

INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF SODIUM ALGINATE ON RENNET CURDLING ACTIVITY AND COAGULATION ABILITY

Chief Assist. Prof. Darina Georgieva, PhD

Department of Chemical, Food and Biotechnologies,
“Angel Kanchev” University of Ruse, Razgrad Branch
E-mail: dsgeorgieva@uni-ruse.bg

Chief Assist. Prof. Ivelina Ivanova, PhD

University of food technologies
26 Maritza Blvd, 4002 Plovdiv, Bulgaria
E-mail: ivanova.uft@gmail.com

Abstract: *In recent years, functional foods have gained popularity among consumers by providing health or medical benefits, reducing disease risk, and improving well-being. Goat's milk is a valuable source of nutrition with therapeutic benefits that is processed into various products. This research aims to determine the impact of the polysaccharide sodium alginate on rennet in reference to its curdling activity and coagulation ability in fresh goat milk. The research results will provide an objective perspective on the possibilities of incorporating sodium alginate as an ingredient in functional goat milk dairy products to increase the yield of the products, improve their sensory characteristics, and increase their functional value.*

Keywords: *sodium alginate, cheese, rennet, coagulation, goat milk, goat cheese, functional foods.*

ВЪВЕДЕНИЕ

Козето мляко и по-специално протеините в него са отличаващи се по своите хранителни и функционални качества, поради което придобиват популярност през последните години. В сравнение с протеините от краве мляко, тези от козе мляко предлагат по-високи нива на определени аминокиселини, като триптофан и цистеин, като същевременно осигуряват подобни хранителни ползи. Те също така показват превъзходни функционални качества, като подобрени способности за емулгиране и разпенване, което ги прави привлекателни за разработването на нови хранителни продукти. Изследванията показват, че протеините от козе мляко предлагат различни предимства за здравето, включително имуномодулиращи ефекти, управление на алергии и противовъзпалителни, антиоксидантни, антимикробни и противоракови свойства (ALKaisy, Q.H., 2023). Способността им да влияят върху производството на цитокини и други имунни компоненти предполага потенциални приложения при лечение на автоимунни заболявания, алергии и други имунни разстройства. Освен това техните антимикробни свойства могат да помогнат за инхибиране на вредните бактерии и да намалят риска от инфекция (Sachin, S. et al., 2017).

Натриевият алгинат е естествен полизахарид, извлечен от кафяви морски водорасли. Обикновено се използва в храните, фармацевтичните продукти и биотехнологията поради своите сгъстяващи, желиращи и стабилизиращи свойства (Arroyo, B. et al., 2020). В хранителните продукти той служи като сгъстител и емулгатор, докато в медицината се използва за превръзки на рани и като носител в системи за доставяне на лекарства (Makaremi, M. et al., 2019). Натриевият алгинат може да образува гелове, когато взаимодейства с йони, най-често калциеви, което го прави полезен за капсулиране на вещества и създаване на различни текстури в хранителни продукти. Неговата биосъвместимост и биоразградимост също го правят предпочитана опция за приложение в екологично-устойчиви продукти (Hurtado, A. et al., 2022).

Алгинатът е типичен представител на естествените диетични влакнини и има много физиологични ефекти за човека, като потискане на растежа на бактериите в храносмилателната система, намаляване на токсичността в съдържанието на дебелото черво,

усещане за ситост на стомаха, намаляване на плазмения холестерол, намаляване на нивото на кръвната глюкоза и инхибиране на езофагеален рефлукс (Qin, Y., et al., 2018).

Сиришната мая представлява воден извлек от жлезистия стомах основно на преживните животни и съдържа два ензима – ренин (химозин) и пепсин. Основното свойство, което я характеризира е коагулиращата ѝ способност, която се влияе най-вече от температурата и киселинността на млякото.

Целта на настоящото проучване е да се изследва влиянието на натриев алгинат върху активността и подсирваемата способност на мая за сирене. Да се направи органолептична характеристика на получения коагулат и във връзка с това да се анализира, коя от изследваните концентрации на алгинат е най-подходяща за влагане в сирена от козе мляко.

ИЗЛОЖЕНИЕ

Материали и Методи

Използваното прясно козе мляко е добито от региона на град Разград и отговаря на изискванията за сурово козе мляко, съгласно Наредба № 5/02.05.2023 г. Показателите на млякото са установени чрез електронен анализатор „ЕКОМІLK” М и данни от проведен анализ в акредитирана лаборатория с протокол от изпитване № А13740/30.09.2024 г. при "Дунавлаб" ЕООД. Киселинността на млякото е определена по метода на Търнер (Iliev, T. et al., 2011), като резултатите са отразени съответно в таблици 1 и 2.

