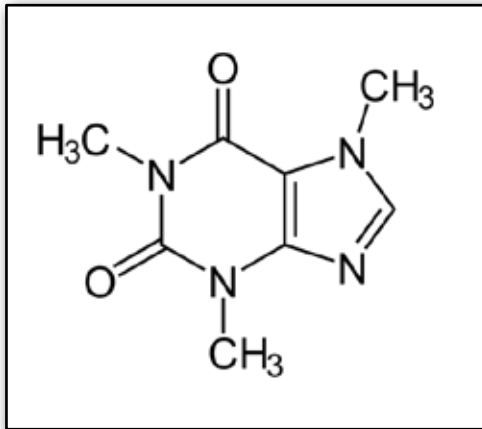


كيمياء في كأس القهوة

روتي شطانجير، معهد دافيدسون للتدريس العلمي، معهد وايزمان للعلوم، رحوفوت

كيف تحبون قهوتكم؟ قوية أم خفيفة؟ مع سكر وحليب أو سوداء؟ في كل كأس قهوة الذي تختارون شربه، إحدى النكهات التي سترافق كل جرعة هي النكهة المرّة.



الصيغة البنائية لجزيء الكافيين

يؤثر على مدى مرارة القهوة عوامل كثيرة جدًا¹: نوع حبوب القهوة، طريقة تحميص الحبوب، طريقة طحن الحبوب، الماء الذي نحضره بواسطته كأس القهوة، درجة حرارة الماء، طريقة تحضير القهوة، وغيرها.

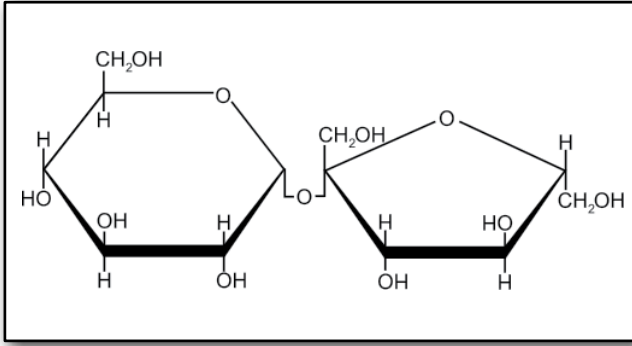
مواد عديدة مسؤولة عن النكهة المرّة للقهوة، وأحدها هو الكافيين. في المقابل عند إضافة السكر للقهوة، تُصبح القهوة أقل مرارة - ولكن ليس بسبب أن النكهة الحلوة تحجب النكهة المرّة.

الظاهرة معروفة جيدًا ويوجد لها تفسير بمستوى جزيئي: تميل جزيئات الكافيين التي في الكأس الارتباط الواحدة بالأخرى وتكوين

1. <http://www.coffeeresearch.org/science/bittermain.htm>

أسئلة

1. ما هي الروابط البين جزيئية التي تنتج بين جزيئات الكافيين عند إنتاج الديمير؟
2. حدّدوا هل القول الذي أمامكم صحيح أو غير صحيح: على محبي القهوة المزة إضافة مادة لكأس القهوة التي تُنتج روابط بين جزيئية قوية مع جزيئات الكافيين.
3. أي من الرسومات التالية يُلائم لما يحدث في كأس قهوة مع سُكّر؟
4. أمامكم صيغة بنائية لسُكّر: ما هي الروابط البين جزيئية الناتجة بين جزيئات الماء وبين جزيئات السُكّر؟



الصيغة البنائية لجزيء سُكّر

5. يذوب الكافيين أيضًا بالماء. ما هي الروابط بين الجزيئية التي تنتج بين جزيئات الماء وجزيئات الكافيين؟ اشرحوا وأرسموا روابط كهذه بين جزيء واحد من الكافيين وجزيئات من الماء.
6. مُعطى مُنحنيان يصفان ذائبية السُكّر والكافيين بالماء في درجات حرارة مُختلفة. أي مُنحني يُلائم السُكّر وأيها يُلائم الكافيين؟ علّلوا تحديكم.
7. وجد الباحثون أنّ إضافة القليل من ملح الطعام تُؤدي هي أيضًا لتقليل مرارة القهوة. اشرحوا لماذا.

ديميرات (جزيئات اللذان يرتبطان معًا بواسطة روابط بين جزيئية). عندما تنتج ديميرات من الكافيين، ترتبط جزيئات أقل من الكافيين بمستقبلات الطعم في الفم، وتقلل شدة الطعم المر الذي نشعر به عند تناول كأس القهوة.

