

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



---

**Behnoud Sanat Omid Sabzevaran**

بهنود صنعت امید سبزواران

[www.bwhnoudsanat.ir](http://www.bwhnoudsanat.ir)

09139409002-09137991439



## مهمترین و تخصصی‌ترین خدمات شرکت بهنود صنعت امید سبزواران در صنعت غذا

- مشاوره تخصصی راه‌اندازی خطوط تولید صنایع غذایی
- طراحی و اصلاح فرمولاسیون محصولات غذایی (سنتی، سلامت‌محور، فراسودمند)
- استقرار سیستم‌های ایمنی و کیفیت غذایی (HACCP، ISO 22000، GMP)
- تهیه مستندات فنی، بهداشتی و اجرایی مطابق الزامات سازمان غذا و دارو
- آموزش‌های تخصصی در صنعت غذا
- ممیزی داخلی و آمادگی برای اخذ مجوزهای بهداشتی و گواهینامه‌ها
- طراحی و توسعه محصولات نوآورانه و دانش‌بنیان غذایی
- مشاوره در انتخاب ماشین‌آلات و چیدمان اصولی خط تولید
- فرمولاسیون مواد نگهدارنده طبیعی و آنتی‌اکسیدان‌های خوراکی
- پشتیبانی در برندسازی، بسته‌بندی، ورود به بازار و تجاری‌سازی محصولات



**Behnoud Sanat Omid Sabzevaran**  
بهنود صنعت امید سبزواران

**Behnoud Sanat Omid Sabzevaran**

**بهنود صنعت امید سبزواران**

ارایه خدمات فنی و مهندسی، مشاوره و آموزش در صنایع غذایی

<https://t.me/behnoudsanatomidesabzevaran>

<https://eita.com/behnoudsanatomidesabzevaran>

[http://www.Instagram.com/behnood\\_sanat.co](http://www.Instagram.com/behnood_sanat.co)

[www.behnoudsanat.ir](http://www.behnoudsanat.ir)

Email: behnood.sanat.co

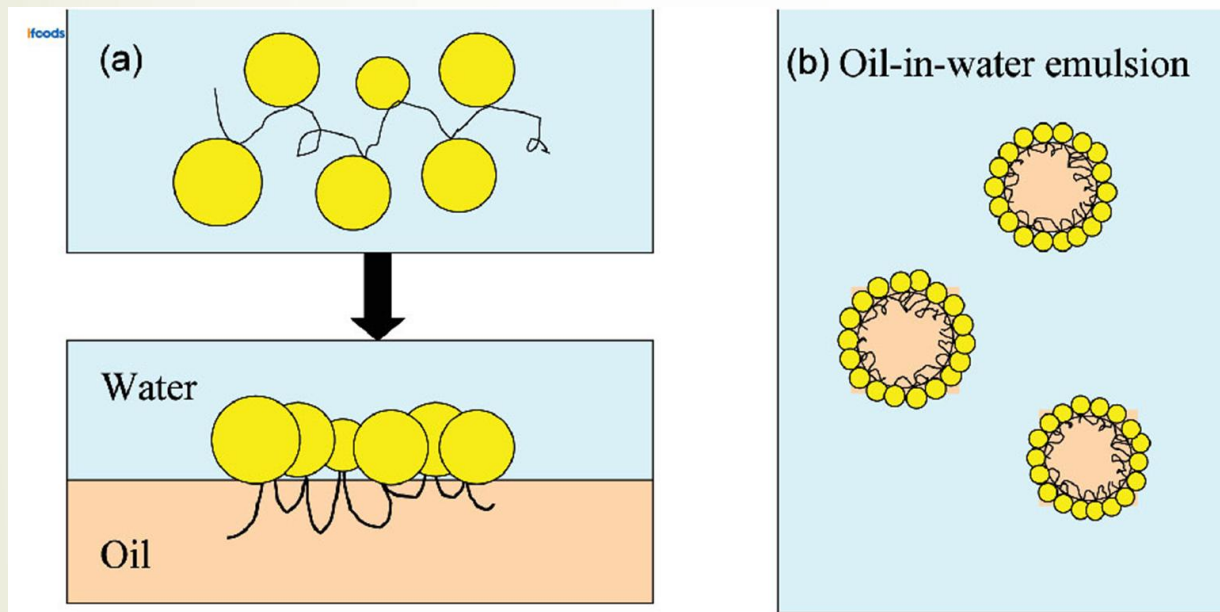
Tel:09139409002-09137991439



<https://behnoudsanat.ir> بهنود صنعت امید سبزواران

# کاربرد سیدروکلوسیدها و صمغ‌ها در صنعت غذا

مدرس: دکتر اعظم اعرابی (عضو هیات علمی دانشگاه و مشاور صنعت غذا)

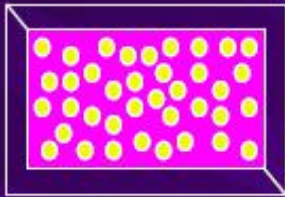


- ✓ هیدروکلوئیدها گروه متنوعی از پلیمرهای بلند زنجیر هستند که به راحتی در آب پراکنده شده، به طور کامل یا نسبی قابل حل بوده و مستعد تورم در آب می باشند.
- ✓ آنها ویژگی های فیزیکی یک محلول را با تشکیل ژل، یا غلیظ سازی، امولسیون نمودن، پوشش دهی، و پایدارسازی تغییر می دهند .
- ✓ حضور بسیاری از گروه های هیدروکسیل به طور واضح تمایل آنها را برای پیوند با آب افزایش داده و به آنها خاصیت “هیدروفیلیک” یا آب دوستی می بخشد. به علاوه، هیدروکلوئیدها یک دیسپرسیون، که حد واسط بین یک محلول حقیقی و سوسپانسیون است، ایجاد نموده و خصوصیات یک “کلوئید” را نمایش می دهند. از این رو آنها را به درستی “هیدروکلوئیدها” می نامند
- ✓ هیدروکلوئیدها به لحاظ ساختاری یک گروه متنوع از پلی ساکاریدهای کاملاً محلول یا نسبتاً محلول را تشکیل می دهند. پروتئین ژلاتین، به استناد خاصیت بسیار خوب آب دوستی و چند پراکنشی خود، به عنوان یک عضو استثنا از این کلوب پلی ساکاریدی پذیرفته شده است
- ✓ دیگر پروتئین های غذایی نظیر پروتئین های آب پنیر، به رغم بروز رفتار بهم آمیختگی و ژل شدن که تا حدی با چنین رفتار در پلی ساکاریدها همپوشانی دارد، به طور رایج در گروه هیدروکلوئیدها قرار نمی گیرند. با این حال، بعضی از متخصصین هیدروکلوئید، پروتئین های آب پنیر را نیز در زمره هیدروکلوئیدها جای می دهند.



شرکت بهنود صنعت امید سبزواران  
09139409002

# Functions $f_{(x)}$ of Hydrocolloids In Foods



Emulsion Stability



Suspension



H<sub>2</sub>O Mgt.



Foam Stability



pH Compatibility



Mouthfeel/Thickening



Soluble Fiber



Gels



Protein Interaction

# "The Polymer Chain of Command"



شرکت بهنود صنعت امید سبزواران  
09139409002

## Linear vs. Branched – Hydrodynamic Volume



Linear Polymer

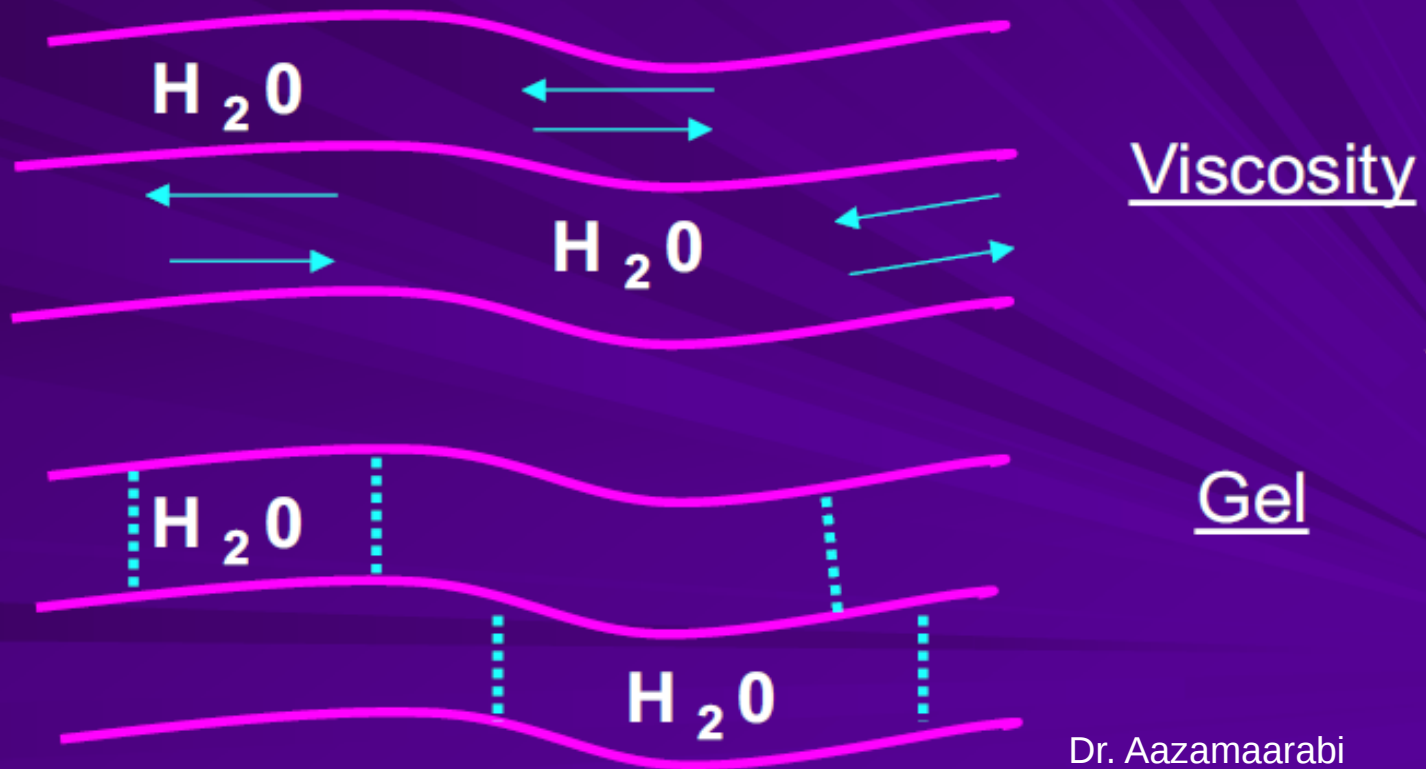


Highly Branched Polymer

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

# Hydrocolloids

## Viscosity Versus Gel



Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

## Classification of gums and hydrocolloids

**1. Exudates**  
(Trees)



**2. Extracts**  
(Plants & Animals)



**3. Flours**  
(Seeds)



**4. Fermentation**  
(Biosynthetic)



**5. Modified Natural**



(Semi-Synthetic)

**6. Synthetic**  
(Pure Chemical)



Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

# Stokes Law (Sedimentation Velocity)

$$V_s = \frac{a (P_d - P_c) d^2}{18 \eta c}$$

(+)



Sedimentation



Creaming

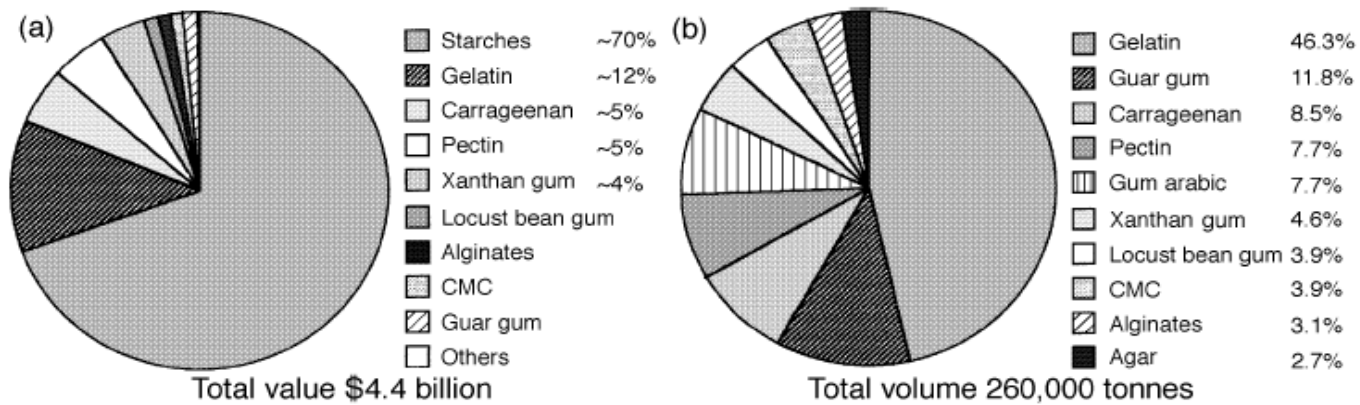
(-)



**Table 1.2** Price of the major hydrocolloids

| Hydrocolloid               | Principal function                      |
|----------------------------|-----------------------------------------|
| Agar                       | Gelling agent                           |
| Alginate                   | Gelling agent                           |
| Arabic                     | Emulsifier                              |
| Carrageenan                | Gelling agent                           |
| Processed eucheama seaweed | Gelling agent                           |
| Carboxymethyl cellulose    | Thickener                               |
| Hydroxypropyl cellulose    | Thickener and emulsifier                |
| Methyl cellulose           | Thickener, emulsifier and gelling agent |
| Microcrystalline cellulose | Thickener and gelling agent             |
| Gelatin                    | Gelling agent                           |
| Guar gum                   | Thickener                               |
| Karaya                     | Thickener                               |
| Locust bean gum            | Thickener                               |
| Pectin                     | Gelling agent                           |
| Pectin (low methoxy)       | Gelling agent                           |
| Propylene glycol alginate  | Emulsifier and foam stabiliser          |
| Starch                     | Thickener and gelling agent             |
| Starch (modified)          | Thickener and gelling agent             |
| Tragacanth                 | Thickener                               |
| Xanthan gum                | Thickener                               |

شرکت بهنود صنعت امید سبزواران  
09139409002



**Fig. 1.2** (a) Value of world market for individual hydrocolloids. (b) Volume of world market for individual hydrocolloids.

شرکت بهنود صنعت امید سبزواران  
09139409002

## صمغ ها چه ترکیباتی هستند ؟

- صمغ ها بطور وسیع در صنایع غذایی برای تهیه ژل و به عنوان پایدار کننده و عوامل سوسپانسیون مورد استفاده قرار می گیرند.
- صمغ ها از منابع مختلفی بدست می آیند و شامل صمغ های ترشحي ، صمغ های جلبکی ، دانه ای ، میکروبی و مشتقات نشاسته و سلولز هستند.
- تمام این مواد مولکول های هیدروفیلیک دارند که می توانند با آب برای تشکیل محلول های ویسکوز یا ژل ها ترکیب شوند .
- ماهیت مولکول ها تا حد زیادی بر روی خواص صمغ ها تاثیر می گذارد. مولکول های پلی ساکاریدی خطی فضای بیشتری را اشغال می کنند و ویسکوزتر از مولکول های بسیار انشعابی با همان وزن مولکولی هستند.

شرکت بهنود صنعت امید سبزواران  
09139409002

## طبقه بندی صمغ ها بر اساس منشا :

- ❖ دانه اي : خرنوب و گوار
- ❖ ترشحي: کتيرا و عربي
- ❖ ميكروبي: دکستران، گزانتان، ژلان
- ❖ جلبكي: کاراگینا، فورسلران، آگار
- ❖ سنتزي: متیل سلولز، کربوکسي متیل سلولز

## تقسیم بندی صمغ ها بر اساس شکل ساختار

- صمغ های خطی: و ویژگی های آن عبارتند از افزایش بیشتر ویسکوزیته، تمایل کمتر به تشکیل ژل و تشکیل سریع فیلم مانند صمغ های گزانتان و گوار
- صمغ های انشعابی: ویژگی های آن عبارتند از افزایش کمتر ویسکوزیته، تمایل بیشتر به تشکیل ژل و تشکیل کندتر فیلم مانند صمغ عربی

## انواع صمغ ها بر اساس بار الکتریکی

خشتی: کمتر تحت تاثیر و نمک قرار می گیرند مانند خرنوب و گوار و گزانتان  
آنیونی: بیشتر تحت تاثیر و نمک قرار می گیرند مانند آلژینات، کاراگینان، عربی

- ❖ مولکول های پلی ساکاریدی خطی فضای بیشتری را اشغال می کنند و ویسکوزتر از مولکول های بسیار انشعابی با همان وزن مولکولی هستند.
- ❖ ترکیبات انشعابی آسانتر ژل تشکیل می دهند و پایدار تر هستند چون بر هم کنش وسیع در امتداد زنجیر هایشان ممکن نیست.
- ❖ پلی ساکاریدهای خشتی فقط به طور جزئی تحت تاثیر PH قرار می گیرند و هم چنین نمک ها در غلظت کم اثر کمی بر روی آن ها دارند.
- ❖ غلظت بالای نمک ممکن است منجر به جداسازی آب پیوسته و رسوب پلی ساکارید شود. تعدادی از پلی ساکاریدها دارای زنجیر مستقیم دراز با انشعابات کوتاه است. چنین ترکیباتی دارای نواحی پلی ساکاریدهای خطی و انشعابی می باشند .
- ❖ صمغ هایی که دارای کربوسیکل زیاد در امتداد زنجیره ها دارند. در PH های زیر ۳ وقتی که گروه های کربوسیکل آزاد تشکیل می شود رسوب می کنند.

### 1.2.4 International numbering system for food additives (INS)

- INS is intended as an identification for food additives for use in one or more member countries. The criteria for INS inclusion (para 90, Alinorm 91/12–22nd FAC) are:
  - The compound must be approved by a member country as a food additive.
  - The compound must be toxicologically cleared for use by a member country.
  - The compound must be required to be identified on the final product label by a member country.

