การใช้เครื่องมือเบื้องต้น เพื่อวิชาการแปรรูปอาหาร by ครูชมบี

ep. 16 การใช้ Viscometer

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชมภูนุช เผื่อนพิภพ
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร
คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Viscometer
(เครื่องวัดความหนืด)

Viscometer = Viscous (หนืด) + Meter (เครื่องวัด)

https://my-best.in.th/49143
https://www.bnfthailand.com/...94-brookfield-viscometer/
https://www.labsps.com/product/digital-viscometer-...94-2/
http://fic.nfi.or.th/technologyandinnovation-detail.php?smid=180
https://www.indiamart.com/proddetail/helipath-stand-brookfield-viscometer-14237374091.html

- ของเหลว คือ สถานะหนึ่งของสสาร (สสาร หมายถึง สิ่งที่มีมวลสาร ต้องการที่อยู่ และสัมผัสได้ อาจประกอบด้วยสารเดียวล้วน หรือหลายสารก็ได้)
- สสารที่มีสถานะเป็นของเหลวที่สามารถไหลได้อย่างอิสระ แต่มีปริมาตรคงที่

ของเหลว (liquid) กับ ของไหล (fluid)

- ของไหล คือ สสารที่สถานะเป็นได้ทั้งของเหลวหรือก๊าซ ที่สามารถไหลได้อย่างอิสระ แต่มีปริมาตรคงที่

นิยาม

- แรงหนืด (viscous force) หมายถึง แรงต้านทานหรือแรงเสียดทานการไหลภายในของของไหล
- ความหนืด (viscosity) หมายถึง สมบัติของสสารที่มีความสามารถในการต้านทานการไหลของของไหล เมื่อถูกแรงหรือความเค้นมากระทำ แล้วแรงต้านทานหรือแรงเสียดทานจะเกิดขึ้นเนื่องจากการยึดเกาะกันระหว่างโมเลกุลภายในสสารนั้น
- แรงเฉือน (shear stress) เป็นแรงที่ทำให้ชิ้นส่วนหรือชั้นต่างๆ เลื่อนกันไปในทิศทางที่ต่างกัน เป็นปรากฏการณ์ทั่วไปที่มีอยู่ในการไหลของของเหลวชนิดต่าง ๆ

หน่วยของความหนืด

- ระบบเดิม เป็นระบบเมตริก มีหน่วยเป็น Poise (P) หรือ centipoise (cPs)
- ระบบใหม่ เป็นระบบ SI มีหน่วยเป็น Pascal second (Pa.s)

$$1\ P = 0.1\ Pa.s$$

- โดยทั่วไปจะแสดงเป็น 1 centipoise (cP) ซึ่งเทียบเท่ากับ 1 mPa.s

$$1\ cPs = 1\ mPa.s$$

https://www.researchgate.net/figure/1-Viscosity-coefficients-of-some-foods_tbl1_323043457

