

ХИМИЯ НА ЛЮТОТО

Категория „Презентация“, възрастова група 8. – 10. клас

Марта Пенчева, 10. клас¹

Ръководител: Васка Сотирова

91. НЕГ „Проф. Константин Гълъбов“ – София

Резюме. В проекта са разгледани различните видове химични съединения, предизвикващи усещане за люто: капсаицин (в чушките), пиперин (в черния и белия пипер), джинджерол (в джинджифила), алилизотиоцианат (в усабито и горчицата) и алицин (в лука и чесъна). Представени са полезните свойства на тези съединения и въздействието им върху човешкото тяло. По-голямата част от тях подпомагат имунната система и храносмилането, а някои имат и други, по-специфични свойства. Разгледани са и някои митове и вярвания, свързани с лютите храни, като например защо се е вярвало, че чесънът действа против уроки, или защо джинджифилът е по-полезен, като се направи на чай. Представени са също и два експеримента, включващи люти храни. За първия е използван черен пипер, за да се демонстрира как сапунът намалява повърхностното напрежение. Вторият изследва електропроводимостта и електролитните свойства на горчицата и джинджифила.

Ключови думи: люто; капсаицин; пиперин; джинджерол; алилизотиоцианат; алицин

Когато опитаме люта чушка, усещането, което изпитваме, трудно може да бъде сбъркано – парене, топлина, дразнене. Любопитното е, че това усещане не е вкус в класическия смисъл на думата. Лютото не се разпознава от вкусовите рецептори, а се възприема като дразнение, сходно с това при топлина или болка. Това го прави уникално явление, в което се преплитат химия, биология и сетивна физиология.

Причината да усещаме лютото, е в действието на определени химични вещества, които активират специфични рецептори в нашето тяло. Най-известното от тях е капсаицинът ($C_{18}H_{27}NO_3$) – активната съставка в лютите чушки от рода *Capsicum*. Съществуват и други вещества, предизвикващи усещане за люто: пиперин ($C_{17}H_{19}NO_3$), съдържащо се в черния и белия пипер, джинджеролът ($C_{17}H_{26}O_4$) в джинджифила, алилизотиоцианат (C_4H_5NS) в усабито и горчицата, както и алицинът ($C_6H_{10}S_2O$) в чесъна и пропанетал-S-оксид в лука също предизвикват усещане за парене, макар и по различен начин.

Тези вещества взаимодействат със специфични рецептори, разположени върху нервните окончания в устната кухина, кожата и други части на тялото. Те са предимно два. По-известният от тях е TRPV1 – рецептор, който по принцип се активира при температури над 42°C. Капсаицинът обаче също го активира, заблуждавайки тялото, че се е сблъскало с нещо горещо. Това предизвиква усещането за парене и болка. Другият рецептор е TRPA1, познат още като „уасаби рецептор“, който се активира от изотиоцианати (като синигрин), съдържащи се именно в усабито и в горчицата (Holmes, 2017). Всички те създават така наречените тактилни илюзии – усещания за допир, топлина или студ, които не са предизвикани от реална физическа промяна, а от химично дразнение.

Усещането за лютото може да се измери. Най-разпространеният метод е чрез скалата на Сковил, въведена още през 1912 г. от фармацевта Уилбър Сковил. В класическия му тест люти екстракти се разреждали със захарен разтвор, докато специално подбрана тестова група вече не усещала лютивина. Днес този субективен метод е заменен от високоефективна течна хроматография, която точно определя концентрацията на капсаициноидите (Guzmán & Bosland, 2017). Независимо от метода най-лютите чушки, като „Каролина рийпър“, достигат над 2 милиона единици по скалата на Сковил.

Интересното е, че молекулите на лютото не само провокират дразнение, но и имат реални физиологични ефекти. Капсаицинът например активира адреналин и норадреналин, които засилват липолизата – процеса на разграждане на мазнините. Успоредно с това той понижава нивата на грелин – хормона на глада, и подпомага транспорта на глюкоза в клетките. Резултатът е понижен апетит, ускорен метаболизъм и подобрен контрол върху кръвната захар. Дългосрочното въздействие на капсаицина дори води до десенсибилизация на рецепторите за болка, което го прави полезен в кремове за облекчаване на мускулни и ставни болки (McQuaid, 2015).

Джинджифилът също има своето място в традиционната и съвременната медицина. Съдържащият се в него джинджерол има противовъзпалително, антиоксидантно и антимикробно действие. Затова не е случайно, че често се добавя в чай – при нагриване джинджеролът се превръща в още по-активното вещество шогаол, което има още по-силни свойства. Освен това джинджифилът облекчава гадене, подобрява храносмилането и стимулира секрецията на ензими.

Пиперинът от черния пипер също заслужава внимание. Той засилва метаболизма, стимулира производството на адреналин, повишава телесната температура и подобрява усвояването на други хранителни вещества – като куркумин (от куркума), витамини и минерали. Интересно е, че пиперинът почти не се разтваря във вода, но се разтваря добре в мазнини, което означава, че лютивината му се усеща най-добре в мазни храни.

В моя проект проведох експеримент с черен пипер и сапун, демонстриращ действието на повърхностното напрежение на водата и ролята на повърхностноактивните вещества. При него върху повърхността на вода, налята в чиния, се поръсва черен пипер (фиг. 1). Когато в центъра се добави капка сапун, пиперът мигновено се разпръсква към ръбовете на съда (фиг. 2, фиг. 3). Това се дължи на факта, че сапунът намалява повърхностното напрежение на водата, което променя силите, задържащи пипера на място. Експериментът не само визуализира физикохимичен процес, но и показва защо сапунът е ефективен в почистването – той разгражда повърхностното напрежение и улеснява отделянето на замърсявания.