شرکت بهنود صنعت امید سبزواران  
09139409002

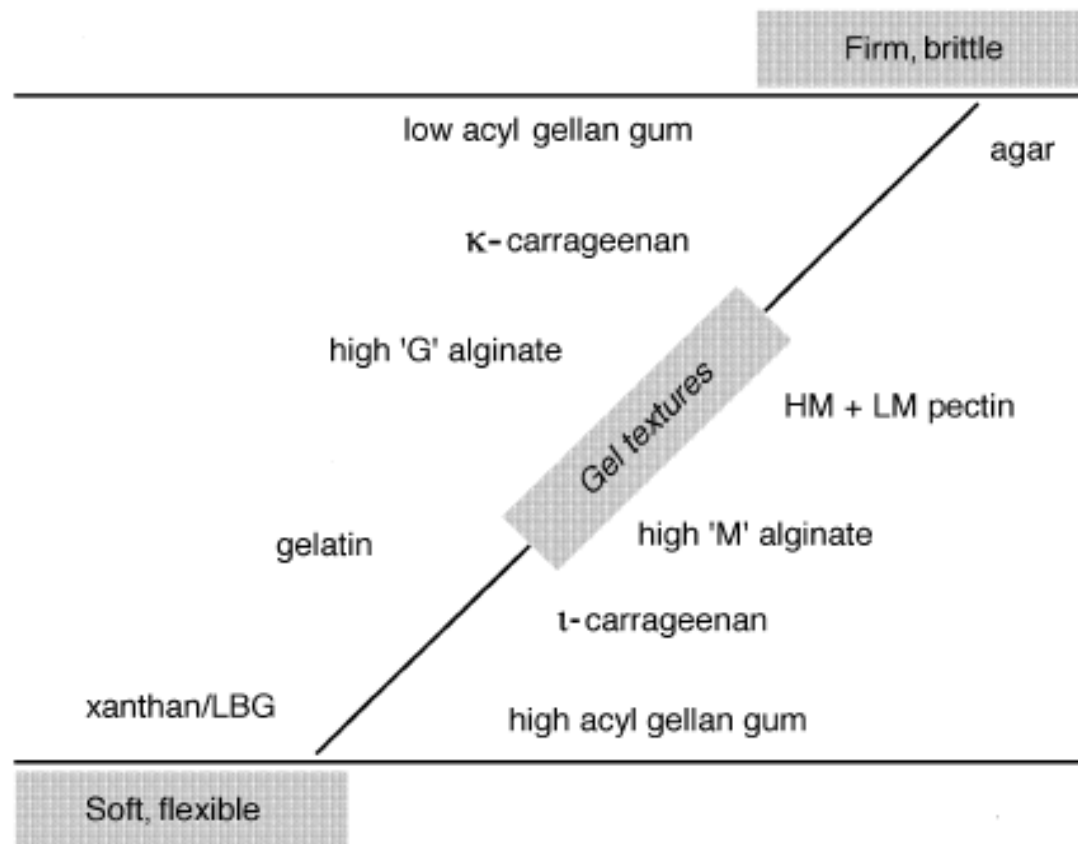
**Table 1.3** INS and E numbers for modified starches

| Modified starch*                 | INS/E number |
|----------------------------------|--------------|
| Dextrin (roasted starch)         | 1400         |
| Acid treated starch              | 1401         |
| Alkali treated starch            | 1402         |
| Bleached starch                  | 1403         |
| Oxidised starch                  | 1404         |
| Monostarch phosphate             | 1410         |
| Distarch phosphate               | 1412         |
| Phosphated distarch              | 1413         |
| Acetylated starch                | 1414         |
| Starch acetate                   | 1420         |
| Acetylated distarch adipate      | 1422         |
| Hydroxypropyl starch             | 1440         |
| Hydroxypropyl distarch phosphate | 1442         |
| Starch sodium octenyl succinate  | 1450         |
| Starch, enzyme treated           | 1405         |

The Codex General Standard for labelling of pre-packaged foods specifies that modified starches may be declared as such in a list of ingredients. However, certain countries require specific identification and use these numbers.

**Table 1.4** INS and E numbers for hydrocolloids

| Hydrocolloid                        | INS/E number*   | Function                                                                  |
|-------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Carrageenan (including furcelleran) | 407             | Thickener, gelling agent, stabiliser, emulsifier                          |
| Processed eucheama seaweed          | 407a            | Thickener, gelling agent, stabiliser, emulsifier                          |
| Xanthan gum                         | 415             | Thickener, stabiliser, emulsifier, foaming agent                          |
| Gellan gum                          | 418             | Thickener, gelling agent and stabiliser                                   |
| Guar gum                            | 412             | Thickener, stabiliser and emulsifier                                      |
| Locust bean gum                     | 410             | Thickener, gelling agent                                                  |
| Gum arabic                          | 414             | Emulsifier, stabiliser, thickener                                         |
| Pectin                              | 440/E440 (i)    | Gelling agent, thickener, stabiliser                                      |
| Amidated pectin                     | E440 (ii)       | Gelling agent, thickener, stabiliser                                      |
| Microcrystalline cellulose          | INS460 (i)      | Anticake, emulsifier, stabiliser and dispersing agent                     |
| Powdered cellulose                  | INS460(ii)/E460 | Anticake, emulsifier, stabiliser and dispersing agent                     |
| Cellulose                           | 460             | Anticake, emulsifier, stabiliser and dispersing agent                     |
| Tragacanth gum                      | 413             | Emulsifier, stabiliser, thickening agent                                  |
| Karaya gum                          | 416             | Emulsifier, stabiliser and thickening agent                               |
| Konjac flour                        |                 | Gelling agent, thickener, emulsifier, stabiliser                          |
| Konjac mannan                       | E425            | Gelling agent, thickener, emulsifier, stabiliser                          |
| Propylene glycol alginate           | 405             | Thickener, emulsifier                                                     |
| Sodium alginate                     | 401             | Thickening agent, stabiliser                                              |
| Potassium alginate                  | 402             | Thickening agent, stabiliser                                              |
| Alginic acid                        | 400             | Thickening agent, stabiliser                                              |
| Calcium alginate                    | 404             | Thickening agent, stabiliser                                              |
| Ammonium alginate                   | 403             | Thickening agent, stabiliser                                              |
| Methyl cellulose                    | 461             | Thickening agent, emulsifier, stabiliser                                  |
| Hydroxypropyl cellulose             | 463             | Emulsifier, thickener, stabiliser, binder, suspension agent, film coating |
| Hydroxypropyl methyl cellulose      | 464             | Emulsifier, thickening agent, stabiliser                                  |
| Sodium carboxymethyl cellulose      | 466             | Thickening agent, stabiliser, suspending agent                            |
| Agar                                | 406             | Thickening agent and stabiliser                                           |
| Oat gum                             | 411             | Thickener, stabiliser                                                     |

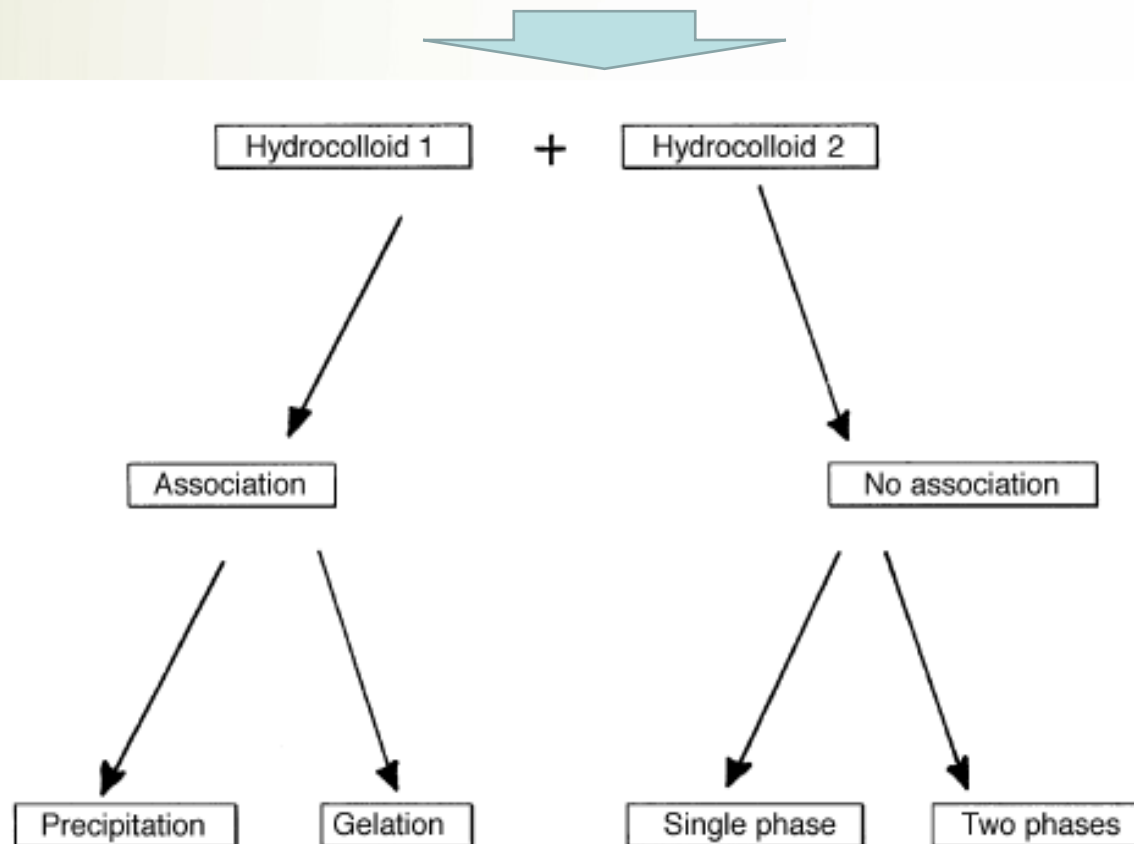


مقایسه کیفی بافت ژل های تولید شده توسط هیدروکلوئیدهای مختلف.

شرکت بهنود صنعت امید سبزواران

09139409002

نمایش شماتیک برهمکنش هایی که در محلول های حاوی مخلوط هیدروکلوئیدها رخ می دهد



شرکت بهنود صنعت امید سبزواران

09139409002

# Exudate Gums

## Per Webster:

- To ooze out or undergo diffusion
- To cause to ooze or spread out in all directions
- To display conspicuously or abundantly



## Types:

- Acacia
- Tragacanth
- Karaya
- Ghatti



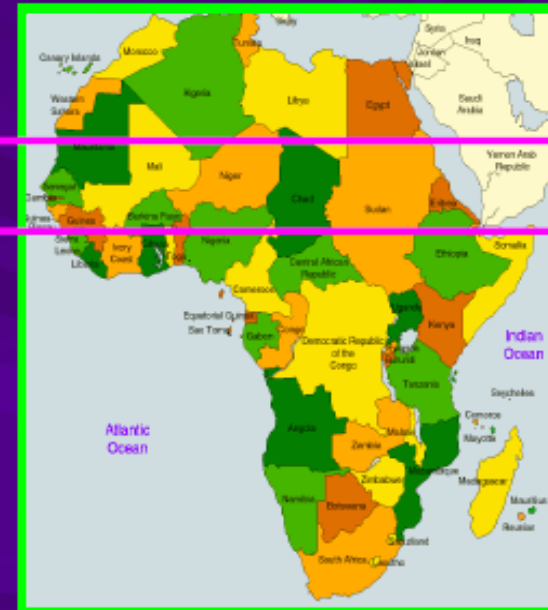
“Sunki”

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com



# Gum Acacia (Source/Botany)

- **Acacia Tree-Large Genus over 900 species worldwide**
- **Africa, Australia, India, Southwest US**
- **A.senegal & A.seyal “talha” are main species**
- **Harvest Manual - wild species & acacia plantations**
- **Most of world’s supply from “gum belt” in Africa**
- **Termed “Hashab” in Sudan**



Between North Latitudes 11 and 14

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

## Gum Acacia - A. senegal vs. A. seyal (talha)

(Composition/Characteristics)

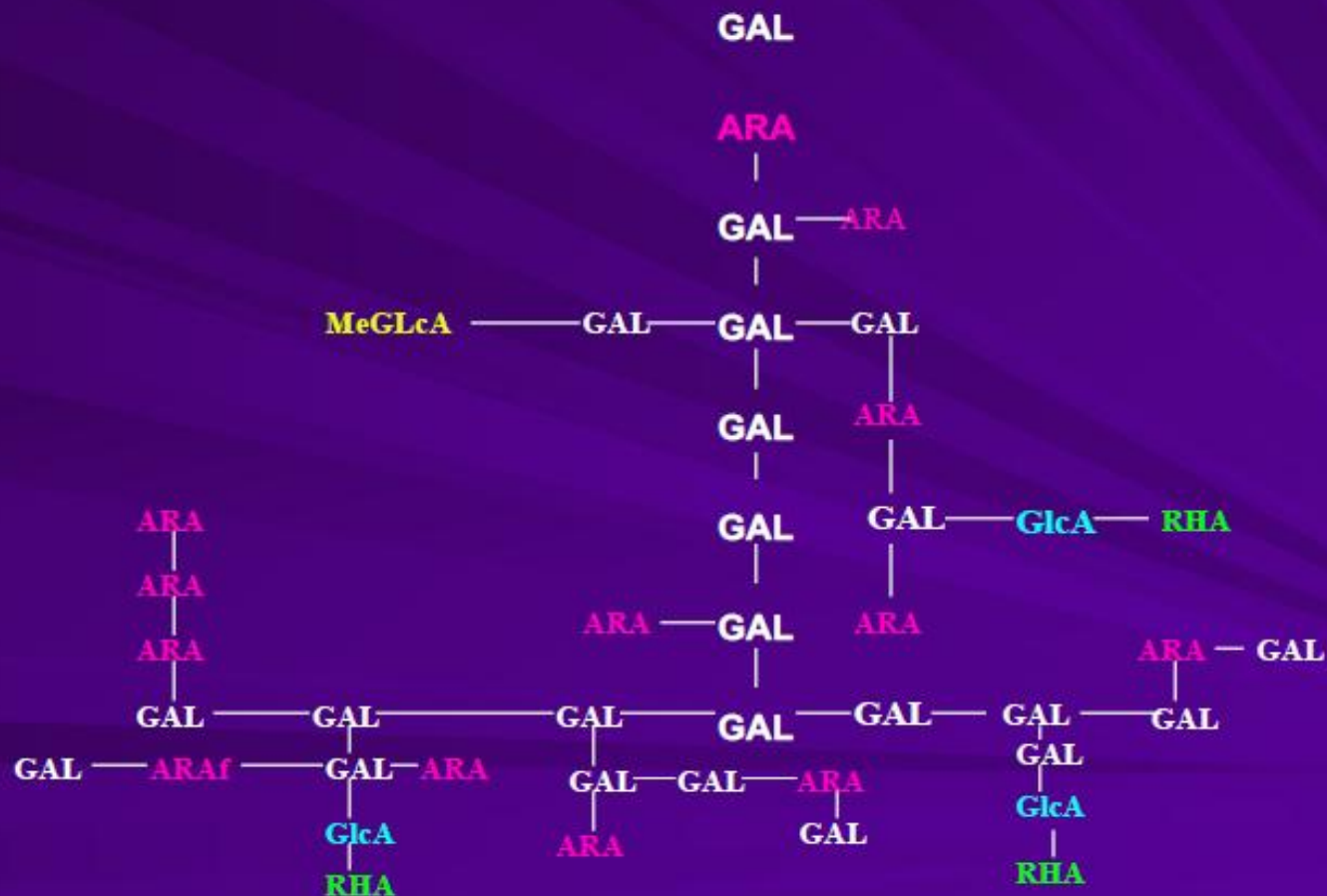
Definition:<sup>1</sup> A mixed (Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>+</sup> K<sup>+</sup>) salt of a polysaccharidic acid composed of six carbohydrate moieties: (galactose, arabinopyranose, arabinofuranose, rhamnose, glucuronic acid and 4-O-methylglucuronic acid)

| <u>Property</u>         | <u>A. senegal</u><br>(Grade #1) | <u>A.seyal</u><br>(Grade #2) |
|-------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| Mol. Wt (Ave.)          | 380-800K                        | 300-500K                     |
| Optical Rotation        | (-) 26-50                       | (+) 50-100                   |
| Protein                 | 2%                              | 1%                           |
| <u>Three fractions:</u> |                                 |                              |
| AG Fraction             | 88%                             | 98%                          |
| AGP Fraction            | 10%                             | 1%                           |
| GP Fraction             | <1%                             | <1%                          |

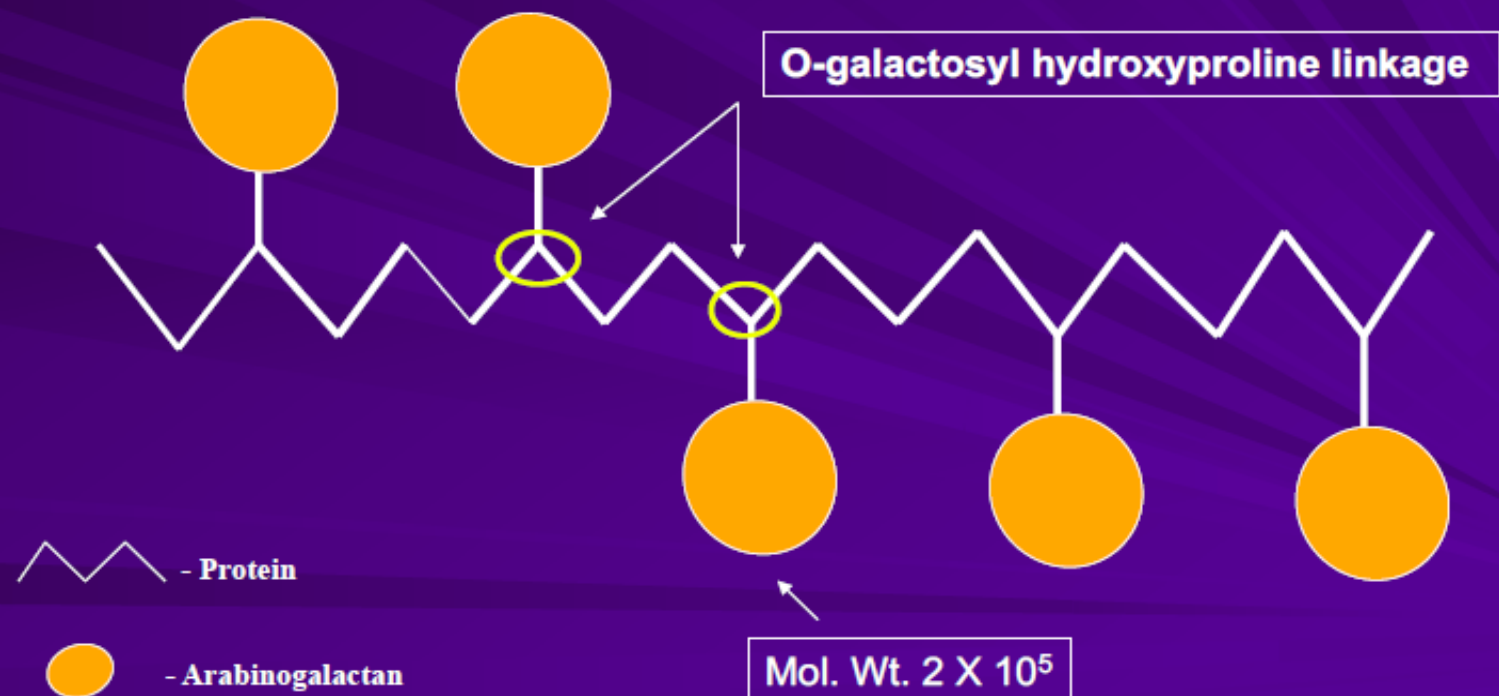
1- Glicksman, Food Hydrocolloids, Vol. 2, Chap.1 CRC Press, 1983

# Modern Hypothesis of the Structure of Gum Acacia Senegal<sup>1</sup>

1) Anderson, D.W.M., Phillips, G.O., Williams, P.A., Stephen, A.M.



