

BRUNIFICAREA ENZIMATICĂ

Ștefan VLADIUC

Universitatea Tehnică din Moldova, Facultatea Inginerie Mecanică, Industrială și Transport, IM-201M Inginerie Mecanică, Chișinău, Republica Moldova

Autor correspondent: Vladiuc Ștefan, s.vladiuc@gmail.com

Rezumat. Fenomenul de brunificare este un fenomen dăunător pentru produsele alimentare, care distruge aspectul lor estetic, scade prețul și calitatea produsului. Fenomenul de brunificare enzimatică este o reacție chimică care poate fi controlată și stopată la necesitate prin diverse metode. De-și e o problemă cunoscută de mult timp, necesitatea de mărire a productivității și calității fără apariția fenomenului de brunificare e din ce în ce mai actuală.

Cuvinte cheie: Brunificare enzimatică, polifenoli, tratament termic, fenomen de brunificare, fenoli.

Introducere

Enzimele sunt macromolecule de origine proteică cu rol de biocatalizatori, cu ajutorul cărora celulele vii pot îndeplini reacții complexe într-un timp scurt, la temperatura mediului înconjurător. Catalizând reacțiile biochimice din organism, ele au un rol esențial în biosinteza și degradarea substanțelor din materia vie, întâlnindu-se în toate organismele animale, vegetale și în microorganisme, mai fiind denumite din această cauză biocatalizatori. Fără enzime, procesele biochimice s-ar desfășura cu viteze foarte mici [1]. Brunificarea enzimatică este una dintre cele mai importante reacții de culoare care afectează fructele, legumele și alimentele marine, reacție catalizată de polifenoloxidaze. Fenomenul de brunificare enzimatică se poate observa la mere, banane, cartofi, pere, piersici, struguri albi, frunze de ceai, boabe de cafea, fasolea verde, ciuperci, creveti, homari, etc. [2].

Tipuri de brunificare

1. brunificare enzimatică (datorată polifenoloxidazelor)
2. caramelizarea (reacție de oxidare a glucidelor)
3. oxidarea lipidelor
4. oxidarea vitaminei C
5. reacția Maillard (reacție de îmbrunare dintre aminoacizi și glucide reducătoare cu o grupare aldehidică). Reacția se finalizează cu formarea de polimeri azotați de brunificare sau melanoidine [6].

Mecanism al activității enzimatică

Enzimele sunt catalizatori biologici. Astfel, o enzima va produce reacții și schimbări în compuși și substraturi, dar nu se va schimba ea însăși. Mecanismele de acțiune ale enzimei vor varia în funcție de substrat și de enzima însăși. Enzima acționează asupra substratului. Există o teorie denumită „teoria lacatului și a cheii”, conform căreia enzima este cheia pentru a „deschide” substratul. Ipoteza este că este nevoie de cheia potrivită pentru a acționa asupra unui substrat specific [3].

Factorii care influențează apariția procesului de brunificare

Oxigenul – necesar pentru ca reacția de brunificare să apară.
Tratamentul termic- brunificarea crește cu creșterea temperaturii până când polifenolii oxidează este inactivă. pH-ul optim pentru declansarea reacției de brunificare este situat între 5 și 7. Dacă pH-ul este mai jos de valoarea 3 enzima va fi inactivă. Ioni de metal – cuprul este necesar pentru

acțiunea polifenol oxidazei; și ionii de fier cresc rata reacției. Gradul brunificării enzimatică a fructelor și legumelor este corelat cu de conținutul tisular în polifenoloxidază activă, conținutul fenolic al țesutului, pH, temperatură și disponibilitatea oxigenului în țesut [2].

Mecanismul reacției de brunificare enzimatică

Polifenoloxidazele catalizează oxidarea fenolilor la o-quinone. O-quinonele formează astfel, prin reacții de polimerizare spontane, compuși cu masă moleculară mare sau pigmenți bruni (melanine). Aceste melanine pot în schimb să reacționeze cu aminoacizi și proteine, conducând la accentuarea culorii brune [2].

Metode utilizate pentru eliminarea efectului de brunificare enzimatică.

1. Eliminarea oxigenului- cea mai simplă metoda de control a brunificării enzimatică, prin imersarea produselor în apă înainte de a fi gătită sau prin adăugarea la suprafața lor de acizi care să întârzie procesul de brunificare.
2. Aplicarea de tratamente termice pentru a denatura și inactiva enzima. Are ca efect distrugerea microorganismelor și reducerea conținutului de zahăr oferind produselor o culoare strălucitoare.
3. Controlul pH-ului pentru a preveni brunificarea enzimatică se face prin adăugare de acizi. (citric, malic, ascorbic, fosforic). Valorile scăzute de pH (3) reduc brunificarea. Un inhibitor eficient al polifenoloxidazei este acidul ascorbic. Pentru majoritatea polifenoloxidazelor pH optim este cuprins între 5-7.
4. Aplicarea de dioxid de sulf și sulfiti - inhibitori puternici ai enzimei .
5. Ultrafiltrarea, utilizată în industria alimentară pentru eliminarea moleculelor mari de polifenoloxidaze din vinul alb și din sucurile de fructe.
6. Tratatamentul cu dioxid de carbon supercritic (SC-CO₂) are ca efect distrugerea microorganismelor, fiind aplicat și pentru a inactiva polifenoloxidazele din homari, creveti și cartofi, inactivare datorată scăderii pH-ului prin producerea de acid carbonic din dioxid de carbon [4].
7. Deshidratarea: pentru a fi activă, polifenoloxidaza are nevoie de multă apă. Astfel, prin deshidratare se poate obține doar inactivarea acestei enzime, nu și distrugerea ei. Metodele comune de deshidratare sunt: deshidratarea prin congelare – apa este eliminată prin sublimare, sub vacuum. O altă metoda se referă la scăderea activității apei prin adăugare de substanțe chimice de legare a apei, de exemplu: clorura de sodiu, sucroză, glicerol, etc. [5,6,7,8].