Фигура 1



Фигура 2



Фигура 3

Усабито и горчицата съдържат алилизотиоцианат – вещество с мощно антибактериално, противовъзпалително и дори антиканцерогенно действие. Това е и причината усабито да се сервира със суши – то не само придава пикантност, но и защитава от бактериални инфекции, характерни за суровата риба.

В моя проект съм разработила още един експеримент, за който съм използвала горчица и джинджифил като електролити в електрохимична батерия и съм демонстрирала как някои храни могат да провеждат електрически ток. За целта поставих два различни метални електрода – например цинкова и медна пластина – в съд с разтвор на горчица (фиг. 4). Електродите се свързват чрез проводници с волтметър, който измерва напрежението. Горчицата, благодарение на съдържанието си на вода, киселини (като оцетна или лимонена) и соли, действа като електролит и позволява протичането на електрохимична реакция. Резултатът е реално измеримо напрежение – около 2,19 V (фиг. 5).



Фигура 4



Фигура 5

При повторение на експеримента с джинджирил, намачкан във вода (фиг. 6), напрежението е по-ниско – около 0,74 V (фиг. 7) – поради по-слабото съдържание на йони. Така се доказва, че дори обикновени храни могат да участват в прости електрохимични клетки, като горчицата показва по-добра проводимост от джинджирила. Експериментът е отличен пример за приложението на химията в неочаквани и ежедневни контексти.



Фигура 6



Фигура 7

Последните две храни, предизвикващи усещане за люто, които съм разгледала, са лукът и чесънът.

Лукът предизвиква парене най-вече в очите, за разлика от другите храни. На какво се дължи това? Лукът кара очите ни да сълзят заради химично съединение, наречено пропанетал-S-оксид, което се отделя при рязане. Това вещество реагира със слъзния филм в очите и образува лека сярна киселина, която дразни нервните окончания. В отговор мозъкът стимулира слъзните жлези да произвеждат повече слъзи, за да измият дразнителя. За да намалим сълзенето, можем да охлаждаме лука, да го режем под вода, да използваме остър нож или да носим защитни очила. Интересното е, че различните видове лук съдържат различна концентрация на това вещество, като тя е най-висока в червения и жълтия лук и най-малка в белия и праз лука.

Лютото вещество в чесъна е алицинът, който се образува, когато се среже или смачка и се активира ензимът алииназа, който разгражда веществото алиин, съдържащо се в чесъна, до алицин. Подобно на останалите люти вещества, то е известно със силните си антиоксидантни и антибактериални свойства. Любопитен факт е, че в народния фолклор смъртта, причинена от проблеми с кръвта, често се обяснявала с твърдението, че човекът е бил ухапан от вампир. Това вярване довело до убеждението, че чесънът има защитни свойства срещу вампири. Интересно е, че дори в някои фантастични филми, като „Хотел Трансилвания“, чесънът е показан като отровен за вампирите. Всъщност съществува научно обяснение за този мит: хората, които са били смятани за убити от вампир, в действителност наистина са страдали от сърдечносъдови заболявания (Charalambous, 1994). А проучвания са довели до факта, че чесънът, от своя страна, помага за циркулацията на кръвта и подобряване на сърдечносъдовото здраве. Съдържащият се в него алицин намалява кръвното налягане и нивата на лошия холестерол.

В обобщение, лютите вещества в храните имат много сходни и доказано полезни ефекти върху човешкото здраве – от засилване на метаболизма, до противовъзпалително, антиоксидантно и антимикробно действие. Затова умерената консумация на люти храни може да бъде ценна част от балансираното ежедневно хранене.

Благодарности

Благодаря на госпожа Сотирова за подкрепата и съвместната работа, и на родителите ми за съветите, които ми дадоха.

БЕЛЕЖКИ

1. Трета награда в категория „Презентация“, възрастова група 8. – 10. клас.

REFERENCES

- Charalambous, G. (Ed). (1994). *Spices, Herbs and Edible Fungi*. Elsevier.
- Guzmán, I. & Bosland, P. W. (2017). Sensory properties of chile pepper heat – and its importance to food quality and cultural preference. *Appetite*, 117, 186 – 190. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2017.06.026>.
- Holmes, B. (2017). *Flavor: The Science of Our Most Neglected Sense*. W. W. Norton & Company.
- McQuaid, J. (2015). *Tasty: The Art and Science of What We Eat*. Scribner.

CHEMISTRY OF SPICY

Abstract. The project examines the different types of chemical compounds responsible for the sensation of spiciness: Capsaicin (in chili peppers), piperine (in black and white pepper), gingerol (in ginger), allyl isothiocyanate (in wasabi and mustard) and allicin (in onions and garlic). Their beneficial properties and effects on the human body are also discussed. Most of them support the immune system and digestion, and some have other, more specific properties. Some myths and beliefs related to spicy foods are also examined, such as why it was believed that garlic works against evil spirits or why ginger is more useful when consumed as tea. Two experiments involving spicy foods are also presented. The first used black pepper to demonstrate how soap reduces surface tension. The second experiment examined the electrical conductivity and electrolyte properties of mustard and ginger.

Keywords: spicy; capsaicin; piperine; gingerol; allyl isothiocyanate; allicin

✉ **Marta Boykova Pencheva, 10th grade**

91st German Language Secondary School “Prof. Konstantin Galabov”
Sofia, Bulgaria

E-mail: princes.martha08@gmail.com

✉ **Supervisor: Vaska Tsvetanova Sotirova**

Teacher
91st German Language Secondary School “Prof. Konstantin Galabov”
Sofia, Bulgaria