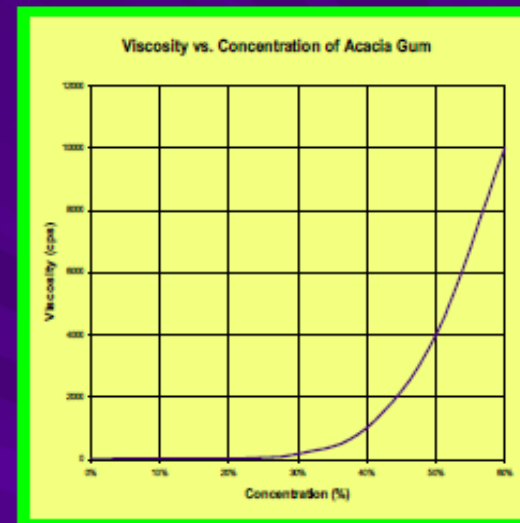
# “Wattle Blossom” Model Of Gum Arabic



Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

# Gum Acacia-Key Functional Properties

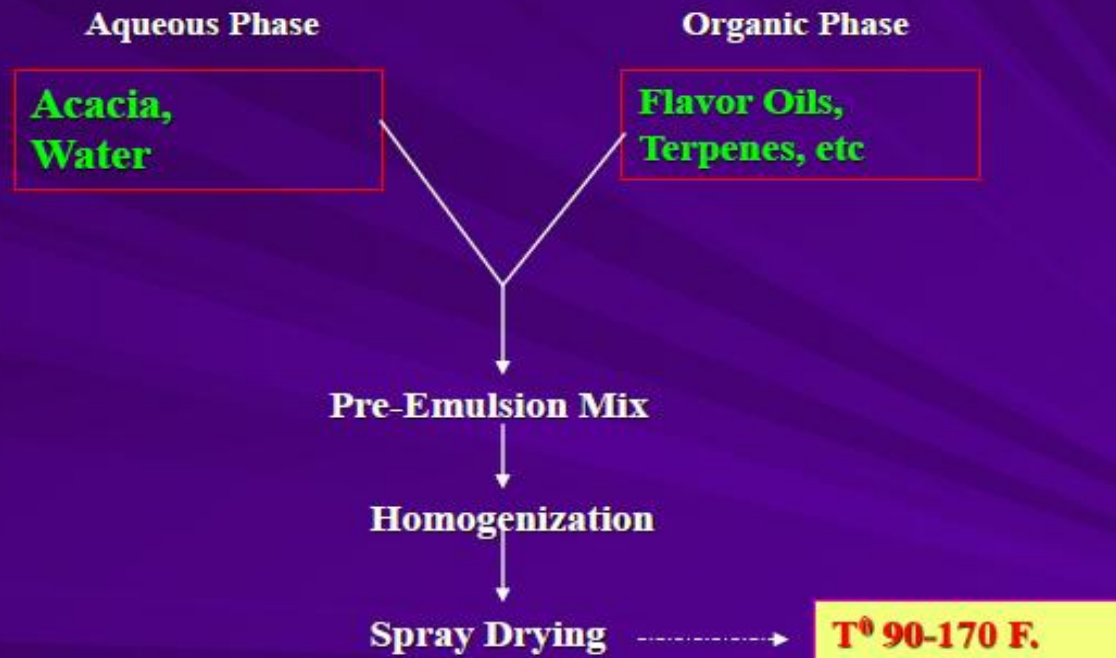
- Good acid stability (natural pH 3.9-4.9)
- Highly soluble & unique low viscosity  
(55% solutions possible)
- Good emulsion stabilizer (protein component)
  - Traditional Food Emulsions
  - Encapsulation via spray drying
- Good heat stability



Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

# Gum Acacia

## Use In An Emulsion For Spray Drying



Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

# Gum Acacia

## Major Food Applications

- Confections
- Flavor emulsions/Encapsulation
- Beverage and Beverage Emulsions
- Baked Goods (Glazes)
- Low Carb Arena (Extender for Sugar Syrups)



Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

# Gum Acacia

## Key Applications – Non Food

- Pharmaceutical – Tableting (binder)
- Cough drops & cough syrups
- Adhesives
- Cosmetics:
  - Lotions & creams – smoothness
  - Mascara – adhesive
  - Rouge – emulsifier
- Industrial - printing



Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

# Gum Tragacanth *Astragalus gummifer*



کتیرا



Spines on crown of plant



Ribbons or flakes from tap root

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

## Gum Tragacanth – Molecular Structure<sup>1</sup>

A mixed, highly branched polymer consisting of two fractions:

### Fraction I – Tragacanthic acid or “bassorin” (70%)

- A water swellable, acidic polysaccharide composed of D-xylose, L-fucose, D-galacturonic acid, D-galactose and L-rhamnose

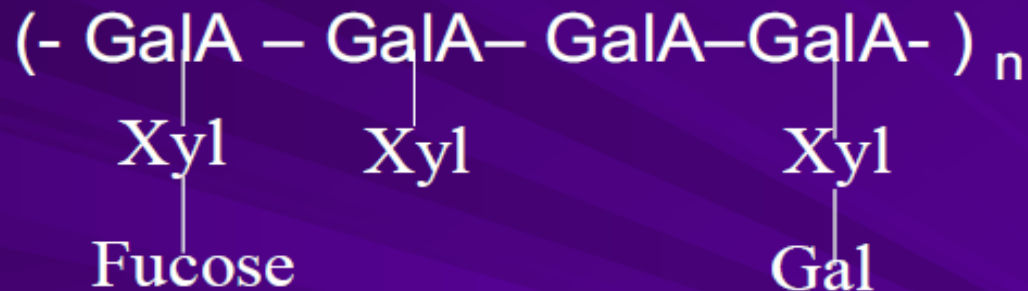
### Fraction II – Tragacanthin (30%)

- A water soluble, neutral, highly branched arabinogalactan
- L-arabinose is main sugar

<sup>1</sup> - Glicksman, M., Food Hydrocolloids, Vol.II, Chap. 4 CRC Press 19 83

# Gum Tragacanth

## Fraction I – Tragacanthic Acid –Suggested Structure<sup>1</sup> (70%)



Where:

GalA is Galacturonic Acid

Gal is Galactose

Xyl is Xylose

Fucose is fucose

1- Aspinall, G.O., Adv. Carb. Chem., 24:333, 1969 & Aspinall, G.O. and Ballie, J., J. Chem Soc., 1963:1704 1963

## Gum Tragacanth – Food/Non-Food Uses



### FOOD:

- Dressings, Sauces and Relishes
- Confections and bakery fruit fillings
- Icings – ready to roll type ( high sugar/fat)
- Frozen desserts – sorbets and sherbets



### NON-FOOD:

- Toothpaste
- Hair lotions and gels
- Auto polishes



# Extracts

➤ Pectin

➤ Alginates

➤ Carrageenan & Agar

➤ Chitin

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

# Pectin Source/Manufacture



**Peel**



**Extraction**



**Filtration**



**Concentration**



**Precipitation (Alcohol)**



**Drying/Milling**



Low Ester (A)



**High Ester Pectin**



Low Ester (C)

# Pectin – 4 Key Modes of Functionality

- High Methoxyl Gelling
- High Methoxyl Viscosifying
- Low Methoxyl Gelling
- Acid Milk Stabilization

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

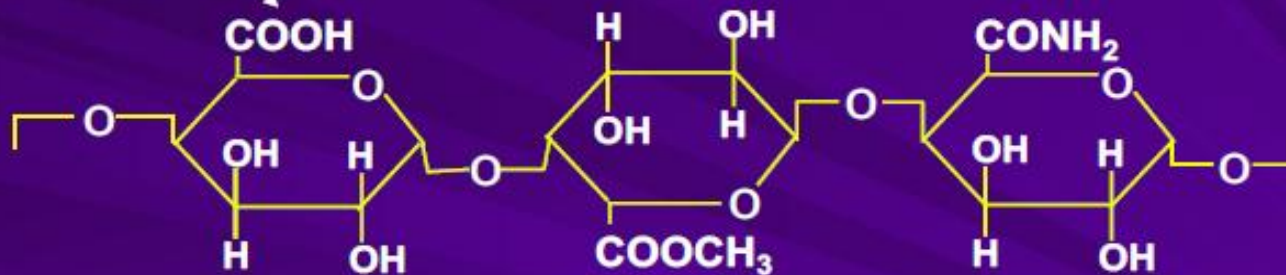
# Alpha (1- 4) linked D-polygalacturonic acid

~ 300-1000 repeating units per chain

*"A sugar acid"*

Free acid group

Amide Group



Methyl ester group

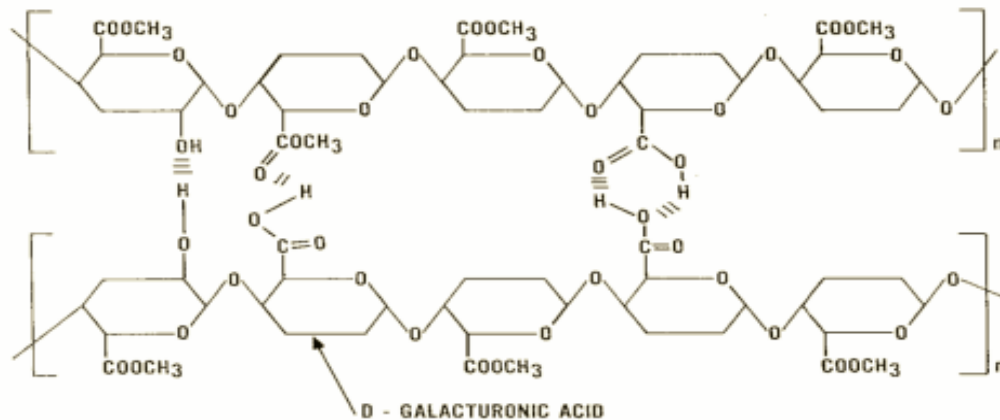
DE > 50% = High Ester or High Methoxyl Pectin

DE < 50% = Low Ester or Low Methoxyl Pectin

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

## HM Pectin Gelation<sup>1</sup> DE 60%

### HIGH METHOXYL PECTIN SHOWING HYDROGEN BONDING ATTRACTION AT pH 3



### Requirements:

pH < 3.5

SS > 55%

| HM Pectin Type | DE Range |
|----------------|----------|
| X Rapid Set    | 75-80    |
| Rapid Set      | 72-75    |
| Medium Set     | 68-71    |
| Slow Set       | 58-65    |
| X Slow Set     | 55-60    |



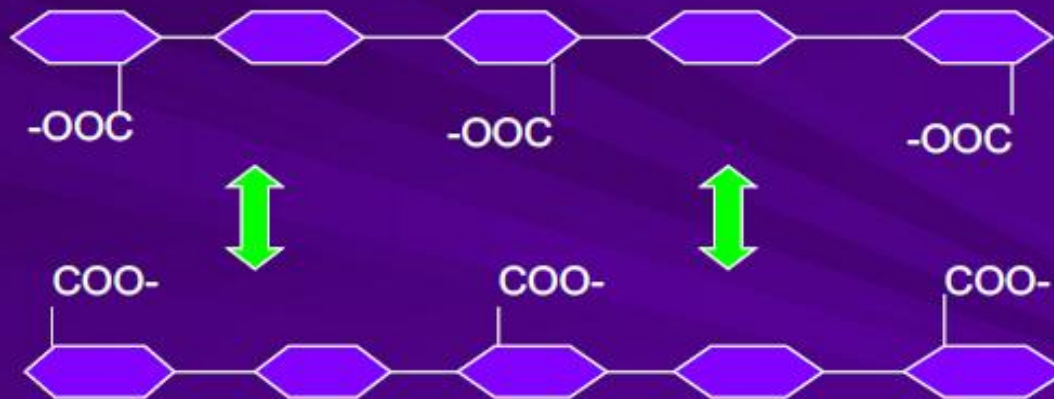
Jam



Jelly

1 – Courtesy A/S Kobenhavns Pektinfabrik

## HM Pectin Viscosity > pH 3.5

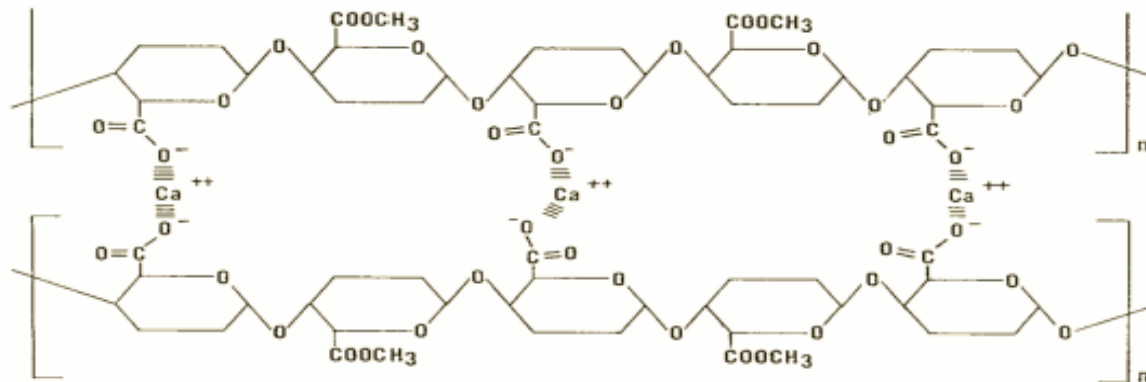


Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

## LM Pectin Gelation<sup>1</sup>

### DE 40%

#### LOW METHOXYL PECTIN—CALCIUM GEL



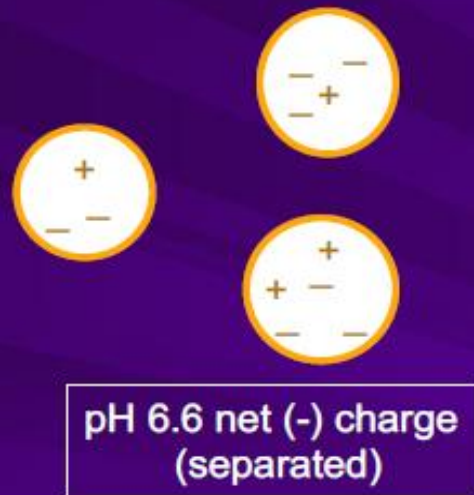
#### Requirements:

- DE < 50% requires Ca<sup>++</sup>
- pH ranges 1.0-7.0; pH affects texture
- Soluble solids may range from 0-85%
- Soluble solids affects Ca<sup>++</sup> required

1 – Courtesy of A/S Kobenhavns PektinFabrik

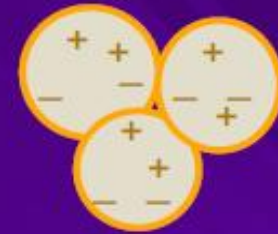
Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

## Acid Milk Stability (State of Casein Micelles in Milk)



Acidification

pH 4.6 net 0 charge  
(clumped)



Acidification w/pectin



pH 4.0 net (-) charge  
(separated/stable)

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

## صمغ زانتان

- گزانتاگام یا زانتان گام صمغی است که بوسیله تخمیر میکروبی بدست می آید در مواد غذایی به میزان ۰.۰۵ تا ۰.۵ در صد مصرف می شود.
- این صمغ پلی ساکارید خارج سلولی است که توسط انواعی از گزانتوموناس تولید می شود.
- واحد های اصلی سازنده این صمغ گلوکز ، مانوز و اسید گالاکتورونیک می باشند.
- صمغ گزانتان علی رغم وزن مولکولی زیاد به سادگی در آب سرد و گرم حل می شود و حتی در مقادیر کم محلول بسیار غلیظ تولید می کند. اما در اثر بهم زدن از ویسکوزیته آن کاسته می شود. تغییرات PH اثر چندانی بر روی آن ندارد.