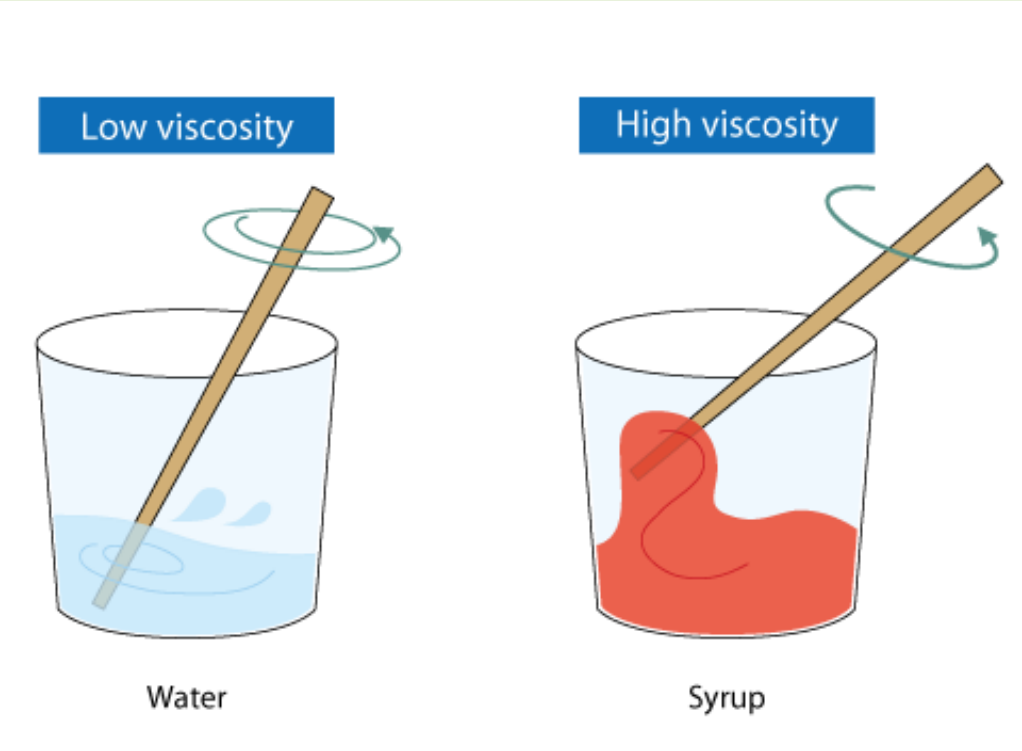
ความหนืดกับอาหาร

- เป็นตัวแปรหลักในการออกแบบอุปกรณ์และเครื่องมือในกระบวนการผลิต
- เป็นสมบัติเชิงรีโอโลยี (rheological properties) มีผลต่อคุณภาพและลักษณะทางกายภาพ, ทางเคมี, และทางประสาทสัมผัส รวมถึงการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์อาหารชนิดนั้นๆ
  - การทดสอบด้วยคน – sensory test
  - การทดสอบด้วยเครื่องมือ -- viscometer
- ใช้ประกอบเป็นตัวตัดสินคุณภาพของอาหาร สำหรับการพิจารณาถึงอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์อาหารนั้นๆ

ความหนืดกับอาหาร (ต่อ)

- เป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดคุณลักษณะ (specifications) ของผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ เช่น โยเกิต, นมพาสเจอไรส์รสชาติต่างๆ, ไอศกรีม, เครื่องดื่มน้ำผลไม้, ซอสปรุงแต่งรสชาติ เป็นต้น
  - การรวบรวมข้อมูลความหนืดของผลิตภัณฑ์ จะช่วยให้ผู้ผลิตสามารถคาดการณ์ว่าผลิตภัณฑ์จะมีพฤติกรรมอย่างไรในโลกแห่งความเป็นจริง ตัวอย่างเช่น หากซอสมะเขือเทศไม่มีความหนืดที่ถูกต้อง เวลาปั๊มออกจากหลอดบีบ ก็จะยากเกินไปหรือสูบออกมากเกินไป

ของเหลวที่มีความหนืดสูง จะมีแรงต้านการคนมากกกว่าของเหลวที่มีความหนืดต่ำ



Less viscous

More viscous

ของเหลวที่มีความหนืดสูง จะไหลได้ช้ากว่าของเหลวที่มีความหนืดต่ำ

https://slidetodoc.com/fluids-edition-buoyanc-viscosity-grab-bag-y-ptom/
https://eduspots.org/education-hub/eduspots-science/stayathome/science-challenges/viscosity/

- ของเหลวมีความหนืดแตกต่างกันขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ อุณหภูมิ, ความดัน, ปริมาณไขมัน, การเติมโมเลกุลอื่นๆ เช่น ส่วนผสมที่เติมแต่ง, สี เป็นต้น

- ของเหลวที่มีอุณหภูมิเท่ากันบางชนิด เช่น น้ำจะมีความหนืดต่ำประมาณ 1 cP ในขณะที่ของเหลวอื่นๆ เช่น มายองเนส จะมีความหนืดสูงถึง 20,000 cP

Product	Temperature (°C)	Viscosity (cP)
Water	0	1.79
Water	20	1.00
Beer	4	1.1
Milk, whole	18	2.0
Milk, whole	49	10
Cream (30% fat)	16	14
Cream (50% fat)	32	55
Soybean oil	24	60
Soybean oil	80	12
Sucrose solution (60%)	21	60.2
Olive oil	30	84.0
Cottonseed oil	16	91.0
Mayonnaise	21	20,000
Molasses	21	1400–13,000

