

Rezumatul activității și a rezultatelor obținute în proiect

Cifra proiectului: 23.70105.5107.03T

Denumirea Proiectului: Sporirea eficienței procesului de uscare a fructelor sămânțoase, prin combinarea convecției și a microundelor

Pe parcursul 2024-2025, în cadrul proiectului au fost realizate un șir de activități, și anume: inițial a fost efectuată analiza literaturii de specialitate prin consultarea principalelor baze de date internaționale și naționale: WEB of Science, SCOPUS, bazele ELSEVIER (EMBASE, Compendex, GEOBASE), AGRICOLA, DOAJ și Instrumentul Bibliometric Național (IBN). Au fost evaluate publicațiile relevante, inclusiv din reviste naționale acreditate, cum ar fi „Problemele energeticii regionale”, care tratează eficiența energetică a proceselor de uscare a produselor agricole și utilizarea surselor regenerabile de energie. Analiza documentară a evidențiat tendințele actuale în uscarea fructelor, axate pe optimizarea tehnologiilor existente și dezvoltarea unor metode care să păstreze valoarea nutritivă și să reducă impactul asupra mediului. Tehnologiile studiate includ uscarea prin congelare, microunde, aburi, radiații infraroșii, curenți de aer cald, presiune redusă și energie solară, fiecare cu avantaje și limitări specifice. Tehnologiile hibride și electromagnetice au demonstrat timpi de procesare reduși și conservarea nutrienților. A fost analizat fenomenul de brunificare, care afectează proprietățile senzoriale și nutriționale ale fructelor, fiind determinat de reacții enzimatică (polifenoloxidaze) și neenzimatică (Maillard). Factorii principali sunt temperatura, durata tratamentului termic, pH-ul, conținutul de apă și disponibilitatea oxigenului. Prevenirea brunificării se realizează prin menținerea temperaturii de uscare între 55–65 °C. Materia primă a fost pregătită prin selecție, curățare, tăiere în felii uniforme, blanșare opțională și depozitare în condiții controlate. Instalarea și verificarea echipamentului au asigurat parametri optimi de proces. Cinetica uscării prin convecție a fost studiată prin monitorizarea etapelor de încălzire, evaporare și difuzie a apei, parametrii optimi pentru mere fiind temperatura aerului 60 °C și viteza fluxului 1,6 m/s. În cazul uscării prin microunde, au fost investigate regimuri de putere între 120–490 W (magnetron 600 W) și 180–360 W (magnetron 900 W), feliile având grosimea optimă 1–4 mm. Cercetările au evidențiat influența grosimii feliilor și a puterii magnetronului asupra duratei uscării: de exemplu, la 490 W uscarea a durat 40 minute, iar la 120 W s-a prelungit până la 320 minute. Aplicarea metodei hibride (convecție + microunde) a redus semnificativ timpul de uscare: 200, 160 și 120 minute pentru microunde de 180, 225 și 270 W, consumul energetic fiind optim (2,5–3 kW/kg), comparativ cu uscarea convectivă (7–8 kW/kg) sau exclusiv prin microunde (1,8–2,0 kW/kg). Evaluarea senzorială a fructelor deshidratate a arătat că metoda combinată asigură păstrarea culorii naturale, gustului, texturii și aromei caracteristice produsului proaspăt. Regimurile optime identificate pentru fiecare metodă sunt: (I) convecție – 50–70 °C, grosimea feliilor 4 mm, viteza aerului 2 m/s; (II) microunde – 225–270 W; (III) metoda hibridă – 60 °C și 225–270 W. Aplicarea acestor regimuri permite obținerea unui produs final cu calitate senzorială superioară, timp de uscare redus și consum energetic moderat.

Concluzie: Metoda hibridă de deshidratare, combinând convecția și microundele, s-a dovedit cea mai eficientă tehnologic și economic, reducând timpul de uscare, optimizând consumul energetic și menținând calitatea organoleptică și nutraceutică a fructelor sămânțoase, justificând recomandarea sa pentru aplicare industrială.

During 2024–2025, a series of activities were carried out within the project. Initially, a review of the scientific literature was performed by consulting the main international and national databases: WEB of Science, SCOPUS, ELSEVIER databases (EMBASE, Compendex, GEOBASE), AGRICOLA, DOAJ, and the National Bibliometric Instrument (IBN). Relevant publications were evaluated, including articles from accredited national journals such as Problemele Energeticii Regionale, which addresses the energy efficiency of agricultural product drying processes and the use of renewable energy sources. The documentary analysis highlighted current trends in fruit drying, focusing on optimizing existing technologies and developing methods that preserve nutritional value while reducing environmental impact. The studied technologies include freeze-drying, microwave drying, steam drying, infrared radiation, hot air flow, reduced-pressure drying, and solar energy drying, each with specific advantages and limitations. Hybrid and electromagnetic technologies demonstrated reduced processing times and nutrient preservation. The phenomenon of browning, which affects the sensory and nutritional properties of fruits, was also analyzed. Browning results from both enzymatic reactions (polyphenoloxidases) and non-enzymatic reactions (Maillard reaction). The main influencing factors are temperature, duration of thermal treatment, pH, water content, and oxygen availability. Browning prevention is achieved by maintaining the drying temperature between 55–65 °C. The raw material was prepared by selection, cleaning, slicing into uniform pieces, optional blanching, and storage under controlled conditions. Equipment installation and verification ensured optimal process parameters. The kinetics of convective drying were studied by monitoring the stages of heating, evaporation, and water diffusion, with optimal parameters for apples being an air temperature of 60 °C and an airflow rate of 1.6 m/s. For microwave drying, power regimes between 120–490 W (600 W magnetron) and 180–360 W (900 W magnetron) were investigated, with slices having an optimal thickness of 1–4 mm. The studies demonstrated the influence of slice thickness and magnetron power on drying time: for example, at 490 W drying lasted 40 minutes, while at 120 W it extended to 320 minutes. The application of the hybrid method (convection + microwaves) significantly reduced drying time: 200, 160, and 120 minutes for microwave powers of 180, 225, and 270 W, with optimal energy consumption (2.5–3 kW/kg) compared to convective drying (7–8 kW/kg) or microwave-only drying (1.8–2.0 kW/kg). Sensory evaluation of the dehydrated fruits showed that the combined method preserves the natural color, taste, texture, and aroma characteristic of fresh products. The optimal regimes identified for each method are: (I) convection – 50–70 °C, slice thickness 4 mm, airflow 2 m/s; (II) microwaves – 225–270 W; (III) hybrid method – 60 °C and 225–270 W. Applying these regimes ensures a final product with superior sensory quality, reduced drying time, and moderate energy consumption. Conclusion: The hybrid dehydration method, combining convection and microwaves, proved to be the most technologically and economically efficient, reducing drying time, optimizing energy consumption, and maintaining the organoleptic and nutraceutical quality of pome fruits, thus justifying its recommendation for industrial application.

Conducătorul de proiect

(semnătura)

Dr. Mihail BALAN

(numele, prenumele)

Data:

LS