شرکت بهنود صنعت امید سبزواران  
09139409002

## ویژگی های صمغ زانتان

- محلول در آب سرد و گرم
- - فعالیت در طیف وسیعی از pH
- - وجود نمک حتی در غلظت های بالا در فرمولاسیون بر روی فعالیت زانتان اثری ندارد
- - مقاوم به دمای بالا و آنزیم
- - پایداری مناسب در برابر ذوب و انجماد
- - اثر سینرژیستی هنگامیکه با صمغ لوبیای خرنوب، گوار و برخی نشاسته ها بکار گرفته شود. این اثر سبب افزایش ویسکوزیته در محصول نهایی می گردد.
- - محلول صمغ زانتان رفتار سودوپلاستیک و یا شل شونده با برش از خود نشان می دهد. یعنی با افزایش برش ویسکوزیته کاهش می یابد. اما هنگامیکه برش حذف شود، محصول به حالت اول باز می گردد.
- - مقدار بسیار کمی از صمغ برای بدست آوردن خصوصیت مناسب در غذا کافی می باشد.

## آماده سازی محلول زانتان :



ویژگیهای محلول های زانتان بستگی به روش صحیح آماده سازی دارد. لذا لازم است تا نحوه صحیح آماده سازی محلول زانتان بررسی شود. جهت حصول به ویژگی های مناسب محلول، محلول زانتان بایستی به خوبی هیدراته شود. بستگی به چهار فاکتور دارد:



- جهت هیدراته کردن مناسب بایستی ذرات به طور مناسب در فاز مایع پراکنده شوند.
- پراکندگی ضعیف موجب ایجاد کلوخه می شود که در نتیجه هیدراته شدن کاهش می یابد.
- روش ایده آل پراکنده کردن از طریق افزودن صمغ بوسیله یک قیف در حالیکه مایع با سرعت بالا (۷۰۰ppm) در حالت مخلوط شدن است به مرور و همزمان با افزودن صمغ آب نیز به محفظه اضافه شود.
- روش دیگر دیسپرس کردن زانتان مخلوط کردن آن با سایر اجزا فرمول از قبیل شکر، نمک، نشاسته و غیره است.
- نسبت مناسب صمغ و سایر اجزاء به ترتیب ۱ به ۱۰ است. به علاوه می توان زانتان را در روغن دیسپرس کرده و سپس به فاز آبی اضافه نمود. هر چه اندازه ذرات صمغ کوچکتر باشد، سریعتر به حداکثر میزان ویسکوزیته می رسیم.

شرکت بهنود صنعت امید سبزواران

09139409002

## خصوصیات فیزیکی صمغ زانتان تجاری:

| Typical physical properties of commercial xanthan gum |                           |
|-------------------------------------------------------|---------------------------|
| Property                                              | Value                     |
| Physical state                                        | Dry, cream-colored powder |
| Moisture (%)                                          | 8–15                      |
| Ash (%)                                               | 7–12                      |
| Nitrogen (%)                                          | 0.3–1                     |
| Acetate content (%)                                   | 1.9–6.0                   |
| Pyruvate content (%)                                  | 1.0–5.7                   |
| Monovalent salts (g L <sup>-1</sup> )                 | 3.6–14.3                  |
| Divalent salts (g L <sup>-1</sup> )                   | 0.085–0.17                |
| Viscosity (cP)                                        | 13–35                     |

## کاربرد زانتان



- پایدار کننده
- تسهیل پمپاژ و کاهش زمان فرایند حرارتی
- در غذاهای کنسروی، افزایش ویسکوزیته سیال ویکنواخت سازی در مخلوط های پودری.
- افزایش پایداری امولسیون و تسهیل پمپاژ در سس سالاد، افزایش ویسکوزیته و پایداری حرارتی مواد معطر در انواع سس و عصاره گوشت
- پایداری امولسیون پنیر و نوشیدنی های شیری
- بهبود خواص فیزیکی و ارگانولپتیک پنیر در محصولات لبنی
- جایگزین چربی
- ممانعت از کریستالیزاسون

شرکت بهنود صنعت امید سبزواران

09139409002

- صمغ زانتان عاری از هر گونه چربی و کلسترول است و به میزان فراوانی فیبر دارد که این ویژگی به تسهیل هضم غذا کمک میکند،
- به دلیل کم بودن میزان کالری از آن به عنوان یک جایگزین کم کالری برای چربی استفاده کرد، به عنوان مثال در تهیه غذاهای رژیمی مانند بستنی های کم کالری استفاده میشود، جلوگیری از تشکیل کریستال های یخ در بستنی نیز استفاده میشود.

## کاربرد زانتان در صنایع غذایی

### • Batters

- در ( *batter* مایع ) زانتان موجب کاهش رسوب آرد، بهبود نگهداری گازها، پایداری به *Shear* و *Thaw-Freeze* و ایجاد یک پوشش یکنواخت می شود. در حالت پودری زانتان موجب بهبود چسبندگی و کنترل مهاجرت رطوبت در طی سرخ کردن می شود.
- صمغ زانتان در بتر *Batter* پوشش دهنده برای حلقه های پیاز استفاده می شود. میزان استفاده در حدود ۰/۱۵ درصد وزن بتر *Batter*
- مناسب است. برای ماهی حدود ۰/۰۰۶ درصد یا ۰/۱۵-۰/۱ درصد مناسب است. همچنین می توان از اثر آن در محصولات منجمد از قبیل مرغ، میگو و ماهی نیز استفاده کرد.

## Dairy Product

- مخلوط زانتان و کاراگینان و گالاتومنان ها استابلايزر مناسبی جهت محصولات منجمد و یخچالی لبنی از قبیل : بستنی، خامه ترش، خامه استریل و شیر باز ساخته هستند.

## Dressing

- با توجه به ویژگی های زانتان این صمغ مناسب ترین پایدار کننده برای سس سالاد با ویسکوزیته کم **Pourable** بدون روغن، کم روغن و با روغن معمولی می باشد. سس های حاوی زانتان دارای پایداری مناسب در طی نگهداری، ویسکوزیته ثابت در دامنه دمایی نسبتا زیادی هستند. در حدود ۰/۲ تا ۰/۴ بسته به میزان روغن آن استفاده می شود. هر چه روغن بیشتر باشد میزان کمتری زانتان مورد نیاز است.

## Dry Mixes

- جهت افزایش ویسکوزیته و آزاد شدن مناسب طعم در سوپ ها، **Milkshakes** و نوشیدنی ها در غذاهای کنسروی، شربت ها، غذاهای منجمد و غیرا قابل استفاده است.

## کاربرد های زانتان

| APPLICATION                 | FUNCTION                                                                |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Oil - Water dressings       | Emulsion stabilisation and viscosity control.                           |
| Syrups and toppings         | Viscosity control and cocoa suspension.                                 |
| Baked goods                 | Prevents lump formation during kneading and improves dough homogeneity. |
| Pastry fillings             | Viscosity and syneresis control.                                        |
| Soups, sauces and marinades | Viscosity control.                                                      |
| Whipped creams & mousses    | Air cell stabilisation.                                                 |
| Instant mixes               | Rapid thickening, suspension and provides body                          |

## اینتراکشن های سینرژیستی بین زانتان و دیگر صمغ ها

برهمکنش های سینرژیستی بین زانتان و گالاتومنان ها از قبیل گوار، **LBG** و **Acassia** و گلوکومنان ها از قبیل **Mannan Konjac** اتفاق می افتد.

این برهمکنش ها موجب افزایش ویسکوزیته و یا تشدید ژله ای شدن می شود. گالاتومنان ها هیدروکلوئید هایی هستند که در آنها واحد اصلی منوز **Mannose** با گالاکتوز جایگزین شده تعداد و نحوه جایگزینی در بین گالاکتومنان ها متقارن بوده و در نتیجه شدت برهمکنش های آنها با زانتان متفاوت است.

گالاتومنان ها با تعداد ناچیز زنجیره جانبی گالاکتوز و نواحی بیشتر جایگزین نشده، بیشتر واکنش می دهد. بنابراین **LBG** که نسبت مانوز به گالاکتوز آن در حدود ۵.۳ به ۱ است با شدت بیشتری با زانتان واکنش می دهد، در مقایسه با گوار که نسبت منوز به گالاکتوز آن ۲ به ۱ است.

مخلوط های زانتان و **LBG** جهت هیدراته شدن و حداکثر سینرژیس بایستی تا ۹۰-۹۵ درجه سانتی گراد حرارت ببینند.

اپتیمم برهمکنش های بین زانتان و گوار به **pH** و قدرت یونی بستگی دارد. برای مثال اپتیمم نسبت بین گوار و زانتان به ترتیب ۸۰ به ۲۰ و **LBG** به زانتان ۵۰ به ۵۰ می باشد.

- استفاده از استابیلایزر ها در صنایع لبنی بخصوص بستنی سازی بسیار با اهمیت است.
- زانتان به صورت آگلومریزه شده به راحتی در آب حل میشود میتوان زانتان را با شیر کم چرب شربت درت و مواد کم چربی دیگر ترکیب کرد و در فرمولاسیون بستنی استفاده نمود.
- این صمغ همچنین در برهمکنش با دیگر صمغ ها در بستنی استفاده می شود، به عنوان مثال در برهم کنش با صمغ دانه لوکاست اثر سینرژیستی دارد و استفاده از گوار صمغ دانه لوکاست را کاهش می دهد. همچنین به تثبیت صمغ ها در بستنی کمک می کند و خواص شبه پلاستیک را بهبود می بخشد.
- اثر استابیلایزر ها در بستنی به عواملی مثل مواد جامد خشک، میزان چربی و هوادهی مورد نظر برای بستنی بستگی دارد .

## استفاده از صمغ زانتان در بستنی

- در تولید بستنی با اضافه کردن مقداری از این ماده اولیه از تشکیل کریستال‌های یخ جلوگیری کرده و میتوان باعث نرمی مداوم بستنی شد. میزان مصرف زانتان گام عموماً کمتر از ۰.۵٪ وزن خود محصول است.
- صمغ زانتان با درصد ۰.۰۵٪ افزودن که منجر به بهبود بافت بستنی، جلوگیری از حالت شنی شدن، بالا بردن ثبات و استحکام بستنی، بهبود هوادهی و کاهش نرخ ذوب بستنی شد.

- در جدول زیر میزان استفاده از استایلایزر ها برای هر نوع بستنی بیان شده است.

| Product                  | Milk Fat (%) | Solids not Fat (%) | Sweeteners (%) | Stabilizers and Emulsifiers (%) | Total Solids (%) |
|--------------------------|--------------|--------------------|----------------|---------------------------------|------------------|
| Non fat Ice cream (hard) | < 0.8        | 12 - 14            | 18 - 22        | <b>1.0</b>                      | 35 – 37          |
| Low fat ice cream (hard) | 2 - 4        | 12 - 14            | 18 - 21        | <b>0.8</b>                      | 35 – 38          |
| Light Ice cream (hard)   | 5 - 6        | 11 - 12            | 18 - 20        | <b>0.6</b>                      | 35 – 38          |
| Economy Ice cream        | 10 - 12      | 10 - 11            | 15             | <b>0.5</b>                      | 35 – 37          |
| Frozen yoghurt           | 3 - 6        | 8 - 13             | 15 - 17        | <b>0.5</b>                      | 30 – 33          |
| Soft serve ice cream     | 3 - 4        | 12 - 14            | 13 - 16        | <b>0.4</b>                      | 29 - 31          |

Source: [www.foodproductdesign.com](http://www.foodproductdesign.com)

شرکت بهنود صنعت امید سبزواران  
09139409002

- بستنی یک مجموعه غذایی شامل سلول های کوچک هواست که در مولکول های یخی محبوس شدند. استابیلایزرها در این بین نقش اساسی ایفا می کنند مثل افزایش ویسکوزیته، تثبیت کننده بافت و هوادهی بهتر بافت.
- در فرمول استابیلایزر ها از کمپلکس زانتان ، گوار و صمغ دانه لوکاست استفاده می شود
- برهمکنش زانتان با سدیم الیثرینات خواص دهانی بستنی بهبود می یابد و از این استابیلایزر می توان در مخلوط های شیری ( milk shake ) استفاده کرد.



شرکت بهنود صنعت امید سبزواران  
09139409002

- انتقال حرارت از هوای اطراف و بسته بندی بستنی منجر به ذوب شدن کریستال های بستنی می شود. اب موجود در بستنی بعد از ذوب شدن به فاز سرمی آن منتقل می شود. پخش شدن این اب به گلبول های چربی بی ثبات ، سلول های هوا و باقی ماندن کریستال های یخ بستگی دارد.
- زانتان می تواند ثبات گویچه های چربی را بالاتر ببرد و با حفظ ثبات در بافت بستنی و تثبیت مولکول های هوا در آن نقطه ذوب بستنی را کاهش دهد.
- در شروع ذوب بستنی به مولکول های سرمی متصل می شود و نقطه ذوب را تغییر می دهد.
- استابیلایزر ها و خصوصا زانتان با شماره **E415** به افزایش ویسکوزیته و قوام بستنی کمک می کنند.

- زانتان می تواند به تثبیت انواع سوسپانسیون ها و امولسیون ها پردازد.
- زانتان با ساختمان نوع سوم پروتئین ها واکنش می دهد.
- تثبیت طعم وانیل در برهمکنش زانتان با الژینات سدیم در بستنی یخی وانیلی گزارش شد.
- احساس دهانی ،بافت وساختار بستنی را بهبود می خشد و در مصرف انرژی در همزنها با فزودن زانتان به فرمولاسیوم صرفه جویی می شود
- در هنگام ذوب شکل بستنی حفظ می شود.
- حالت یخی نرم و لطیفی در بستنی بوجود می آورد .

## میزان مصرف هر صمغ در بستنی ها و دمای مورد نیاز

| Stabiliser      | E number | Recommended dispersal temp (° C) | Dosage level (%) |
|-----------------|----------|----------------------------------|------------------|
| Locust bean gum | 410      | 80                               | 0.05 - 0.3       |
| Guar            | 412      | 20 - 80                          | 0.05 - 0.3       |
| Carrageenan     | 407      | >55                              | 0.02 - 0.15      |
| Alginate        | 401      | 80                               | 0.1 - 0.5        |
| Agar            | 406      | >90                              | 0.1 - 0.5        |
| Xanthan         | 415      | ambient                          | 0.1 - 0.3        |

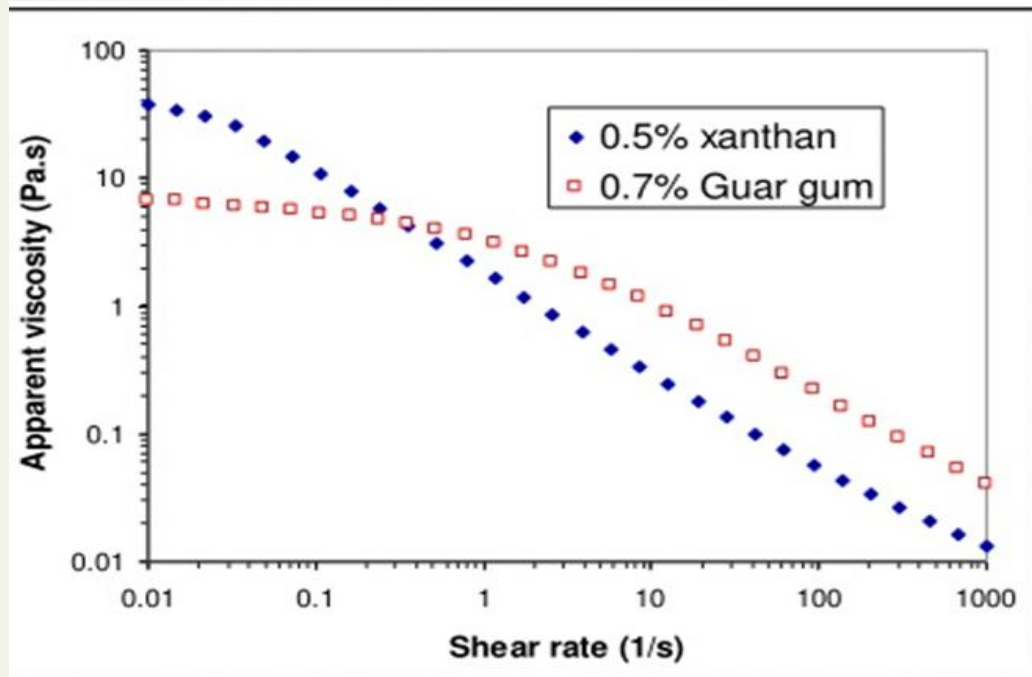
THE ENGINE  
OF THE NEW  
NEW ZEALAND

شرکت بهنود صنعت امید سبزواران  
09139409002

## مقایسه صمغ زانتان و گوار در بستنی

- این صمغ ها خاصیت ابدوستی دارند و با مولکول های آب پیوند هیدروژنی برقرار می کنند.
- در بستنی های با میزان چربی بالا نیز می توانند به بالا بردن ظرفیت نگهداری آب کمک شایانی کنند.
- زانتان اثر تشدید کنندگی در برهمکنش با گوار در بستنی ها دارد
- در نوعی بستنی شیری با افزودن ۰/۵٪ زانتان و ۰/۷٪ گوار به فرمولاسیون با افزایش سرعت برشی تا حد ۱ بار بر ثانیه ویسکوزیته هر دو فرمول کاهش یافت و پس از آن کاهش تا حداقل ممکن رخ داد در این نمودار شیب تغییرات زانتان بیشتر از گوار است.

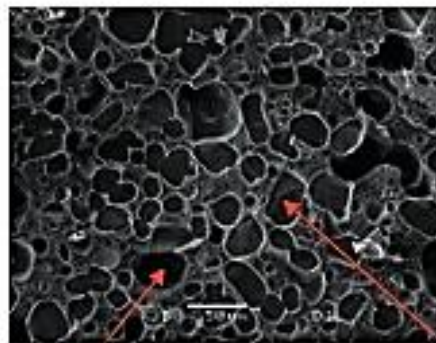




شرکت بهنود صنعت امید سبزواران  
09139409002

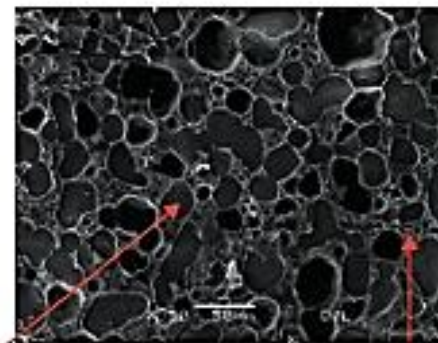
- در تصاویر زیر وضعیت کریستال ها در بستنی های حاوی زانتان و **LGB** با نسبت ۲۵:۷۵ نشان داده شده است. این استابیلایزر توانسته است اندازه کریستال ها را به مدت ۱۴ روز ثابت نگاه دارد و کیفیت مناسبی به بستنی داده است.

