

Abstract

This habilitation thesis entitled *Advanced investigation on the improvement the nutritional quality and safety of cereal products* presents the most important scientific achievements obtained after completing the PhD studies. In the first part of the thesis are presented the scientific and academic achievement of the last years, in the second part are developed the main research themes addressed after finishing the doctoral studies with presentation of the main contribution to the state of the art in the field of cereal science and technology, and in the third part are presented the plans for evolution and career development.

In this thesis the following research themes are detailed: (1) research on improving the nutritional value of rye products; (2) development of gluten free formulations with enhancing the nutritional benefits of cereals; (3) an integrated approach to improve the wheat bread quality; (4) reduction of the mycotoxins contamination in cereals chain. In order to achieve of these research themes a combination of knowledge of milling and baking technology, biochemistry, toxicology and microbiology was required.

The fundamental research focused on an interesting area for the food industry – the possibility of getting good quality food products without additives, safe and with health benefits, while the precompetitive and applied research allowed designing new products and technologies.

The general objective of the research presented in the first chapter of the thesis consists in developing of a rye flour processing technology based on the use of sourdough, which will valorize the nutritional potential of rye. The results indicated that the fermentation process and starter culture are tools by which one can modulate the levels of biologically active compounds of the rye bread. The selection of the lactic acid bacteria starter cultures should be carefully considered in order to optimize the sourdough fermentation process, to modulate the lactic acid/acetic acid ratio and other metabolites, so the bakery products have the desired quality. An optimized technology for obtaining dry sourdoughs made of whole rye flour and with different starter culture was proposed. The sourdough quality was depended by the resistance of lactic acid bacteria to freeze drying and during preservation of dry sourdough. The type of stabilizer used in order to protect the lactic bacteria during freeze drying, as well as bacteria resilience and drying resistance represent important factors that given the quality and functionality of sourdough.

In the second part of thesis a gluten free formulation with enhanced nutritional benefits of cereals was developed, knowing that, due the compositional limitations, the quality of gluten-free breads is poor. The influence of different fibers, water contents and glucose oxidase addition

on the rheological properties of dough based on maize flour was tested by means of Mixolab device which allows following the behavior of the doughs subjected to dual mixing and temperature constraints.

Knowing the agronomic, technological and nutritional quality, as well as the association of these parameters is required in order to select the wheat varieties according their intended end use and to design healthy cereal-based foods. The third research theme developed in this thesis consisted on the following topics: association of physicochemical with technological and nutritional properties of wheat; selecting the optimal mill streams to be used for bakery products taking into account their safety, nutritive and technological properties; prediction of flour quality obtained by industrial milling of wheat versus experimental milling, and effect of the industrial milling process, whit different extraction levels, on the rheological behavior of different types of wheat flour resulted by wheat milling.

In the four part of thesis the reduction of the mycotoxins contamination by an integrated approach during cereal chain – depositary/provider, milling industry, breadmaking industry, consumers. The following topics were covered: occurrence of *Fusarium* mycotoxins in wheat and high fibre wheat bread; effects of industrial cleaning on wheat microbial burden and deoxynivalenol levels, and study about the contamination of wheat mill fractions and the possibility to use sourdough technology in order to reduce the level of contamination with mycotoxins.

The research presented in this habilitation thesis is the result of the collaboration with different research teams from academic levels and economic environment. Parts of the results were achieved in the research projects coordinates by the candidate.

Rezumat

Teza de abilitare intitulată *Investigații avansate privind obținerea de produse pe bază de cereale cu valoare nutrițională ridicată, sigure pentru consum* prezintă cele mai importante rezultate științifice obținute după obținerea titlului de doctor. În prima parte a tezei este prezentată evoluția carierei academice și științifice, în partea a doua sunt dezvoltate principalele direcții de cercetare abordate după obținerea titlului de doctor, cu prezentarea principalelor rezultate științifice în contextul global al realizărilor științifice internaționale în domeniu, iar în partea a treia este prezentat planul de evoluție și dezvoltare a carierei.

În cadrul tezei au fost dezvoltate următoarele teme de cercetare: (1) valorificarea potențialului nutritiv al secarei; (2) formularea unor alimente fără gluten cu maximizarea beneficiilor nutriționale ale cerealelor; (3) îmbunătățirea calității produselor de panificație – abordare integrată; (4) reducerea contaminării cu micotoxine pe filiera cerealelor. Rezolvarea acestor teme a necesitat îmbinarea cunoștințelor de tehnologia morăritului și tehnologia panificației, biochimie, toxicologie și microbiologie.