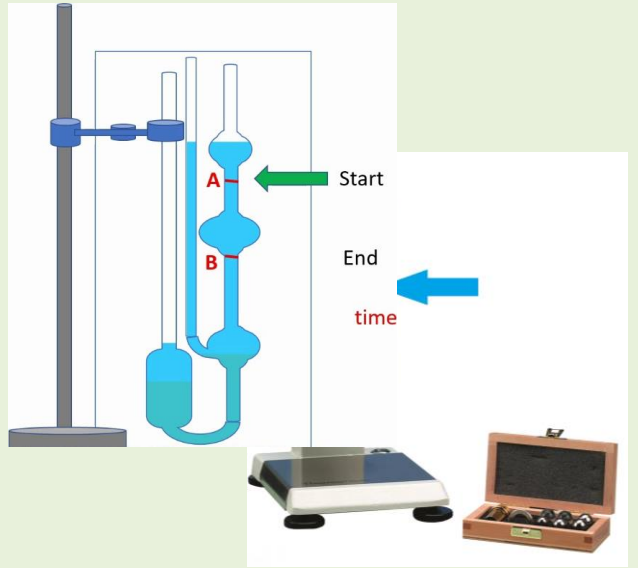
https://www.researchgate.net/figure/1-Viscosity-coefficients-of-some-foods_tbl1_323043457

อุณหภูมิ (temperature) มีผลมากที่สุดต่อความหนืดในของเหลว

- เนื่องจากความร้อนทำให้โมเลกุลมีพลังงานเพียงพอที่จะเอาชนะแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุล
- ก๊าซก็มีความหนืดเช่นกัน การเพิ่มอุณหภูมิของก๊าซจะเพิ่มความหนืด เนื่องจากแรงดึงดูดระหว่างโมเลกุลไม่ได้มีบทบาทสำคัญในความหนืดของก๊าซ แต่อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นนำไปสู่การชนกันระหว่างโมเลกุลมากขึ้น **ซึ่งผลของก๊าซจะกลับกันกับของเหลว**

viscometer

- viscosity meter หรือ rheometer
- เป็นเครื่องมือที่วัดการไหลของของเหลวและความหนืดของของเหลว ความหนืดของของเหลวอาจส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นการสูบหรือวางท่อ หรือลักษณะการทำงานสำหรับการจุ่มและการเคลือบ
- เครื่องวัดความหนืด แบ่ง 3 ประเภทหลักๆ คือ
  - capillary tube เช่น Ostwald
  - coaxial cylinder เช่น Brookfield, Couette
  - falling sphere (ทรงกลมที่ตกลงมา) เช่น Hoppler



https://www.youtube.com/watch?v=I0aYfmbGmSA
https://www.researchgate.net/figure/The-Brookfield-viscometer_fig7_273773680
https://www.phywe.com/thermometer-24-51-c-for-falling-ball-viscometer_2407_3338/

หลักการของเครื่องวัดความหนืด

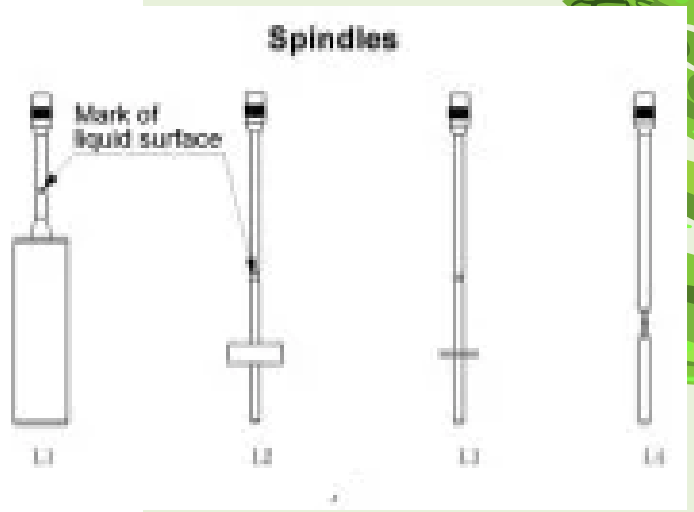
- เมื่อชั้นของของเหลวอยู่ภายใต้การเคลื่อนที่บนพื้นผิวหรืออีกชั้นหนึ่งของของเหลวเดียวกัน อนุภาคของของไหลมักจะต่อต้านการเคลื่อนไหวดังกล่าว
- ความหนืดของของเหลวมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความร้อน
  - เมื่ออุณหภูมิของของเหลวเพิ่มขึ้น ความหนืดจะลดลง
  - โดยของเหลวที่มีความหนืดมากที่สุด จะไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมากที่สุด
- ค่าความหนืดที่สูงขึ้น หมายความว่าต้องใช้พลังงานมากขึ้นเพื่อทำให้ของไหลเกิดการไหลหรือเคลื่อนที่