Pictures 4: First day sample stored at -40°C test



black spots: small air bubbles

Pictures 5: 14<sup>th</sup> day sample after heat shock



greyish spots: ice crystals

liquid concentrate

- افزودن صمغ زانتان، خواص فیزیکی و مقبولیت کلی نان ها بهبود پیدا خواهد کرد و همچنین صمغ زانتان موجب افزایش قوام خمیر، بالا رفتن میزان جذب آب، افزایش زمان گسترش خمیر و نرم شدن انواع نان می گردد. همچنین موجب زردتر و روشن تر شدن پوسته و نرم شدن مغز نان ها می گردد. در بیشتر موارد نمونه های حاوی ۰.۵٪ صمغ زانتان بالاترین کیفیت و کمترین تغییرات نامطلوب در طی دوره نگهداری را از خود نشان داده اند(تاجیک و همکاران، ۱۳۹۲).



شرکت بهنود صنعت امید سبزواران  
09139409002

## ظرفیت نگهداری آب

- ظرفیت نگهداری آب ( WHC ) توانایی یک ماده برای نگهداری آب میباشد. هیدروکلوئیدها از طریق افزایش ظرفیت نگهداری باعث بهبود بافت در مواد غذایی میشوند.
- هیدروکلوئیدهای زانتان و کتیرا باعث افزایش جذب آب در خمیر منجمد مربوط به نان شدند. وجود هیدروکلوئیدها در خمیر، جذب آب را افزایش میدهند و حضور صمغها در خمیر منجمد باعث تثبیت آب جذب شده میشود. هیدروکلوئیدها به علت دارا بودن گروههای هیدروکسیل، پیوند هیدروژنی با آب تشکیل داده و جذب آب را افزایش میدهند

- نشاسته به دلیل ویژگی های خاصی که دارد همواره مورد توجه بسیاری از صنایع از جمله صنعت غذا به عنوان یک بیوپلیمر کربوهیدراتی بوده است که در بسیاری از محصولات غذایی کاربرد دارد. از جمله این کاربردها می توان به کاربرد به عنوان قوام دهنده، تثبیت کننده سیستم کلوئیدی، عامل تشکیل دهنده ژل، عامل حجم دهنده و عامل نگهدارنده آب اشاره کرد. محدودیت هایی که درمورد نشاسته طبیعی وجود داشت از جمله مقاومت کم نسبت به حرارت، شرایط اسیدی و افزایش احتمال پسروی (رتروگراداسیون) در محصولات حاوی آن سبب شده است که محققین در صدد ایجاد تغییرات (اصلاح) شیمیایی و فیزیکی در نشاسته طبیعی باشند.

- نشاسته به طور طبیعی معمولاً نمی تواند پاسخ گوی بسیاری از نیازهای صنعت غذا باشد و اغلب ساختار خود را طی فرآیندهایی مثل حرارت دهی و یا در برخورد با محیط اسیدی و دمای پایین از دست می دهد و نمی تواند خواص عملکردی لازم را ایفا کند. بنابراین طی تحقیقات انجام شده به منظور بهبود کیفیت نشاسته و افزایش کارایی آن در غذا تغییرات خاصی را با اعمال روش های مختلف فیزیکی، شیمیایی، آنزیمی یا ژنتیکی در ساختار آن به وجود می آورند که به نشاسته تولید شده، نشاسته اصلاح شده گفته می شود.



اصولاً سه روش پایه برای اصلاح نشاسته به کار می رود که شامل روشهای فیزیکی، شیمیایی، آنزیمی و می باشد.

شرکت بهنود صنعت امید سبزواران

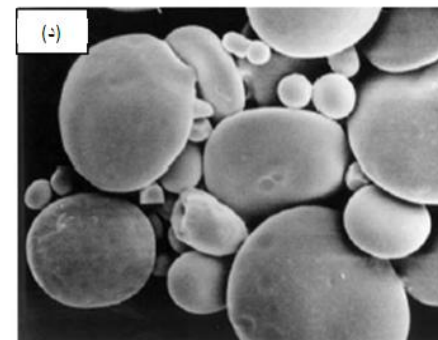
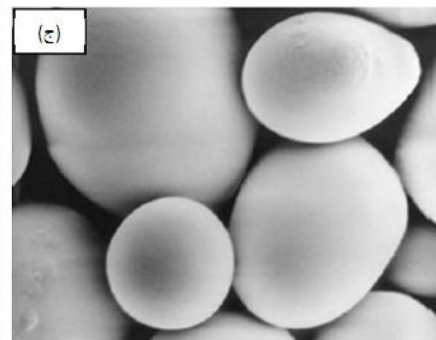
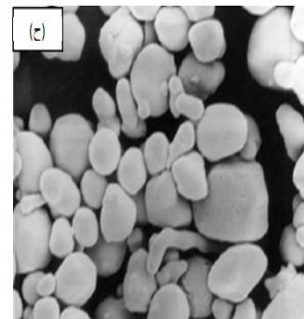
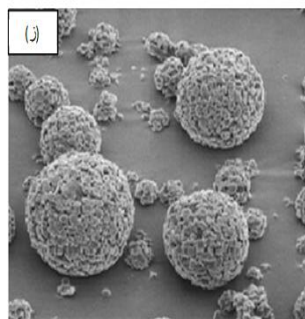
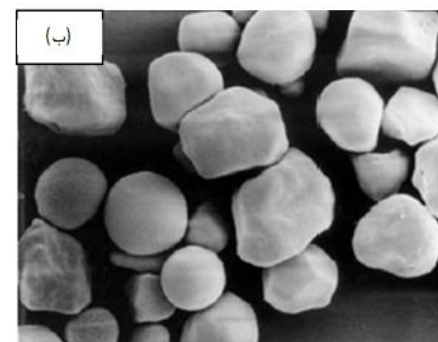
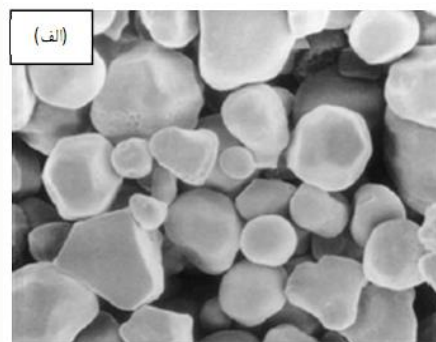
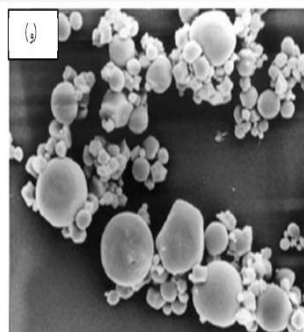
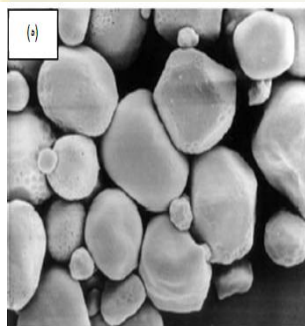
09139409002

- نشاسته در گیاهان در آمیلوپلاست تولید می شود. هر آمیلو پلاست دارای یک یا چند عدد جسم کم و بیش کروی شکل که به آن گرانول نشاسته گفته می شود و محل ذخیره سازی نشاسته در داخل این گرانول ها می باشد. گرانول های به دست آمده از منابع مختلف به شکل های مختلف چون کروی، بیضوی، چند وجهی، عدسی شکل، کشیده و یا بی شکل می باشد (شکل ۱-۱) (Jane et al, 2009). علاوه بر این قطر گرانول ها بین ۱ تا ۱۰۰ میکرومتر متغیر است.

گندم-جو - چاودار



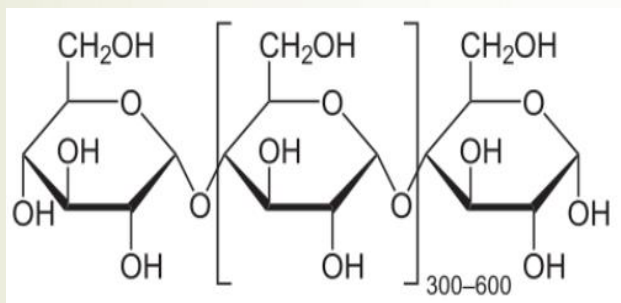
نوع A: گرانول های بزرگ و بیضی شکل  
نوع B: گرانول های کروی و کوچک



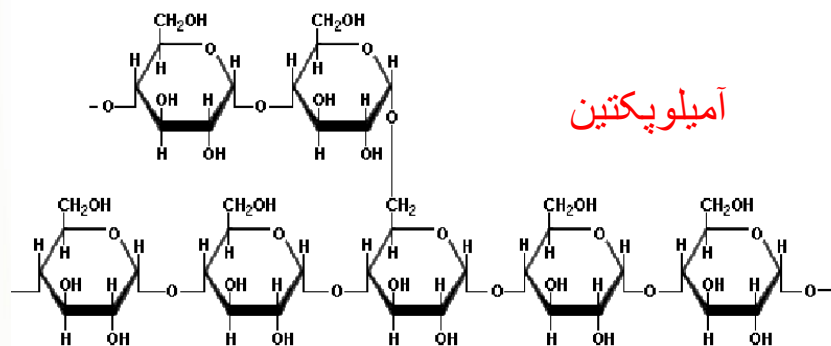
تصاویر میکروسکوپ الکترونی گرانول نشاسته الف) ذرت معمولی ب) ذرت مومی ج) سیب زمینی د) گندم ه) سورگوم و) ذرت شیرین ز) برنج ح) ذرت با آمیلوز بالا )

- نشاسته به عنوان یک پلی ساکارید مطرح است که عمدتاً از واحدهای شش کربنه گلوکز ساخته شده است. از آنجا که گلوکز به صورت یک حلقه پیرانوز موجود است به ساختار نشاسته دی-گلوکو پیرانوز گفته می شود و گلوکز در فرم حلقوی به شکل پیرانوز دارای حالت ترمودینامیکی پایداری می باشد. این مولکول به دلیل وجود یک گروه آلدئید بسیار فعال بر روی کربن شماره ۱، قند احیا کننده می باشد. چنانچه در مولکول گلوکز، گروه هیدروکسیل ( $\text{OH}$ ) متصل به کربن شماره ۱ در پایین حلقه قرار گرفته باشد، در صورت ایجاد اتصال با مولکول گلوکز مجاور این اتصالات از نوع آلفا می باشد و در صورتی که گروه هیدروکسیل ( $\text{OH}$ ) مذکور در بالای حلقه گلوکز قرار گرفته باشد، اتصالات از نوع بتا می باشد.

- از اتصالات گلوکز دو نوع پلیمر آمیلوز و آمیلو پکتین ایجاد می گردد که دو جزء اصلی سازنده نشاسته می باشند. آمیلوز عمدتاً یک پلیمر خطی و آمیلوپکتین مولکولی بسیار بزرگ و شاخه ای می باشد. علی رغم ساختار کلی نشاسته های مختلف تفاوت هایی از لحاظ طول زنجیره آمیلوز و آمیلوپکتین، وزن مولکولی آن ها، وجود سایر ترکیبات مانند چربی و پروتئین، دیده می شود که باعث ایجاد تفاوت های مهمی در عملکرد و خواص نشاسته های حاصل از منابع آن ها می گردد



آمیلوز



آمیلوپکتین

شرکت بهنود صنعت امید سبزواران  
09139409002

## آمیلوز

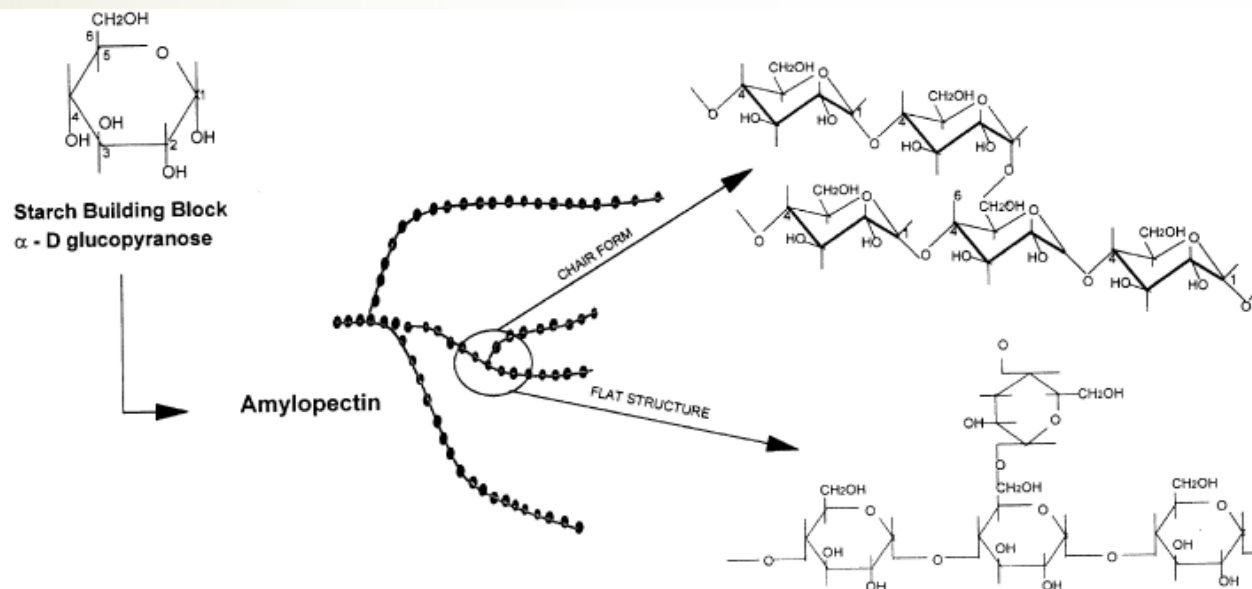
- آمیلوز یک پلیمر خطی ساخته شده از اتصالات آلفا (۱،۴) گلوکز می باشد و شکل فضایی این مولکول یک مارپیچ تکی می باشد. آمیلوز حدود ۲۵ تا ۳۰٪ ساختار نشاسته را به خود اختصاص می دهد. تعداد واحدهای گلوکزهای سازنده آمیلوز (درجه پلیمریزاسیون Degree of polymerization) بسته به منشأ آن ۶۰۰۰-۱۵۰۰ می باشد. در قسمت داخلی مارپیچ، اتمهای هیدروژن واقع شده است و لذا این مولکول آب گریز می باشد. از خصوصیات آمیلوز ایجاد کمپلکس با چربی ها و امولسیفایرهای غذایی نظیر مونو و دی گلیسریدها می باشد که باعث تغییر در دمای ژلاتینه شدن نشاسته و تغییر در بافت و ویسکوزیته محصول می گردد.

- ترکیب نشاسته با الکل باعث رسوب آمیلوز می شود. ترکیب آمیلوز با ید یک راه مهم تشخیص آمیلوز و تعیین برخی خواص نشاسته است. ایجاد کمپلکس آمیلوز-ید که باعث ایجاد رنگ آبی شده و روشی متداول در تعیین مقدار آمیلوز نشاسته است. خصوصیت دیگر آمیلوز قابلیت ایجاد سریع ژل پس از پخته شدن نشاسته می باشد. دلیل به وجود آمدن سریع ژل ایجاد اتصالات بین رشته های پلیمری نشاسته با یکدیگر و احاطه شدن آب در بین این رشته ها است.



# آمیلو پکتین

- آمیلو پکتین مولکولی بسیار بزرگ و پر شاخه می باشد که قسمت عمده ساختار نشاسته 75% را به خود اختصاص داده است. عمدتاً از اتصالات (1,4)  $\alpha$  گلوکز تشکیل شده اما تعداد زیادی اتصالات (1,6)  $\alpha$  نیز در آن وجود دارد که باعث ایجاد ساختار بسیار شاخه ای مولکول شده است.
- درجه پلیمریزاسیون آمیلو پکتین بین سیصد هزار تا سه میلیون می تواند باشد. شاخه ها خود از اتصالات (1,4)  $\alpha$  تعدادی گلوکز ساخته شده اند که در محل اتصال با سایر شاخه ها و یا اتصال با رشته اولیه سازنده آمیلوپکتین اتصالات (1,6)  $\alpha$  وجود دارد. آمیلو پکتین دارای ساختار کریستالی و بسیار منظم می باشد و ساختار هر شاخه به صورت مارپیچ دوتایی است که می توانند از پیچش دو شاخه مجاور از یک مولکول یا دو شاخه مجاور از دو مولکول مجاور تشکیل شده باشند. پس یکی از تفاوت آمیلو پکتین با آمیلوز این است که مارپیچ های آمیلوپکتین دوتایی است در حالی که آمیلوز مارپیچ تکی ایجاد می کند. به دلیل ساختار بسیار پر شاخه آمیلوپکتین، از نظر ایجاد خواص با آمیلوز متفاوت می باشد. برای مثال ایجاد ژل و رترورگرادیشن آن بسیار کندتر از آمیلوز می باشد. نشاسته هایی که عمدتاً از آمیلوپکتین تشکیل شده اند، معمولاً یا ژلی ایجاد نمی کنند و یا ژل آنها چسبناک می باشد (Singh et al, 2007).