Таблица 1. Физикохимични показатели на използваното козе мляко.

Изследван показател	Резултат за използваното козе мляко
Масленост, %	3,95 ± 0,02
Сух безмаслен остатък, %	7,54 ± 0,06
Плътност при 20°C, g/cm ³	1,033 ± 0,01
Отводняване, %	5 ± 0,04
Точка на замръзване, °C	-0,539
Белтък, %	2,82 ± 0,02
Титруема киселинност, °T	14 ± 0,10

Таблица 2. Микробиологични показатели на използваното мляко и данни за наличие на инхибитори.

Наименование на показателя	Единица на величината	Проба	Резултати от изпитването	Допуск на показателя
Общ брой аеробни микроорганизми	CFU/ml	Козе мляко	1 100 000 (390000; 330 000)	≤1 500 000
Антибактериални субстанции	-	Козе мляко	Не се установява	Да не се установява

Направена е органолептична характеристика на изследваното мляко по основни показатели, като резултатите са представени в таблица 3.

Таблица 3. Органолептична характеристика на използваното козе мляко.

Показатели	Прясно козе мляко
Външен вид и консистенция	Еднородна течност с нормална консистенция, без утайка и без провлачване
Цвят	Бял със слабо синкав оттенък
Мирис	Свойствен за козе мляко, слабо изразен, без страничен мирис

Използвана е мая за сирене „Сливенска“ на български производител с партида L1-6-23. Маята е извлечена от специфични щамове на *Mukor miehei*. Продуктът се предлага с активност 1:10 000 (по метода на Berridge) по данни на производителя.

Използвани са растителни фибри натриев алгинат/E401 за храни, партида № 0253 с произход – Франция. Данните за физикохимичните показатели на продукта от сертификата за анализ са представени в таблица 4.

Таблица 4. Физикохимични показатели на използвания натриев алгинат.

Тестове:	Резултати:
Сухи вещества (g/100g)	$88 \pm 0,80 \%$
pH	$6,3 \pm 0,06$
Вискозитет (mPa.s)	40
Размер на частиците $> 630 \mu\text{m}$	0
Описание-цвят	Бял до бледожълт
Мирис	неутрален
Вкус	неутрален

Изследването на влиянието на алгината върху подсирваемата способност на използваната мая за сирене е осъществено в няколко етапа: подготовка на пробите, извършване на експеримента и анализ на резултатите. При подготовката на пробите, в Ерленмайерови колби са подготвени шест проби с количество от 100 cm^3 от използваното козе мляко, измерени с мерителен цилиндър. Според литературни данни за използвани концентрации на алгинат в хранителни продукти (Pournaki, S.K. et al., 2024, Li, A. et al., 2020, Khanal, B. K. S., 2018), за изследването са избрани съответните пет концентрации в проценти: 0,25; 0,5; 1, 2 и 4%, като е заложена и контролна проба, без добавен алгинат.

Пробите са темперирани на водна баня при 35°C , след което към тях е добавено съответното количество алгинат в g, претеглено на аналитична везна, разбъркано за няколко min до пълно разтваряне. След разтваряне на алгината пробите се изваждат от водната баня и температурата се проверява отново с термометър, така че да е точно 35°C . С микропипета се добавят $200 \mu\text{l}$ от маята за сирене и пробата се разбърква енергично няколко пъти със стъклена бъркалка за точно 3 s, след което се стартира хронометър за отчитане на времето на поява на първата коагулация на млечните белтъци. Стъклената бъркалка се потапя и изважда от млякото, като се допира до стените на колбата. Следи се за появата на първите видими частици коагулирало мляко върху повърхността на пръчката или по стените на колбата. При поява на първите пресечки, хронометърът се спира и се отразява съответното време за коагулация в секунди.

След засичане на скоростта на коагулация на всички проби, активността на маята се изчислява по формула (Iliev, T. et al., 2011): $C = 240\,000/a$,

където: C – активност (сила) на сирищната мая; a – времето, за което са се появили първите видими пресечки, s; 240 000 – константа.

След засичане на времето за първична коагулация пробите се оставят 30 min на стайна температура (25°C), след което се прави органолептична характеристика на получените коагулати по пет показателя: външен вид, цвят, вкус, мирис и консистенция.