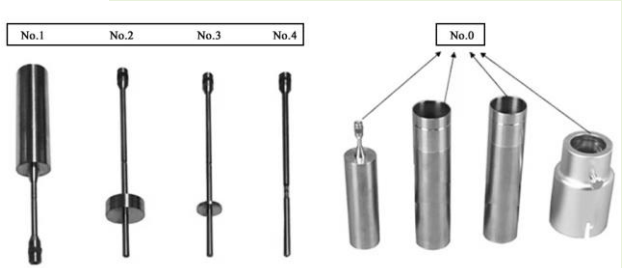
Digital Rotational Viscometer

1) Instrument structure

Figure 1

(1)level indicator (2) LCD (3) Housing （4） Protection bracket (5) Base
(6) Operation key (7) Rotor connector (8) Rotor (9) Level adjustment knob

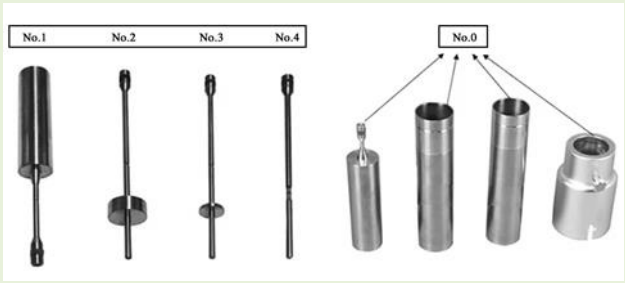




https://www.slideshare.net/BugusuNyamweru1/snb-3-viscometer-manual
https://www.aballtechno.com/product/...94-digital-rotary-viscometer-ndj-9s
https://www.indiamart.com/proddetail/digital-rotational-viscometer-22622632255.html

ขั้นตอนการใช้เครื่องวัดความหนืด

- เสียบปลั๊กไฟ เปิดเครื่องสำรองไฟ เปิดสวิตซ์เครื่อง (วอร์มเครื่อง)
- ตั้งค่าหัว/เข็ม/ ใบพัด (ROTOR) และความเร็วรอบ (SPEED) หน่วย rpm ที่ต้องการใช้งาน โดยดูจากคู่มือ



- หมุนปรับระดับเพื่อให้หัวจุ่มในตัวอย่างที่ต้องการวัดค่าความหนืด

https://www.aballtechno.com/product/...94-digital-rotary-viscometer-ndj-9s

ขั้นตอนการใช้เครื่องวัดความหนืด (ต่อ)

- กดปุ่ม OK
- รอให้แถบอินดิเคเตอร์ด้านขวาเต็มแถบ
- กดปุ่ม Reset
- อ่านค่าความหนืดที่ได้ ตำแหน่ง DATA หน่วย mPa.s
- บันทึกผลการทดลอง
- ปิดสวิตซ์เครื่อง
- ตรวจสอบความเรียบร้อยและทำความสะอาด

1) Instrument structure

Figure 1

(1)level indicator (2) LCD (3) Housing (4) Protection bracket (5) Base
(6) Operation key (7) Rotor connector (8) Rotor (9) Level adjustment knob

https://www.aballtechno.com/product/...94-digital-rotary-viscometer-ndj-9s

การบำรุงรักษาเครื่องวัดความหนืด

- เลือกหัววัดให้ตรงกับลักษณะของเหลวที่จะวัด
- ทำความสะอาดทันทีหลังใช้งานเสร็จ และล้างหัววัดและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องให้สะอาด
- หมั่นตรวจเช็คและทำความสะอาดเป็นประจำ
- ทำการ calibrate เครื่องอย่างสม่ำเสมอ

THANK YOU