إضافة السُكّر للقهوة تزيد من إنتاج الديميرات، وتؤدي بهذا إلى تقليل مرارة القهوة.

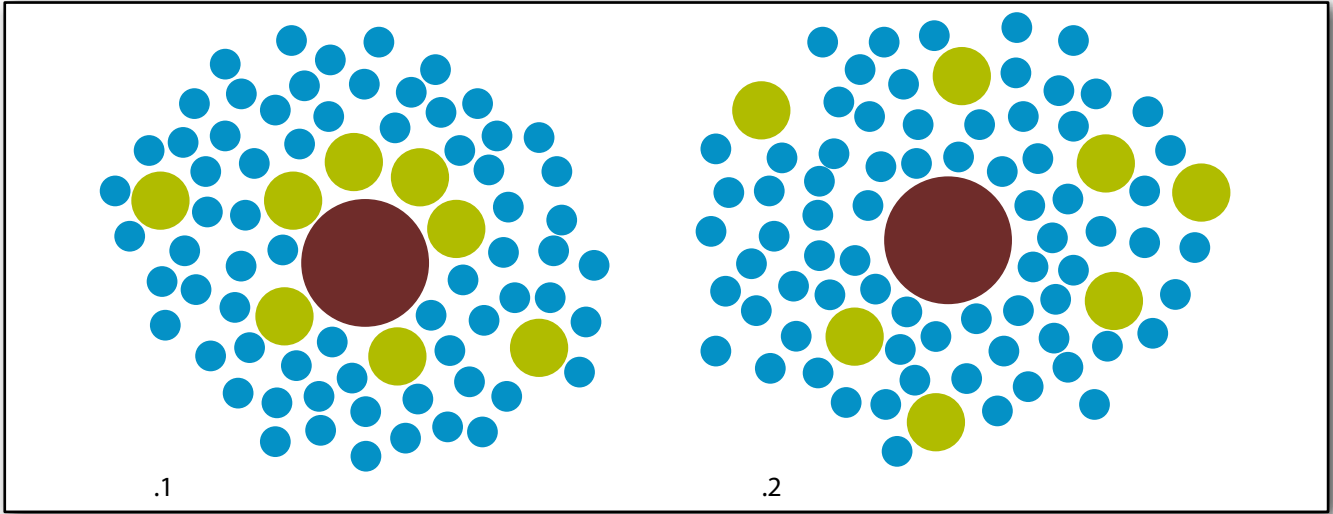
لكن لماذا تُحفّز إضافة السُكّر من إنتاج الديميرات؟ تم إعطاء الإجابة من قبل مجموعة من الباحثين من جامعة يورك، وعلى رأسهم Dr Seishi Shimizu². لم يستعمل العلماء بتاتا القهوة، السُكّر الأنابيب أو المختبر، وإنما نفذوا البحث بواسطة حسابات ترمودينامية فقط.

وجدوا في الحسابات ما هو العامل الأساسي لزيادة إنتاج الديميرات: ترتبط جزيئات السُكّر جيدًا لجزيئات الماء، لكنها لا تميل إلى الارتباط لجزيئات الكافيين. فعليًا، تبتعد جزيئات السُكّر وجزيئات الكافيين عن بعضها البعض. هكذا تبقى جزيئات الكافيين حرة للارتباط ببعضها البعض وإنتاج ديميرات. في المقابل، عند إضافة مواد أخرى للقهوة، التي تنجذب لجزيئات الكافيين وترتبط بها جيدًا، فهي تمنع ارتباط جزيئات الكافيين وتكوين ديميرات.