Всички изследвания са проведени в трикратна повтораемост, като в таблиците и фигурата данните са средноаритметични със съответната им грешка.

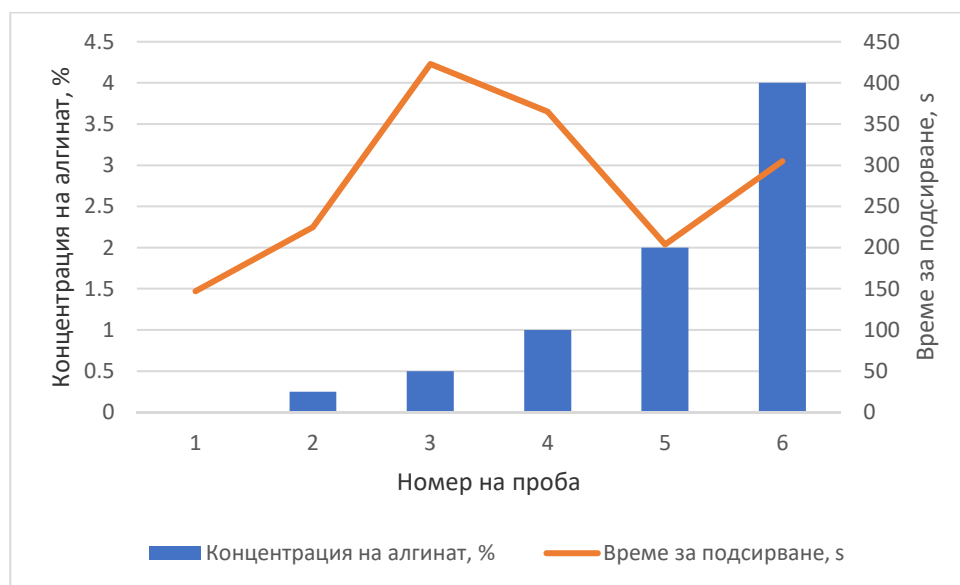
РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

След направените преизчисления, пробите са подготвени съгласно данните в таблица 5.

Таблица 5. Преизчислено количество натриев алгинат в грамове.

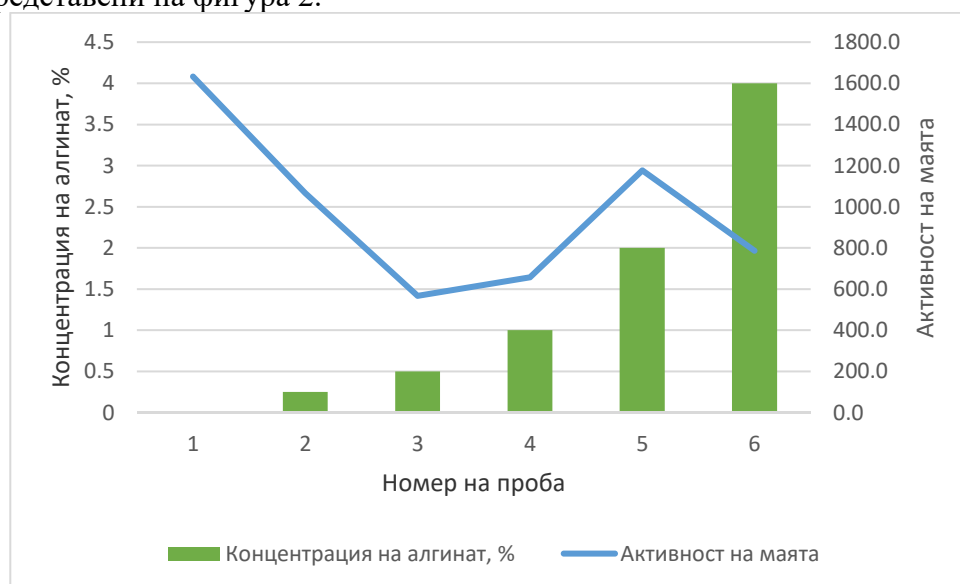
Проба номер	1	2	3	4	5	6
Концентрация на алгинат, %	0	0,25	0,5	1	2	4
Маса на пробата, g	103,25	103,25	103,25	103,25	103,25	103,25
Количество алгинат, g	0	0,2581	0,5163	1,0325	2,0650	4,1300
Температура на пробата, °C	35	35	35	35	35	35

Данните за влиянието на натриевия алгинат върху подсирваемата способност на маята за сирене при козе мляко са представени на фигура 1.



