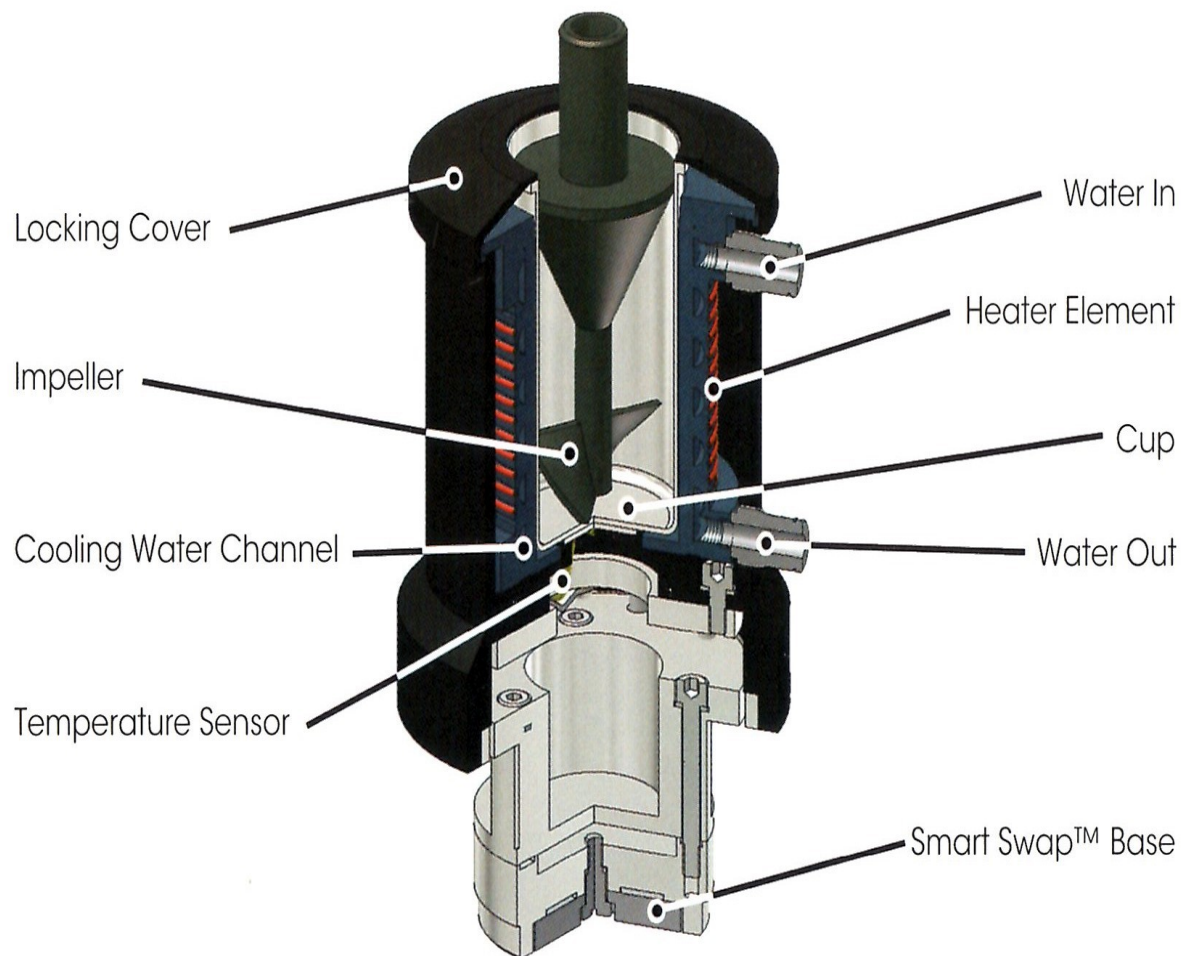
**BOD MAZOVATĚNÍ ŠKROBU**



**RETROGRADATION**

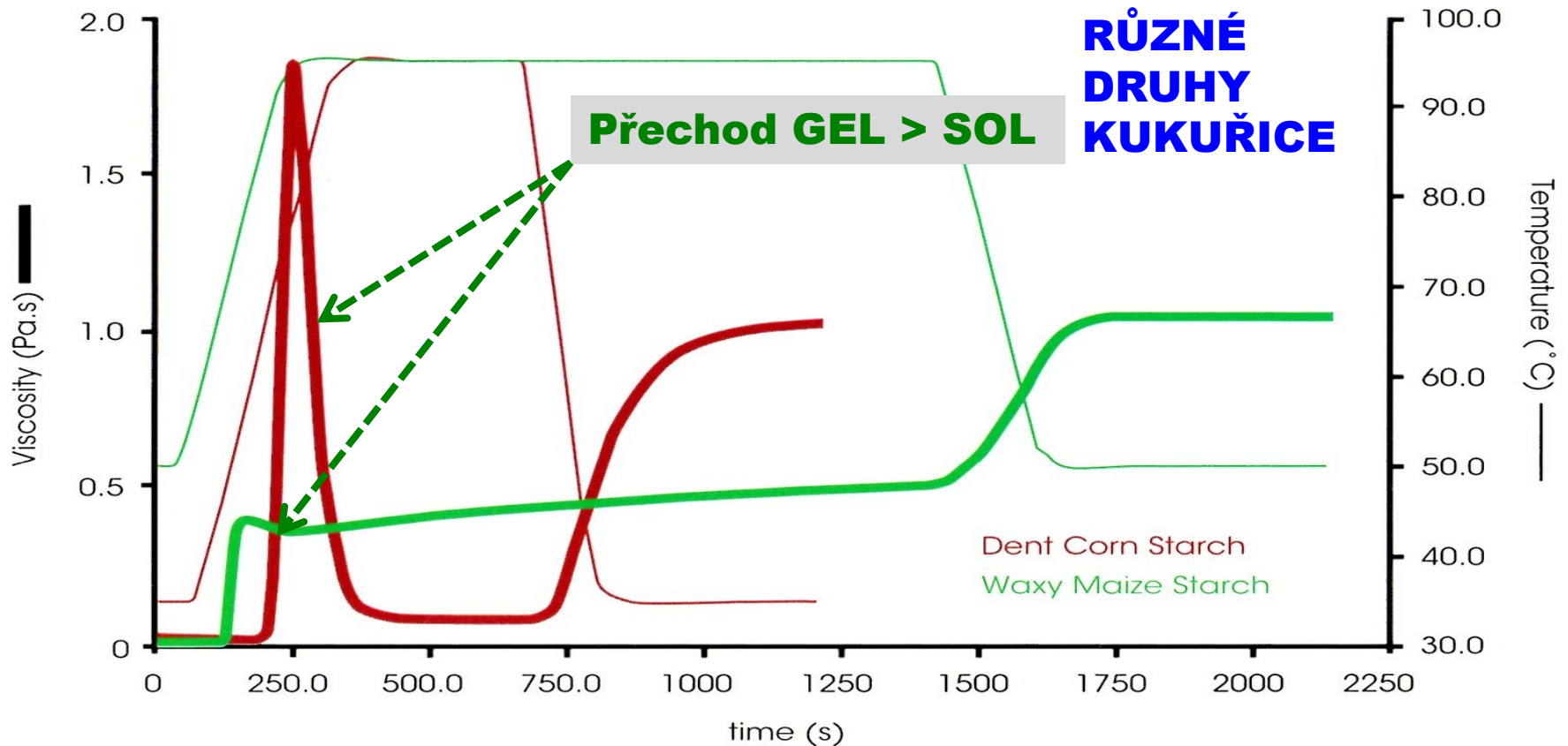
Figure 1.2 Pasting profiles of cassava (▲) and corn (●) starches, under temperature (–) changes.

# 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!

4.11.2022

28