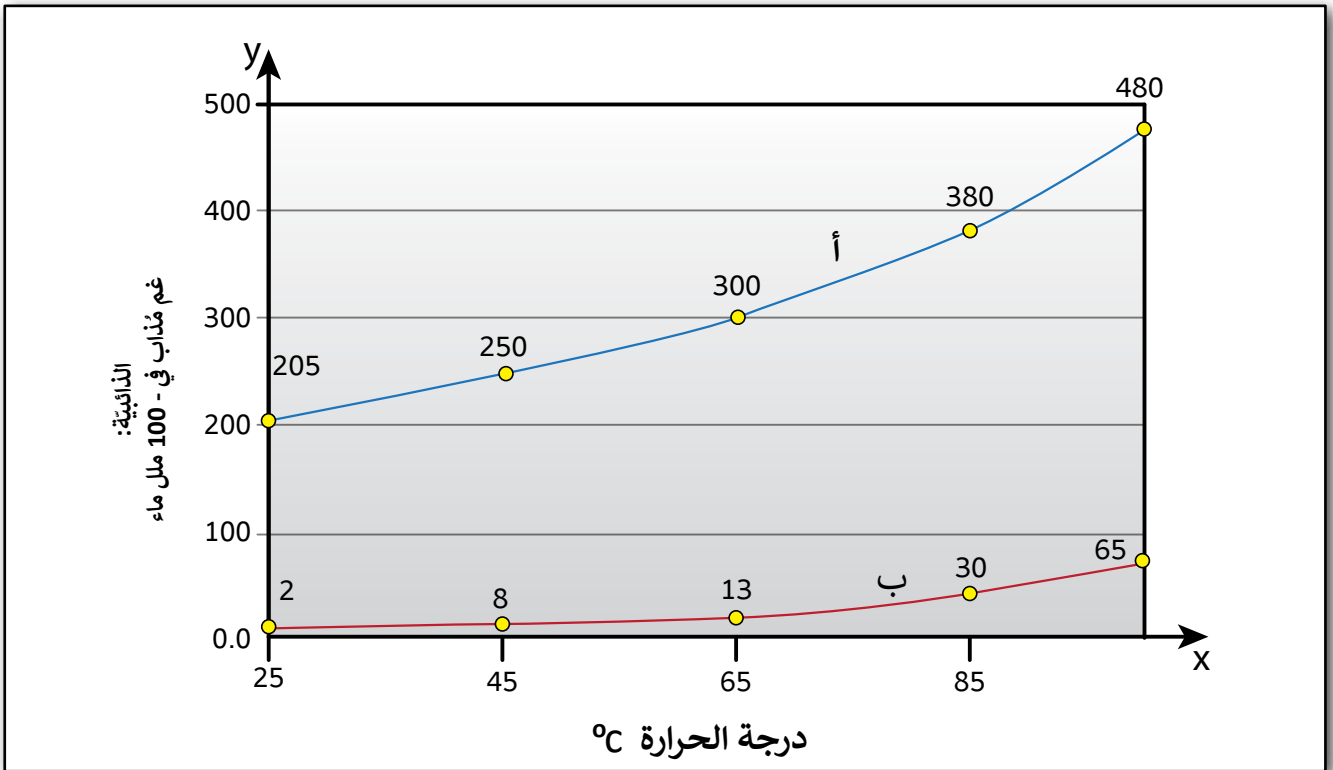
يتم تنفيذ هذه الأبحاث الحسابية ليس فقط لفهم ما يحدث في كأس القهوة، وإنما هي أداة هامة في البحث الكيميائي. على سبيل المثال: إضافة مواد (مثل السُكّر، في حالة القهوة) يمكن أن تؤثر على ثني جزيئات الرّلاتيات وبهذا يمكن أن تؤثر على وظيفة الرّلاتيات؛ أو أنّ إضافة المواد يمكن أن تؤثر على مدى ذائبية الأدوية وبهذا تزيد من نجاعة نقلها في جسمنا³.

Caffeine dimerization: effects of sugar, salts, and water structure, Food & Function, 2015, volume 6, pp. 3228-3235 .2

<http://www.stevenabbott.co.uk/blog/?date=04Aug2015> .3



الكرات الزرقاء: جزيئات ماء، الكرات السوداء: جزيئات كفاين، الكرات البنفسجية: جزيئات سُكّر.



رسم بياني 1

الإجابات باختصار:

1. قوى فاندر فالس، 2. غير صحيح، 3. (2)، 4. روابط هيدروجينية 5. روابط هيدروجينية بين أزواج الإلكترونات غير الرابطة على ذرات الأكسجين والنيتروجين في جزيئات الكفاين وبين ذرات الهيدروجين المكشوفة من الإلكترونات في جزيئات الماء، 6. سُكّر، ب. كفاين، لأنّ ذائبة السُكّر في الماء أعلى. بين جزيئات السُكّر وبين جزيئات الماء تنتج روابط هيدروجينية أقوى، بسبب وجود مراكز أكثر في جزيئات السُكّر لتكوين روابط هيدروجينية مع جزيئات الماء. 7. لا تنجذب أيونات الملح لجزيئات الكفاين، لكنّها تنجذب لجزيئات الماء. تنتج روابط بين أيونات الملح وبين الشحنات الجزيئية على جزيئات الماء.