ساختار آمیلوپکتین

شرکت بهنود صنعت امید سبزواران  
09139409002

# خصوصیات عملکردی نشاسته

شرکت بهنود صنعت امید سبزواران  
09139409002

## ۱- ژلاتینه شدن نشاسته

- ژلاتینه شدن نشاسته شامل مجموعه تغییراتی است که طی حرارت دادن نشاسته در دمای ژلاتینه شدن در آب زیاد (بیش از ۶۰٪ وزنی نشاسته) اتفاق می افتد. نشاسته طبیعی قابلیت حل شدن در آب سرد را ندارد. بنابراین اگر نشاسته در مقدار آب کافی پراکنده گردد، در دماهای پایین گرانول های نشاسته به طور سطحی آب جذب می کنند و با خشک شدن نیز به شکل اولیه بر نمی گردند. اما با افزایش دما در حدود ۶۰ تا ۸۰ درجه سانتی گراد جذب آب توسط گرانول ها صورت می گیرد که با تغییرات غیر قابل بازگشتی در ساختار کریستالی نشاسته همراه است که شامل تورم و ذوب ساختار کریستالی داخل گرانول ها، خروج آمیلوز از گرانول ها و افزایش ویسکوزیته محلول می باشد. به مجموعه این تغییرات ژلاتینه شدن می گویند.

- دمایی که این تغییرات در آن اتفاق می افتد دمای ژلاتینه شدن نامیده می شود که در مورد نشاسته های مختلف متفاوت است. به عنوان مثال دمای ژلاتینه شدن نشاسته گندم 52-58 درجه سانتی گراد می باشد.
- برای تعیین دمای ژلاتینه شدن از دستگاه DSC استفاده می شود. به کمک این دستگاه محدوده دمایی که نشاسته در آن ژلاتینه می شود شامل دمای شروع ( $T_0$ )، دمای اوج ( $T_p$ ) و دمای انتهایی ( $T_c$ ) ژلاتینه شدن قابل اندازه گیری است. همچنین انرژی لازم برای ذوب ساختار کریستالی نشاسته، آنتالپی ( $\Delta H$ ) نیز تعیین می گردد. دمای شروع ژلاتینه شدن نشاسته گندم 52، دمای اوج آن 58 و دمای انتهایی ژلاتینه شدن آن 64 درجه سانتی گراد می باشد. عوامل متعددی بر دمای ژلاتینه شدن نشاسته موثر می باشند از قبیل مقدار آب مصرفی جهت ژلاتینه شدن نشاسته که اگر از حد کافی کمتر باشد ( کمتر از 60 % وزنی نشاسته) دمای ژلاتینه شدن افزایش می یابد. همچنین وجود چربی ها و قند ها نیز در طی فرایند ژلاتینه شدن، باعث تغییر در دمای ژلاتینه شدن می گردند. طول زنجیره آمیلوز و آمیلوپکتین نیز بر دمای ژلاتینه شدن موثر است (فرحناکی، 1388).

- Differential scanning calorimetry      Onset temperature      Peak temperature<sup>6</sup>
- Endset temperature

شرکت بهنود صنعت امید سبزواران  
09139409002

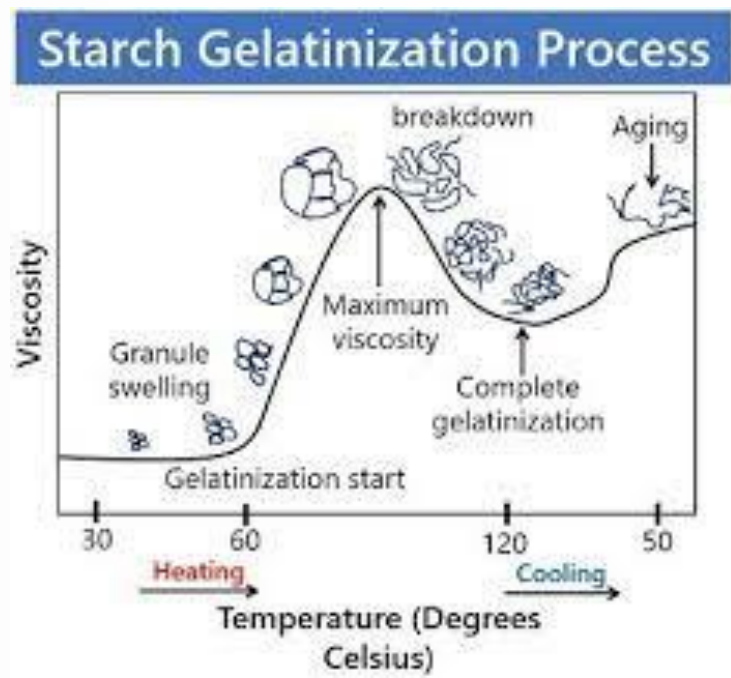
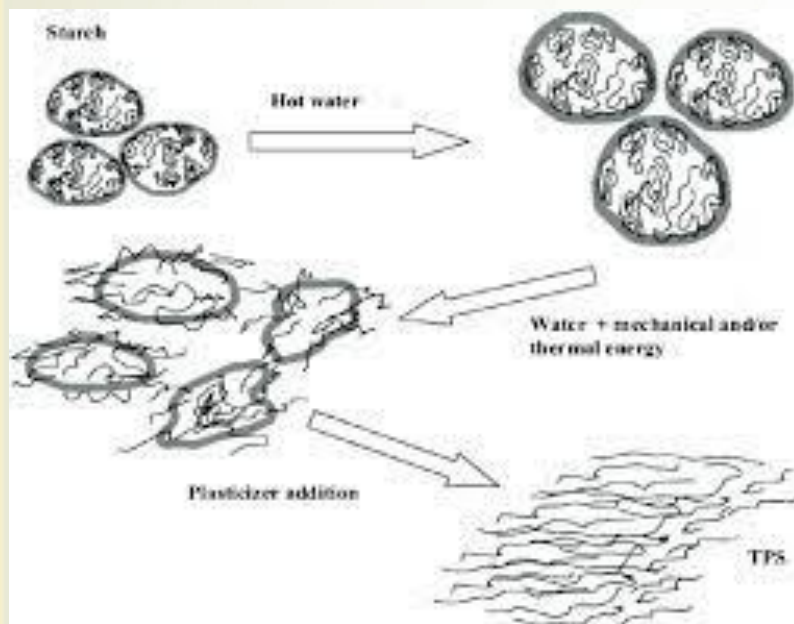
## ویژگی های نشاسته های منابع مختلف

| Starch                   | Type   | Diameter<br>microns<br>( $\mu\text{m}$ ) | Morphology                                     | Gelatinisation<br>temp. $^{\circ}\text{C}$ | Pasting<br>temp. $^{\circ}\text{C}$<br>(a) | Amylose<br>content | Cooked<br>properties               |
|--------------------------|--------|------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|
| Maize (b)                | Cereal | 5–30                                     | Round<br>Polygonal                             | 62–72                                      | 80                                         | 25                 | Opaque gel                         |
| Waxy<br>Maize            | Cereal | 5–30                                     | Round<br>Polygonal                             | 63–72                                      | 74                                         | < 1                | Clear<br>cohesive                  |
| Tapioca                  | Root   | 4–35                                     | Oval<br>Truncated<br>'kettle drum'             | 62–73                                      | 63                                         | 17                 | Clear cohesive,<br>tendency to gel |
| Potato                   | Tuber  | 5–100                                    | Oval<br>Spherical                              | 59–68                                      | 64                                         | 20                 | Clear cohesive,<br>tendency to gel |
| Wheat                    | Cereal | 1–45                                     | Round<br>Lenticular                            | 58–64                                      | 77                                         | 25                 | Opaque gel                         |
| Rice                     | Cereal | 3–8                                      | Polygonal<br>Spherical<br>Compound<br>granules | 68–78                                      | 81                                         | 19                 | Opaque gel                         |
| Sago                     | Pith   | 15–65                                    | Oval<br>Truncated                              | 69–74                                      | 74                                         | 26                 | Opaque gel                         |
| High<br>Amylose<br>Maize | Cereal | 5–30                                     | Polygonal<br>Irregular<br>Elongated            | 63–92 (c)                                  | > 90                                       | 50–90              | Very opaque,<br>very strong gel    |

(a) Measured for 5% starch suspension.

(b) Maize is also often referred to as 'corn', 'dent corn' or 'regular maize'.

(c) High amylose maize starches are not completely gelatinised in boiling water.



شرکت بهنود صنعت امید سبزواران  
09139409002

## خميري شدن

- اين پديده در دمایی بالاتر از دمای ژلاتينه شدن همراه با آب اتفاق می افتد که طی آن به دليل افزايش حجم گرانول ها و خروج رشته های نشاسته از آن ها افزايش ويسکوزيته صورت می گیرد.
- اگر حرارت دادن ادامه پیدا کند يا همراه با بهم خوردن نمونه باشد، افت ويسکوزيته مشاهده می شود که مربوط به شکسته شدن گرانول های نشاسته در اثر افزايش جذب آب می باشد. تغييرات ويسکوزيته محلول های آبی نشاسته در حين حرارت دیدن معمولاً با دستگاه برابندر آمیلوگراف يا دستگاه دیگری به نام RVA (Rapid visco analyzer) قابل مطالعه است (Batey& Curtin, 1996).

- افزایش ویسکوزیته نشاسته در منحنی RVA، مربوط به تورم گرانول ها در اثر جذب آب می باشد. در این مرحله پلیمرهای کوچک نشاسته (عمدتا آمیلوز) از داخل گرانول ها خارج می گردند و هنگامی که اکثر گرانول ها کاملا متورم شده و مولکول های خارج شده از آنها به طور منظم در کنار یکدیگر قرار بگیرند، ویسکوزیته به حد نهایی خود می رسد. حال اگر نمونه در دمای بالا (۹۵ درجه سلسیوس) نگهداری شود، به دلیل تورم بیش از حد و نیز در اثر بهم زدن، گرانول ها شروع به شکستن کرده و پلیمرهای داخل آنها وارد فاز محلول می گردند و در این مرحله کاهش ویسکوزیته مشاهده می شود.

## ژله اي شدن

- افزایش ویسکوزیته نشاسته حرارت دیده در اثر سرد کردن که به دلیل ازدیاد اتصالات بین رشته ها و حبس آب در این ساختار است. در نتیجه ساختار ژله مانندی ایجاد می شود که از لحاظ ویسکوزیته ضعیف تر از ژل ژلاتین می باشد. این پدیده را ژله ای شدن نشاسته می گویند. در اثر نگهداری نشاسته ای که قبلا تا طی نمودن مراحل ژلاتینه شدن، خمیری شدن و ژله ای شدن حرارت دیده است، تغییراتی در خواص آن ایجاد می شود که کیفیت و ارزش تغذیه ای نشاسته را تحت تاثیر قرار می دهد

## Granular level: **Swelling and Pasting properties**



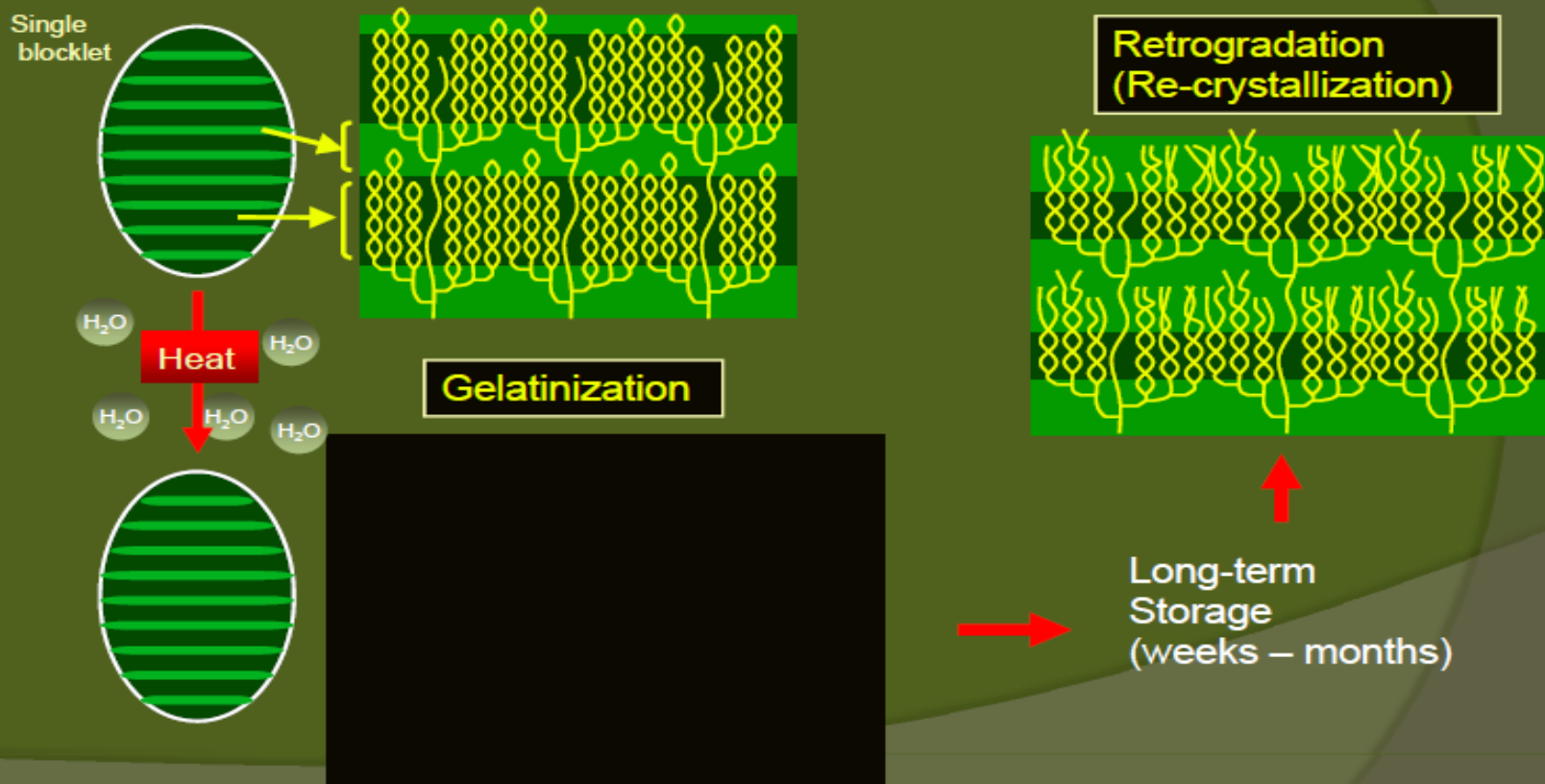
شرکت بهنود صنعت امید سبزواران  
09139409002

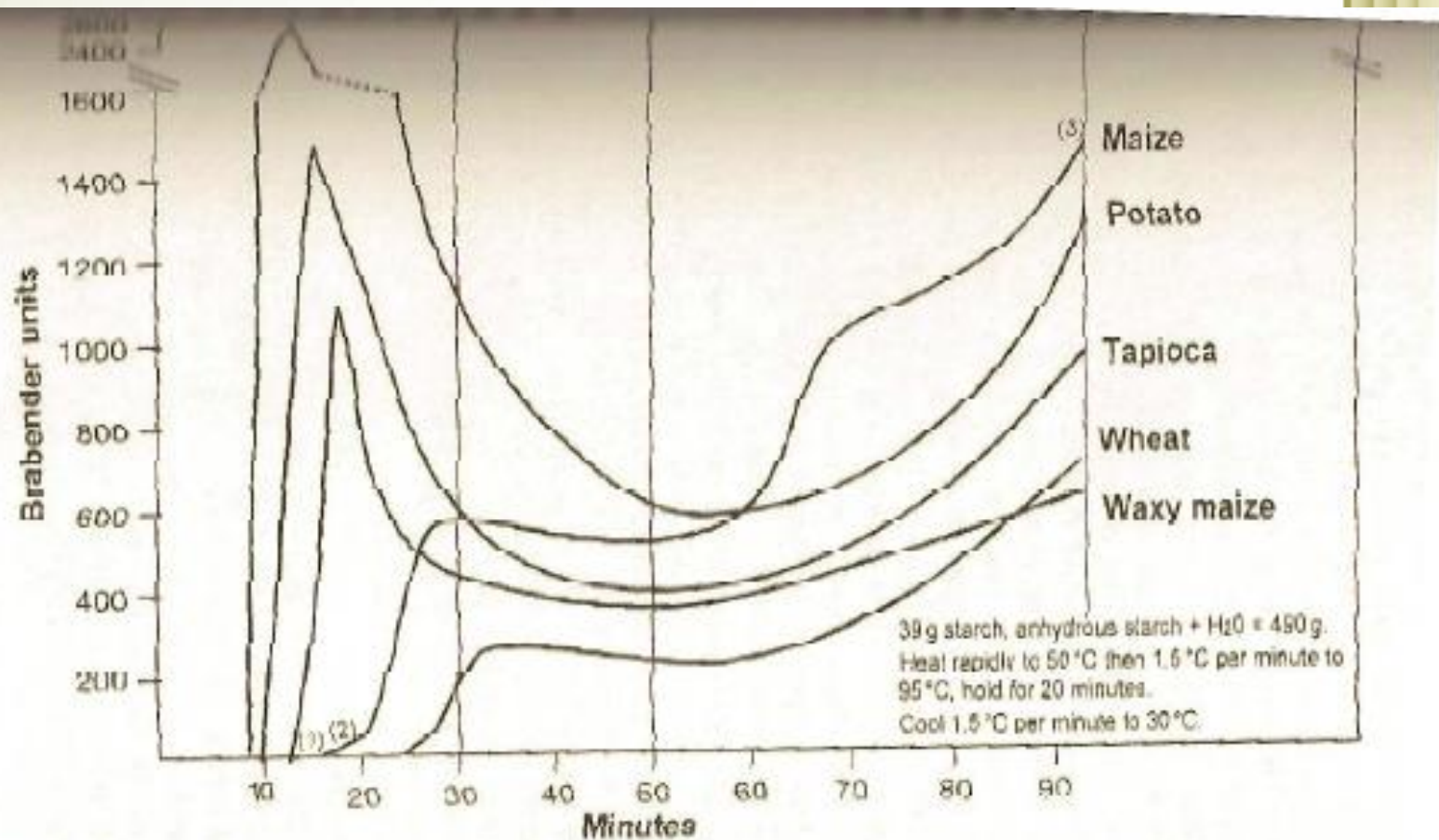
## رتروگراداسیون یا بیاتی شدن

- به تغییراتی که در ساختار ژل نشاسته در اثر ماندن ایجاد می شود بیات شدن گفته می شود. در اثر بیاتی ابتدا چند رشته نشاسته با یکدیگر اتصال می یابند و این امر باعث پیشرفت ادامه مراحل می گردد. در نهایت ساختار کریستالی با الگویی متفاوت از کریستال اولیه نشاسته شکل می گیرد. هر دو مولکول آمیلوز و آمیلوپکتین در ایجاد بیاتی نشاسته نقش دارند. نقش آمیلوز مربوط به مراحل اولیه بیاتی می باشد و سرعت عمل این مولکول در رابطه با بیاتی بسیار سریع است و از اوایل سرد شدن محلول نشاسته شروع می شود.
- این در حالی است که بیاتی آمیلوپکتین به مراتب دیرتر آغاز می گردد و شروع آن چند ساعت پس از سرد شدن محلول نشاسته می باشد و تا چند روز ادامه می یابد. نشاسته بیات شده قابلیت هضم کمتری دارد که به آن نشاسته دیر هضم گفته می شود. در صورتی که نمونه تحت تاثیر حرارت قرار گیرد فرایند بیاتی تا حدی قابل برگشت می باشد. اگر چه حرارت دادن تا زمانی موثر می باشد که آب موجود در نمونه تبخیر نشده باشد ( Singh et al., 2007).