Inactivarea enzimelor pe cale termică

Pentru conducerea corectă a procesului de deshidratare al legumelor și fructelor, este foarte important să se cunoască însușirile enzimelor oxidative în vederea înlăturării efectelor negative generate de acestea . Toate enzimele sunt foarte sensibile la acțiunea căldurii putând fi inactivate, în general, la temperatura de fierbere a apei . Inactivarea enzimelor prin căldură este probabil o consecință a denaturării proteice. Enzimele se dezactivează la temperatura de 55-60° [9].

Inactivarea enzimelor oxidante cu ajutorul substanțelor chimice

Unele substanțe chimice inhibă mult mai eficace în brunările enzimatică . În această grupă pot fi incluse soluțiile acide (săruri) ce conțin ioni de clor : clorura de sodiu, clorura de calciu, clorura de calciu plus acid tartric etc. Clorura de sodiu se utilizează într-o soluție de 0,2-0,5% timp de 3 ore pentru inactivarea polifenol-oxidazelor din fructe și legume . Utilizarea soluției de 0,05% HCl (pH=2,5) la imersia fructelor curățate și cu texturare (pere, gutui, prune, mere) iar pentru fructele decojite cu textură slabă (caise, piersici, prune etc.) se recomandă o soluție de 0,5% acid tartric în amestec cu 0,5% clorură de calciu cristalizată (pH=2,5) asigurând prin aceasta și o întărire a texturii . Efectul de împiedicare a brunificărilor enzimatică este mai accentuat când se folosește

în loc de acid citric sau tartric, acidul ascorbic . Aceasta împiedică îmbrunarea printr-un mecanism de reducere, bazat pe reducerea chinonelor formate . Acidul sulfuros și sărurile lui (sulfiții și bisulfiții) au un rol inhibitor puternic . Îmbrunarea este împiedicată la aproximativ 0,01% bioxid de sulf . După îndepărtarea bioxidului de sulf enzimele pot reacționa din nou [5].

Pierderile economice datorate brunificării merelor

Creșterile pe piața fructelor și legumelor prevăzute pentru viitor nu vor avea loc dacă brunificarea enzimatică nu este înțeleasă și controlată. Brunificarea enzimatică este una dintre cele mai devastatoare reacții pentru mere ca obiect de uscare. S-a estimat că mai mult de 50% din pierderile înregistrate la fructe se datorează brunificării enzimatice. Asemenea pierderi au condus la creșterea interesului pentru înțelegerea și controlul enzimelor fenoloxidaze din alimente. Merele, avocado, bananele, strugurii, piersicile și diverse alte fructe, sunt susceptibile la brunificare și prin urmare determină pierderi economice pentru agricultori [10].

Concluzie:

Efectul de brunificare enzimatică este unul foarte important nu doar din cauza efectului asupra aspectului estetic al produsului dar și din cauza copoziției chimice a produsului finit, la rândul său afectează calitatea gustului. Asupra acestui fenomen se efectuează multe cercetări cu implicarea noilor tehnologii, au fost obținute multe succese dar mai este necesară studierea acestui fenomen la fel ca și reducerea lui. Consider că domeniul de brunificare a fructelor și legumelor în procesul de uscare are un viitor însemnat și deschide un domeniu vast de dezvoltare atât pe plan teoretic cât și pe plan practic.

Bibliografie

1. <https://www.slideshare.net/adi1971/273401328-enzimecursul1biochimie>
2. <https://pdfslide.net/documents/60474968-lab-5-brunificarea-enzimatica.html>
3. <https://ru.scribd.com/doc/114437007/Imbrunarea-Enzimatica-a-Legumelor-Si-Fructelor>
4. ȚISLINSCAIA N., BERNIC M., MELENCIUC M. RĂDUCAN M., VIȘANU V., BALAN M., *Le sechage des poires sous une atmosphere modifiée de CO₂* /Proceedings of internațional conference „MODERN TECHNOLOGIES IN THE FOOD INDUSTRY” Ch.: Tehnica Info 2018. – p.297 – 302 – ISBN, 978–9975–87–428-1
5. Bernic M., Țislinscaia N., Balan M., Guțu M., Vișanu V., Melenciuc M. *Installation for the experimental study for kinetics of drying process in the suspended layer* /Proceedings of internațional conference ” EURO-ALIMENT 2019” Ch.: Galați University Press 2019. – p.69 – ISSN, 1843–5114.
6. Bernic M., Țislinscaia N., Vișanu V., Balan M., Melenciuc M. *Researches in the drying field of peaches* /Proceedings of internațional conference ” EURO-ALIMENT 2019” Ch.: Galați University Press 2019. – p.66 – ISSN, 1843–5114.
7. Bernic M., Țislinscaia N., Balan M., *Drying installation for granular products in the suspension layer* / Journal of Engineering Science, DOI: 10.5281/zenodo.3713368/CZU 66.047.75, Vol. XXVII, no. 1 (2020), pp. 64 – 68, ISSN 2587-3474, eISSN 2587-3482. March, 2020, Vol. XXVII
8. <http://www.uscatoare.ro/wp-content/uploads/2013/03/Operatii-pentru-inactivarea-enzimelor-in-produsele-destinate-deshidratarii.pdf>
9. <https://www.scribgroup.com/sanatate/alimentatie-nutritie/ENZIME-IN-INDUSTRIA-ALIMENTARA95753.php>
10. Vladiuc Ștefan”Metode moderne de uscare”. Teză de licență, Chișinău, 2020