Pentru realizarea acestor teme s-au desfășurat activități de cercetare fundamentală într-un domeniu de maxim interes pentru industria alimentară – posibilitatea obținerii unor produse de bună calitate fără aditivi, sigure din punct de vedere alimentar și cu diverse beneficii pentru sănătate, și activități de cercetare precompetitivă și aplicativă finalizată prin obținerea unor produse noi.

Obiectivul primei teme de cercetare a fost dezvoltarea unei tehnologii de preparare a pâinii din făină de secară cu aluat acid, în scopul valorificării potențialului nutritiv al secarei. A fost investigat efectul unor parametri asupra proprietăților aluatului acid. Rezultatele cercetărilor au arătat că procesul de fermentație și cultura starter constituie instrumente cu ajutorul cărora pot fi crescute nivelurile de compuși biologic activi cu activitate antioxidantă din pâinea de secară. Alegerea unei culturi starter de bacterii lactice trebuie făcută astfel încât să fie posibilă optimizarea procesului de obținere a aluatului acid, reglarea raportului acetat/lactat, dar și obținerea altor metaboliți, pentru ca în final produsele de panificație să prezinte calitatea dorită. Au fost obținute aluaturi acide din făină integrală de secară cu culturi starter de bacterii lactice, stabilizate prin liofilizare. Calitatea aluaturilor acide este influențată de capacitatea de adaptare a bacteriilor lactice și rezistența acestora la liofilizare și în timpul păstrării aluaturilor acide uscate. Compoziția mediului protector utilizat pentru liofilizare și capacitatea de adaptare și rezistența la uscăciune a bacteriilor lactice constituie elemente importante ce dictează calitatea și funcționalitatea aluaturilor acide.

În cadrul celei de a doua teme de cercetare am urmărit identificarea de noi ingrediente capabile să îmbunătățească proprietățile senzoriale și nutriționale ale produselor fără gluten, cunoscut fiind faptul că, din cauza limitărilor compoziționale, calitatea produselor fără gluten, și în special a produselor de panificație, este redusă. În cadrul acestei teme de cercetare a fost studiată influența adaosului de apă și de fibre asupra proprietăților reologice ale aluatului obținut dintr-o formulă pe bază de făină de porumb (a fost investigat comportamentul termomecanic al aluatului cu ajutorul aparatului Mixolab) și a fost evaluat efectul glucozoxidazei asupra proprietăților reologice ale aluatului și a calității pâinii.

Informațiile despre calitatea agronomică, tehnologică și nutrițională, asocierile între parametrii ce definesc cele trei calități sunt extrem de utile în proiectarea în mod eficient a unor produse pe bază de cereale care valorifică superior potențialul nutritiv al cerealei integrale dar și în selectarea soiurilor în funcție de destinația produselor de măcinș. A treia temă de cercetare dezvoltată în această teză a vizat stabilirea unor asocieri între parametrii fizico-chimici, tehnologici și nutriționali la soiuri de grâu românești; selectarea fracțiunilor cele mai avantajoase din punct de vedere al siguranței alimentare, al proprietăților nutriționale și tehnologice; posibilitatea de predicție a calității sortimentelor de făină obținute la nivel industrial pe baza analizei calității grâului măcinat integral în laborator și studiul influenței măcinșului asupra comportamentului reologic al făinii obținută prin măcinarea grâului în diferite variante de extracție.

În cadrul celei de patra teme de cercetare a fost studiată posibilitatea de reducere a contaminării cu micotoxine printr-o abordare integrată pe toată filiera cerealelor – depozitari/furnizori de grâu, unități de morărit, unități de panificație și consumatori. Tema de cercetare a fost realizată în mai multe etape: analiza incidenței micotoxinelor produse de *Fusarium* în grâu și produse de panificație cu conținut ridicat de fibre; investigarea posibilității de reducere a contaminării în curățătorii morilor și analiza contaminării fracțiunilor de măcinș și investigarea posibilității de decontaminare biologică în timpul procesului de panificație.

Pentru realizarea cercetărilor menționate în această teză am colaborat cu diferite echipe de cercetare din mediul universitar dar și din mediul economic. O parte a rezultatelor a fost obținută în cadrul contractelor de cercetare coordonate de candidată.