## Cooking properties :

### Molecular level: Gelatinization and Retrogradation





(1) Gelatinisation  
(2) Pasting  
(3) Retrogradation  
for maize starch



# Why native starch should be modified?

## ❖ **Processing at high temperature**

- +100°C : improved solubility, reduced viscosity
- >> 150°C : glycosidic linkage easily hydrolyzed \

## ❖ **Mechanical Shear**

- Starch paste agitation & transport through pipes & pumps
- increased the viscosity

## ❖ **Acid Media**

- At low pH, starch easily hydrolyzed

## ❖ **Salts**

- Electrolytes solution influenced to the viscosity & granule swelling

## ❖ **Low Temperature**

- Retrogradation during freeze & thawed

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

# Starch Modification

- Improving the cooking properties €
- Decreasing the retrogradation tendency €
- Improving the freeze-thaw stability of paste €
- Decreasing the paste and/or gel syneresis properties
- Increasing the paste and/or gel clarity
- Increasing the paste and/or gel textures
- Improving the film forming
- Improving the adhesion properties
- Improving the hydrophobic group (for emulsion stabilization)

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

# روش های اصلاح نشاسته

۱- اصلاح با روش شیمیایی

✓ ایجاد اتصال عرضی در نشاسته

✓ اصلاح نشاسته با استفاده از هیدروکسی پروپیلن

✓ نشاسته اکسید شده

✓ نشاسته استیل شده

۲- اصلاح با روش فیزیکی

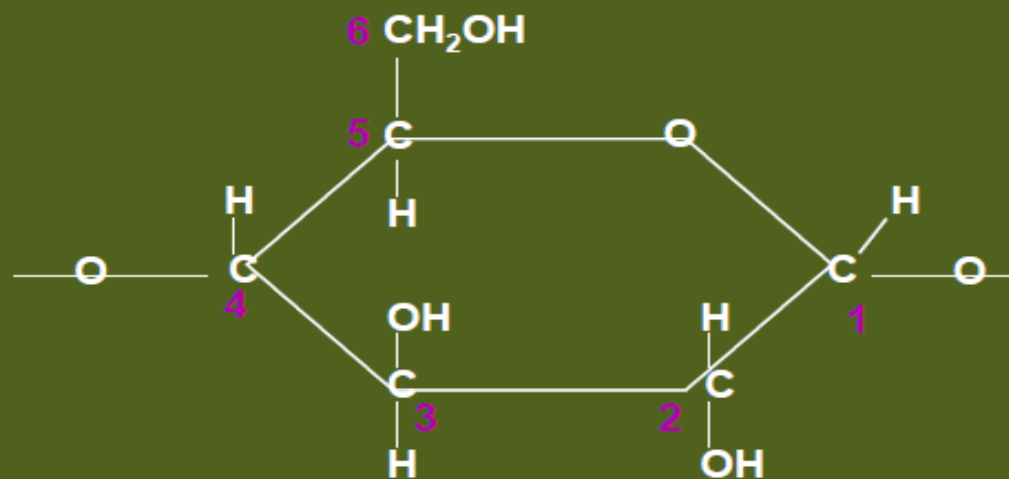
نشاسته پیش ژلاتینه شده

۳- اصلاح با روش آنزیمی

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

# Terminology in Modified Starch

*Carbon Position (C-) in anhydroglucose unit*



C-6 : primary hydroxyl group  
C-2 & C-3 : secondary  
hydroxyl group

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

- ***Degree of Polymerization***(DP)
- ***Dextrose Equivalent***(DE) or Reducing Value
- DextroseDP = 1                      DE = 100
- MaltoseDP = 2                      DE = 50
- AmyloseDP = 100                      DE = 1

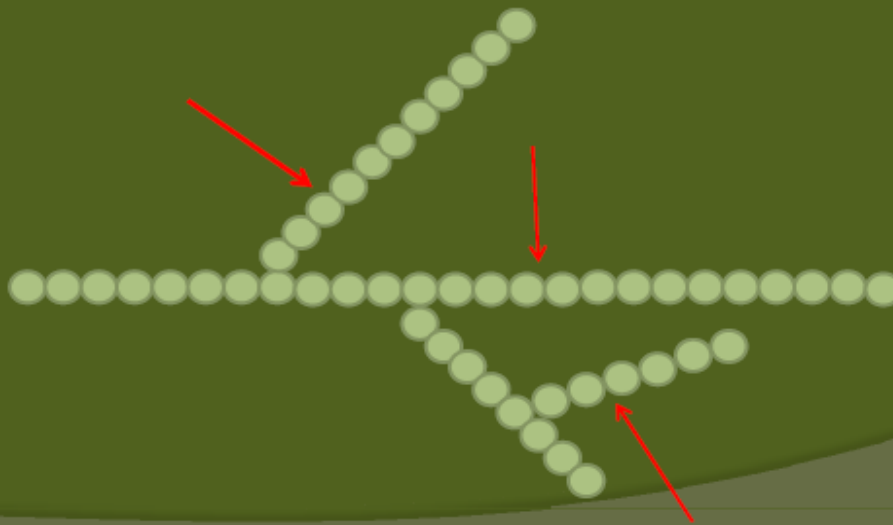
### ***Degree of Substitution***(DS)

The average number of sites per anhydroglucose unit on which there are substituent group

## **Beta Amylase Digestibility**

Indication of the extent to which starch, amylose, amylopectin, or modified starch is digested by this enzyme.

- ➔ An indication of the linearity of the glucose polymer of hydrolyzate (products)



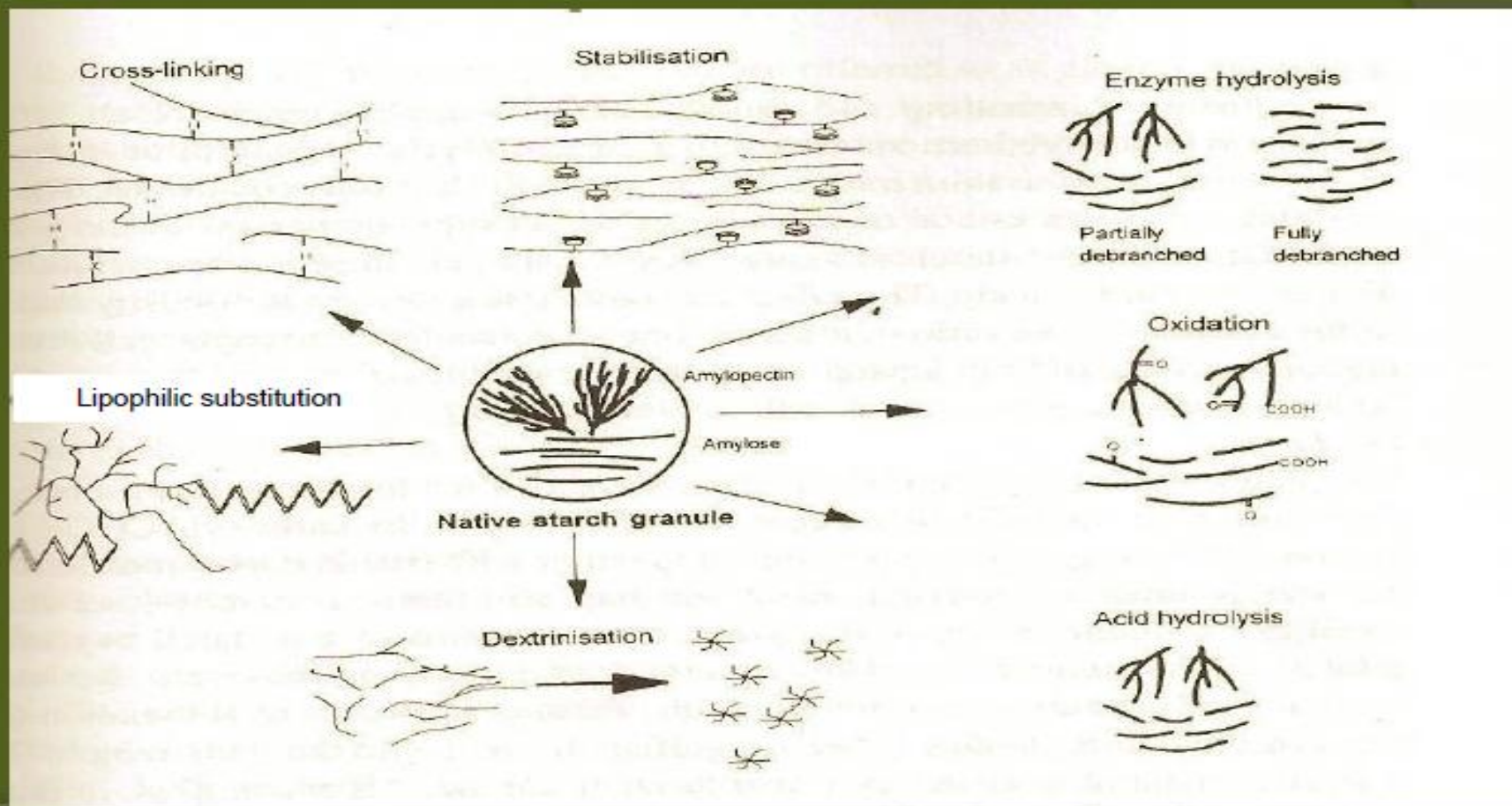
# اصلاح نشاسته با روش شیمیایی

- استفاده از روش های شیمیایی قدیمی ترین و متداول ترین روش اصلاح نشاسته می باشد. در این روش با استفاده از یک ماده شیمیایی تغییرات خاصی در ساختار نشاسته ایجاد می شود که معمولاً شامل جایگزینی یا تغییر گروه های هیدروکسیل می باشد. معمول ترین نوع نشاسته اصلاح شده به روش شیمیایی، نوعی است که در آن اتصالات عرضی ایجاد شده باشد

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

# Chemical & Biochemical Modification of Starch

(Taggart, 2004)



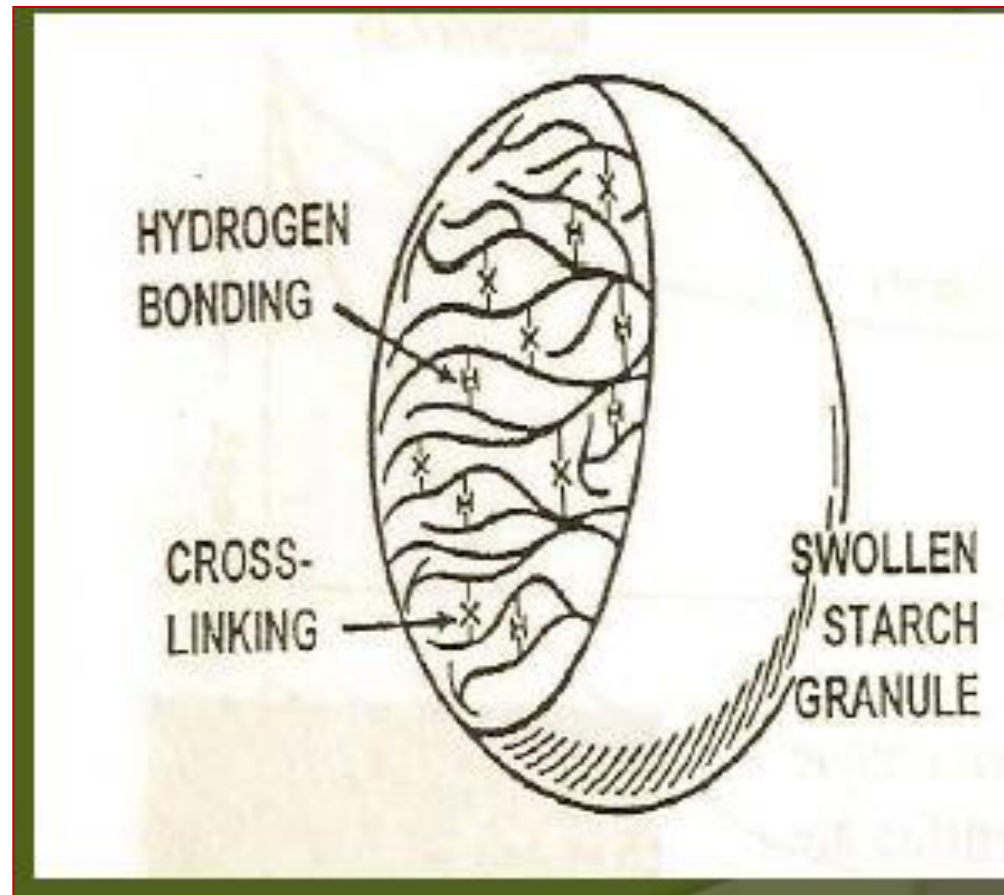
# ایجاد اتصال عرضی در نشاسته

- نشاسته دارای اتصالات عرضی بوسیله واکنش سوسپانسیون نشاسته با اپی کلروهیدرین، اکسید کلرید فسفر یا سدیم تری فسفات در حضور یک کاتالیست قلیایی ایجاد می شود. اتصالات عرضی از تجزیه گرانول های پخته شده متورم جلوگیری می کند و در نتیجه ویسکوزیته در حضور اسید و تحت شرایط برش بالا باقی می ماند.
- همچنین این نوع نشاسته در مقابل حرارت و هنگام انجمادزدایی پایدار بوده، نشاسته نرخ برگشت مجدد کمی داشته اما دمای ژلاتینه شدن آن افزایش می یابد.
- در غذاهای کنسروی به عنوان عامل غلیظ کننده، در غذاهایی با اسیدیته بالا مثل سس پیتزا و اسپاگتی و در غذاهایی که داغ پر می شوند مثل کلوچه و نان ها، در سوپ ها ، غذاهای آبکی و غذاهایی که عمیق سرخ می شوند استفاده می شوند.

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

- در این روش اصلاح از مواد شیمیایی که قادر به انجام واکنش با ۲ یا چند گروه هیدروکسیل پلیمر نشاسته هستند، استفاده می گردد. این مواد دو رشته از آمیلوز یا آمیلوپکتین را توسط پیوندهای استری به هم متصل کرده و به این ترتیب مولکول ها و رشته های آمیلوز و آمیلوپکتین در کنار هم نگه داشته می شوند و در نتیجه این فرآیند باعث افزایش یکپارچگی ساختار گرانول نشاسته می گردد همچنین پیوندهای عرضی به وجود آمده. متورم شدن گرانول ها را کنترل نموده، و نشاسته ای تولید می گردد که می تواند درجه حرارت بالا و شرایط اسیدی را تحمل نماید. حلالیت این نوع نشاسته ها به دلیل اتصالات عرضی به وجود آمده کمتر از نشاسته طبیعی است. همچنین دمای ژلاتینه شدن در این نوع نشاسته ها بالاتر و رتروگراده شدن در آنها کمتر اتفاق می افتد. برای تولید نشاسته با اتصالات عرضی، محلول ۳۰-۴۰٪ نشاسته ابتدا قلیایی می گردد (pH= ۵/۷-۱۲) و سپس در حضور نمک با یک ماده شیمیایی مجاز که قادر به ایجاد پیوند عرضی است واکنش می دهد از جمله مواد شیمیایی می توان به فسفر اکسی کلراید، سدیم تری متا فسفات و مخلوط آدیپیک و استیک انیدرید اشاره نمود (Peshin., 2001).