Фиг. 1. Влияние на натриевия алгинат върху подсирваемата способност на мая за сирене при козе мляко.

Данните за влиянието на натриевия алгинат върху активността на мая за сирене при козе мляко са представени на фигура 2.



Фиг. 2. Влияние на на натриевия алгинат върху активността на мая за сирене при козе мляко.

Резултатите от направената органолептична оценка на получените коагулати са идентични за различните концентрации. Цветът е бял до бледокремав, мирисът е характерен на мляко със страничен мирис наподобяващ сурови ядки, вкусът е характерен на козе мляко с

лек привкус на ядки и леко солен привкус, консистенцията е неравномерна, образуват се набъбнали зърна и струпвания, които увеличават размера си с увеличаване на концентрацията на алгината и стават все по-трудно разтворими при разбъркване. При концентрацията от 4%, млякото е почти изцяло абсорбирано от алгината в желирана зърнеста структура.

От направения експеримент не се вижда ясна линейна зависимост между концентрацията на натриев алгинат в козето мляко със скоростта на подсирване и съответно активността на маята. Това вероятно се дължи на неравномерното разпределение на набъбналия алгинат в млякото, поради което за ефективно провеждане на експеримента, трябва да се намали неговата концентрация до максимална 0,5% и да се замени ръчното разбъркване с механично с високоскоростна бъркалка, за по-добра хомогенизация на пробата.

Трудно е да се направи сравнение с данни от литературата, тъй като те са много оскъдни и се отнасят до други млечни продукти.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведеното изследване разглежда пътя за получаване на нови функционални храни, които подобряват здравето, предотвратяват заболявания и служат като терапевтични средства за различни здравословни проблеми. Изследванията ще продължат с фокус към избора на най-благоприятна концентрация, за производство на високо качествени сирена от козе мляко с функционална хранителна стойност.

REFERENCES

- ALKaisy, Q.H., Al-Saadi, J.S., Al-Rikabi, A.K.J., Altemimi, A.B., Hesarinejad, M.A., Abedelmaksoud, T.G. (2023). *Exploring the health benefits and functional properties of goat milk proteins*. Food Sci Nutr. 11(10):5641-5656.
- Arroyo, B., Bezerra, A., Oliveira, L., Arroyo, S., E. de Melo, Santos, A. (2020). *Antimicrobial active edible coating of alginate and chitosan add ZnO nanoparticles applied in guavas (Psidium guajava L.)*. Food Chem., 309.
- Hurtado, A., Aljabali, A.A., Mishra, V., Tambuwala, M.M., Serrano-Aroca, A. (2022). *Alginate: Enhancement strategies for advanced applications*. International Journal of Molecular. Sciences, 23, 4486.
- Iliev, T., Zheleva, N., Mihailova, G., Dimitrov, T. (2011). *Handbook for exercises in milk and milk products*, Academic ed. University of Trakiya, Stara Zagora.
- Khanal, B. K. S., Bhandari, B., Prakash, S., Liu, D., Zhou, P., Bansal, N. (2018). *Modifying textural and microstructural properties of low fat Cheddar cheese using sodium alginate*. Food Hydrocolloids, 83: 97-108.
- Li, A., Gong, T., Hou, Y., Yang, X., Guo, Y. (2020). *Alginate-stabilized thixotropic emulsion gels and their applications in fabrication of low-fat mayonnaise alternatives*. Int J Biol Macromol. , 146:821-831.
- Makaremi, M., Yousefi, H., Cavallaro, G., Lazzara, G. et al. (2019). *Safely dissolvable and healable active packaging films based on alginate and pectin*. Polymers, 11.
- Qin, Y., Jiang J., Zhao, L., Zhang, J., Wang, F. (2018). Chapter 13 - applications of alginate as a functional food ingredient. A. Mihai Grumezescu, A.M. Holban (Eds.). *Biopolymers for food design: A volume in handbook of food bioengineering*, Academic Press, 409-429.
- Pournaki, S.K., Aleman, R.S., Hasani-Azhdari, M., Marcia, J., Yadav, A., Moncada, M. (2024). *Current Review: Alginate in the Food Applications*. J 7: 281-301.
- Sachin, S. Lad, Aparnathi, K.D., Mehta, B., Velpula, S. (2017). *Goat Milk in Human Nutrition and Health – A Review*. Int. J. Curr. Microbiol. App.Sci. 6(5): 1781-1792.