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com



Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

# Cross-linking

Chemical modification of starch that results in covalently bonded inter- and intramolecular bridges between starch polymers

## Objectives :

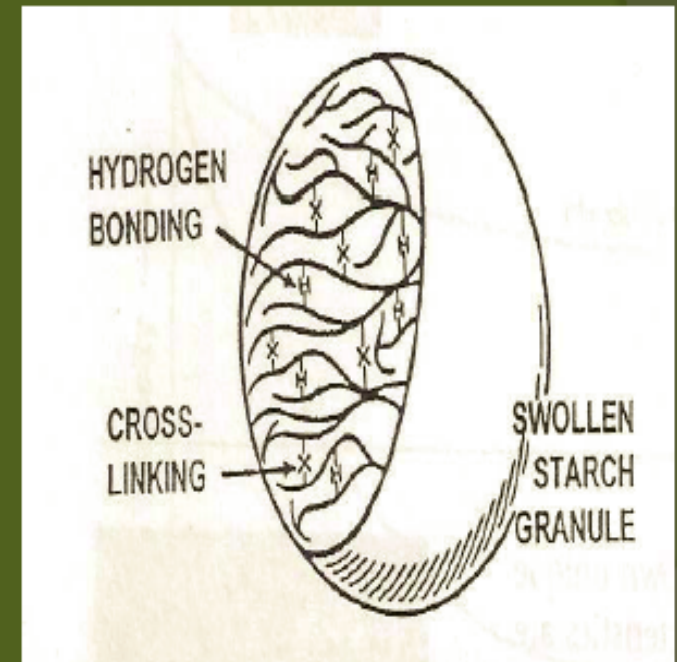
1. Strengthen starch granule
2. Delay viscosity development by retard granule swelling

## Benefit to user :

1. Improved process tolerance to heat, acid & shear
2. Production efficiency : increased heat penetration allowing shorter process time

## Application :

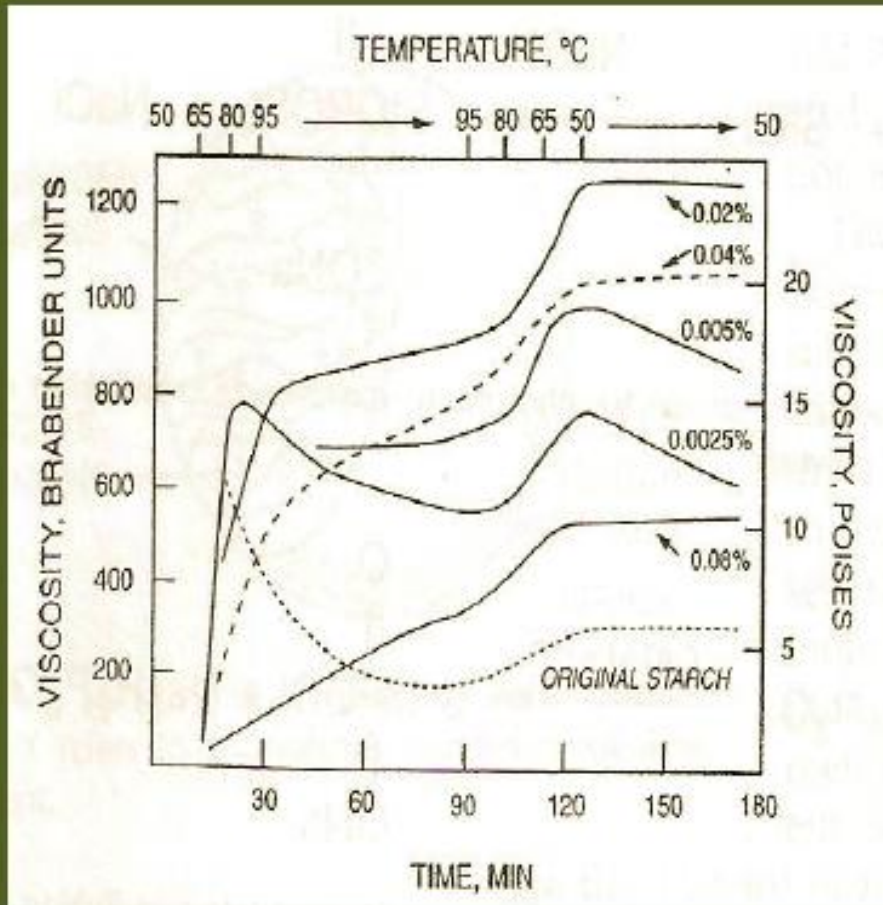
Ambient stable products, bottle sauces, Sterilized soups and sauces.



Structure of a crosslinked starch granule.

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

## Effect of crosslinking (%trimetaphosphate treatment) on viscosity profile of starch (Smith, 1982)



- Native starch is normally susceptible to viscosity breakdown.
- Crosslinking tends to inhibit granule swelling during cooking.
- **Low-DS starch** : tends to show a peak viscosity higher than native starch.
  - ➔ Granular stability & improved paste texture
- **High-DS starch** : no peak viscosity. Increase in viscosity throughout the cooking process

## نشاسته اکسید شده

- برای تولید این نوع نشاسته گرانول های نشاسته بوسیله هیپوکلریت سدیم یا هیپوکلریت کلسیم در دمای ۷۰ الی ۸۰ درجه سانتی گراد تضعیف شده و به همین جهت ویسکوزیته خمیر آن پایین بوده و شفافیت بیشتر و رنگ سفید بهتری دارد. از سایر اکسید کننده ها مانند اکسیژن یا ازن، پراکسید، پرمنگنات و بیکرومات هم می توان استفاده کرد. تغییراتی که طی این عمل اتفاق می افتد عبارت است از:
  - ❖ اکسید شدن گروه های الکلی به کربونیل و کربوکسیل،
  - ❖ اکسید شدن آلدئید به کربوکسیل،
  - ❖ قطع زنجیرها که نوع و میزان آنها به عوامل زیادی از جمله نوع و میزان ماده اکسید کننده، دمای عمل و غلظت سوسپانسیون بستگی دارد.
  - ❖ نشاسته حاصل از این عمل شفاف تر است و ویسکوزیته خمیر آن کمتر می باشد.

## کاربرد نشاسته اکسید شده

□ این نوع نشاسته به عنوان:

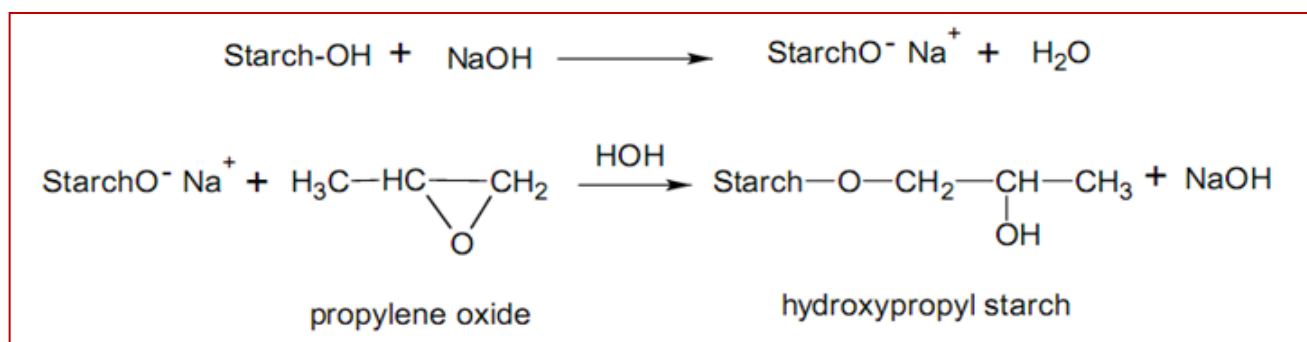
□ پایدارکننده امولسیون و قوام دهنده مناسب است.

□ در اکسیداسیون نشاسته علاوه بر دیپلیمریزاسیون نشاسته که موجب کاهش ویسکوزیته محلول های گرم نشاسته می شود به علت جایگزین شدن گروه های حجیم  $\text{COOH}$  و  $\text{C=O}$  از اتصال زنجیرهای کوتاه نشاسته به هنگام سرد کردن محلول و در نتیجه رتروگراداسیون جلوگیری می شود.

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

## نشاسته پروپیل شده (اصلاح با استفاده از هیدروکسی پروپیلن)

- از جمله دیگر تغییراتی که در نشاسته می توان ایجاد نمود ، به ایجاد پیوند های اتری و استری و همچنین ایجاد اتصالات عرضی بین رشته های نشاسته می توان اشاره کرد. هیدروکسی پروپیل شده با ایجاد پیوند اتری یکی از روش های اصلاح نشاسته می باشد. این عمل در حضور قلیا و به وسیله اکسید پروپیلن صورت می گیرد (Propylene oxide).



Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

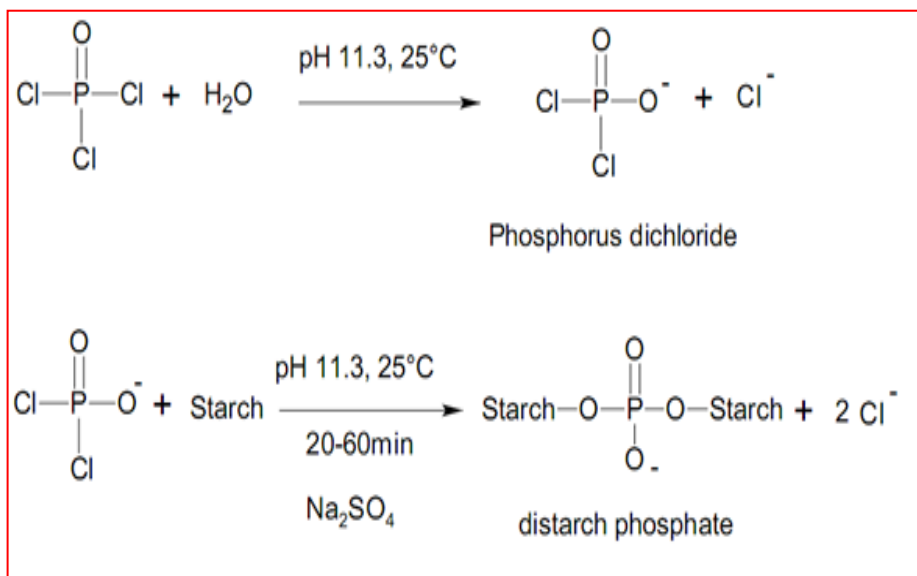
## اثرات پروپيله شدن

- حلاليت نشاسته هيدروكسى پروپيله شده در آب با افزايش درجه جاىگزىنى اين گروه در نشاسته افزايش مى يابد. همچنين ميزان افزايش حجم و ويسكوزيته اين نشاسته در مقايسه با نشاسته طبيعى بيشتر است. دماى ژلاتينه شدن و خميرى شدن اين نوع نشاسته كمتر از نشاسته طبيعى است.
- Pasting temperature

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

## فسفریله شدن نشاسته

- فسفاتة کردن نشاسته توسط فسفر اکسی کلراید ( $\text{POCl}_3$ ) یا ترکیبی از سدیم تری متا فسفات (STMP) و سدیم تری پلی فسفات (STPP) صورت می گیرد و یکی دیگر از روش های تولید نشاسته اصلاح شده با اتصالات عرضی می باشد که واکنش شیمیایی آن نشان داده شده است.



این نوع نشاسته دارای دمای ژلاتینه شدن بالاتر، ویسکوزیته بالاتر و مقاومت بیشتر نسبت به افت ویسکوزیته بوده و همچنین نسبت به شریط اسیدی و برش بالا مقاوم می باشد.

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

## نشاسته استیله شده

- نشاسته استیله شده در حدود یک قرن است که شناخته شده است. این نوع نشاسته با درجه جانشینی کم (DS) در محدوده ۰.۱ و ۰.۲ بوسیله FDA برای مواد غذایی تایید شده است و برای افزایش غلظت، پایداری و بهبود بافت به کار می رود. نشاسته استیله شده بوسیله استری کردن نشاسته طبیعی با استیک انهیدریک در حضور یک کاتالیزور قلیایی ایجاد می شود. که در این نوع نشاسته ۳ گروه هیدروکسیل در کربن های شماره ۲، ۳ و ۶ با گروه استیل جایگزین می شوند. استیله کردن باعث افزایش حلالیت، فاکتور تورم، چسبناکی، پایداری در برابر پخت و انبارداری، کاهش دمای ژلاتینه شدن می شود و در مواد غذایی از تغییرات نامطلوب ناشی از برگشت مجدد نشاسته در طی پروسس و انبار کردن جلوگیری می کند.

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

## نشاسته اصلاح شده اسیدی

- یکی از انواع ساده نشاسته اصلاح شده می باشد که از فرایند نشاسته با اسید بدست می آید .
- در این فرایند گرانول های نشاسته به مقدار زیادی تحت تاثیر قرار نمی گیرد اما اسید به ناحیه ی بین میسلی نفوذ می کند و ساختار در اثر هیدرولیز تعدادی از پیوند ها ضعیف می گردد به محض رسیدن به دمای ژلاتینیزاسیون گرانول های این نوع نشاسته تجزیه می شوند و یک محلول یا خمیر با ویسکوزیته کم را بوجود می آورند. این نوع نشاسته خمیری با ویسکوزیته پائین تولید می کند که در بسیاری از فرآورده ها به خمیری با ویسکوزیته پایین نیاز است.
- برای تولید این نوع نشاسته به خمیر نشاسته که دمای آن حدود ۵۰ درجه سانتی گراد است مقداری اسید کلریدریک ۰.۱ نرمال اضافه شده ومدتی حدود ۸ تا ۲۴ ساعت به حال خود قرار می گیرد، به تدریج پیوندهای مولکول نشاسته گسسته شده و در ازای زنجیر تا حد تبدیل شدن به دکستروز کم می شود و به همان میزان از ویسکوزیته خمیر کم می شود. در انتهای عمل هیدرولیز بایستی اسید باقیمانده خنثی شده و مواد حاصل صاف شود، به این ترتیب نشاسته ای به دست می آید که خمیر آن ویسکوزیته کمی دارد و در اثر سرد کردن به خوبی ژل با ویژگی مطلوب تشکیل می دهد.

- در این روش اگر زمان و سایر شرایط عمل تغییر کند، یا غلظت اسید و نشاسته زیاد شود در عمل واکنش های فرعی دیگری هم ممکن است اتفاق افتد. به همین جهت تغییر نشاسته به روش آنزیمی بهتر است. از این نوع نشاسته در تولید آدامس و ساخت ژل استفاده می شود همچنین ویژگی مورد نیاز را برای تولید آنتی بیوتیک و آئرومایسین دارد.

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

# اصلاح فیزیکی نشاسته

نشاسته پیش ژلاتینه شده

- نشاسته ای است که در آب داغ گرما داده شده تا حدی که گرانول های آن آماس کرده و ترکیده باشد، و بعد با روش مناسب از جمله با استفاده از خشک کن های غلتکی یا خشک کن های افشانکی خشک شده باشد. در این روش میزان ژلاتینه شدن با انتخاب شرایط عمل از جمله دما، زمان، مقدار آب و مقدار نشاسته قابل کنترل است.
- این نوع نشاسته دارای ویسکوزیته بالاتر، بو و رنگ مطلوب و شفافیت بالاتری است. این نوع نشاسته برای تولید انواع دسر ها کاربرد دارد. در یک مطالعه انجام شده مشخص شد که استفاده از نشاسته اصلاح شده پایداری امولسیون خمیر گوشت را بهبود می دهد و تفکیک چربی را در سوسیس کاهش داده و اتصال خمیر گوشت را افزایش می دهد. که در این مورد نشاسته ژلاتینه از سایر موارد بهتر است.

Dr. Aazamaarabi  
aarabi9531@gmail.com

## نشاسته پیش ژلاتینه شده

- پیش ژلاتینه کردن یک روش برای اصلاح فیزیکی نشاسته می باشد نشاسته طبیعی در آب سرد قدرت تورم یا حلالیت ندارد و لذا قادر نیست در دمای محیط قوام محصول را بالا ببرد برای غلبه بر این مشکل نشاسته (پیش ژلاتینه) تولید و استفاده می گردد به این نوع نشاسته، نشاسته فوری نیز گفته می شود (Mason et al., 2009).
- این نوع نشاسته می تواند در دمای محیط در آب متورم شود و حلالیت بیشتری نسبت به نشاسته طبیعی ایجاد کند و در نتیجه به سرعت قوام محیط را بالا ببرد. همچنین به دلیل عدم نیاز به حرارت در هنگام استفاده از این نوع نشاسته به کاهش هزینه های تولید و حفظ مواد، عطر و طعم را کمک می کند. صرفه جویی در زمان نیروی کار تجهیزات و کاهش میزان استفاده از صمغ ها نیز از دیگر مزایای استفاده از این نوع نشاسته است به صورت کلی فرآیند پیش ژلاتینه کردن به روشهای زیر امکان پذیر می باشد (Murphy et al., 2000).

## نشاسته اصلاح شده آنزیمی

- در این روش برای تولید نشاسته موردنظر از آنزیم استفاده می شود که کنترل آن موثرتر بوده و واکنش های ناخواسته کمتری اتفاق می افتد. برای این منظور از آنزیم گلوکوامیلاز سنتز شده توسط قارچ ها استفاده می شود. . این آنزیم روی پیوندهای آلفا (یک و چهار) و آلفا (یک و شش) نشاسته اثر کرده و آن را هیدرولیز می کند و اگر زمان عمل طولانی شود تا حد تبدیل نشاسته به دکستروز واکنش ادامه می یابد.
- از این نوع نشاسته در تولید محصولات پخت ، اسنک فودها و دسر ها استفاده می شود. گاهی از هیدرولیز اسیدی و به دنبال آن هیدرولیز آنزیمی برای تغییر دادن نشاسته استفاده می شود. محصول این روش می تواند مالتودکسترین، گلوکز، فروکتوز، سوربیتول، مانیتول گلوتامات و اسیدهای الی مانند اسید سیتریک باشد که در صنایع غذایی کاربرد زیادی دارد.

## کاربرد نشاسته اصلاح شده در ارتقاء رئولوژیکی و پایداری سس ها

➤ از نظر رئولوژیکی کنترل ویسکوزیته نقش محوری در کیفیت سس ها دارد. انواع خاصی از نشاسته های اصلاح شده از جمله pregelatinized و acetylated با داشتن توانایی بالای جذب آب و رفتار شبه پلاستیک امکان تنظیم دقیق ویسکوزیته را فراهم می کنند. این ویژگی به خصوص در سس های سرد مصرف مانند سس سالاد اهمیت دارد زیرا که بافت یکنواخت و حس دهانی مطلوب را تضمین می کند بدون آن که نیاز به فرآیند های پخت طولانی باشد.

➤ در سس های امولوسیونی نظیر مایونز نشاسته های cross-linked یا stabilized با افزایش گراندروی فاز پیوسته، موجب کاهش تحرک قطرات فاز چربی شده و از کرم سازی یا جدا شدگی فاز جلوگیری می کنند. این خاصیت نه تنها در سس های پر چرب که در سس های فاقد چربی و یا کم چرب که میزان امولسیفایرها کاهش یافته، اهمیت دو چندان پیدا میکند. در این شرایط Modified Starch ها به عنوان جایگزین طبیعی برای تثبیت کننده های سنتزی عمل می کنند.