

### 3. Streszczenie

#### Otrzymywanie i charakterystyka aktywnych folii polisacharydowo-żelatynowych wzbogaconych w związki przeciwutleniające

Z roztworów mieszanin polisacharydów (karboksymetylocelulozy (CMC), gumy arabskiej (GAR), oktenylobursztynianu skrobiowego (OSA) i wodnorozpuszczalnych polisacharydów sojowych (WSSP)) z żelatyną (GEL) w proporcji 75:25, domieszkowanych palmitynianem L-askorbylu (AP, 1-2%), astaksantyną (ASX) AstaSana (AST, 0,25-1%) i kurkumina (CUR, 0,005-0,02%) otrzymano jadalne folie. W ramach analiz porównano ich właściwości strukturalne, optyczne, barierowe, mechaniczne i przeciwutleniające, a także kinetykę migracji przeciwutleniaczy do płynów modelowych imitujących żywność. Zaobserwowano obecność żelatynowych mikrosfer w układzie CMC75/GEL25, ziarnistość mieszaniny WSSP75/GEL25 i utworzenie koacerwatów OSA/GEL. Folie bardziej homogenne (GAR75/GEL25 i OSA75/GEL25) były bardziej przezroczyste niż materiały mikrostrukturalnie niejednorodne. Polisacharyd liniowy (CMC) umożliwił otrzymanie folii o wyższej wytrzymałości w porównaniu do polisacharydów rozgałęzionych. Folia OSA75/GEL25 była najmniej wytrzymała mechanicznie, ale najbardziej rozciągliwa. Nie udało się uzyskać folii CMC75/GEL25/AP. Zwiększenie zawartości przeciwutleniaczy w foliach prowadziło do zwiększenia ich potencjału przeciwrodnikowego i fotoprotekcyjnego. Folia OSA75/GEL25 najszybciej uwalniała AP (do etanolu), skutecznie neutralizując wolne rodniki. Z kolei folia GAR75/GEL25/AP-1% charakteryzowała się najwolniejszym działaniem przeciwutleniającym, przypominającym kinetykę zerowego rzędu, co może być korzystne dla długo przechowywanych produktów spożywczych. AP zmniejszył rozpuszczalność folii, a w niektórych przypadkach poprawił ich barierowość w stosunku do pary wodnej. AST i CUR nadawały foliom atrakcyjne kolory, odpowiednio czerwony i żółty. CUR na ogół nie spowodowała zmian właściwości fizykochemicznych folii. Folia CMC75/GEL25, jako najbardziej podatna na rozpuszczanie, zapewniała najszybsze i najkompletniejsze uwalnianie ASX do wody i CUR do 50% etanolu. Folia OSA75/GEL25 zapewniała przedłużone i niekompletne uwalnianie tych przeciwutleniaczy. Folia WSSP75/GEL25 charakteryzowała się uwalnianiem ASX w tempie zbliżonym do kinetyki zerowego rzędu. W folii CMC75/GEL25, CUR uległa enkapsulacji w mikrosferach żelatynowych, co przyczyniło się do jej wysokiej stabilności kolorymetrycznej.

**Słowa kluczowe:** folie jadalne, polisacharydy, żelatyna, przeciwutleniacze, migracja

## Summary

### **Preparation and characterization of active polysaccharide-gelatin films enriched with antioxidant compounds**

Edible films were produced from solutions of mixtures of polysaccharides (carboxymethyl cellulose (CMC), gum arabic (GAR), octenyl succinate starch (OSA), and water-soluble soy polysaccharides (WSSP)) with gelatin (GEL) in a 75:25 ratio, enriched with ascorbyl L-palmitate (AP, 1-2%), astaxanthin (ASX) in the form of AstaSana (AST, 0.25-1%), and curcumin (CUR, 0.005-0.02%). Analyses compared their structural, optical, barrier, mechanical, and antioxidant properties, as well as the kinetics of antioxidant migration into food simulants. The presence of GEL microspheres in the CMC/GEL system, granularity of the WSSP/GEL mixture, and the formation of OSA/GEL coacervates were observed. More homogeneous films (GAR75/GEL25 and OSA75/GEL25) were more transparent than those with heterogeneous microstructures. The linear polysaccharide (CMC) enabled the production of films with higher strength compared to the branched polysaccharides. The OSA75/GEL25 film was the least mechanically strong but the most stretchable. It was not possible to obtain a CMC75/GEL25/AP film. Increasing the content of antioxidants in the films led to an increase in their radical-scavenging and photoprotective potential. The OSA75/GEL25 film exhibited the fastest release of AP into ethanol, effectively neutralizing free radicals. In contrast, the GAR75/GEL25/AP-1% film exhibited the slowest antioxidant action, resembling zero-order kinetics, which can be beneficial for long-term food storage. The addition of AP reduced the solubility of the films and, in some cases, improved their barrier properties against water vapor. AST and CUR gave the films attractive colors, red and yellow respectively. CUR generally did not change the films' physicochemical properties. The CMC75/GEL25 film, being the most soluble, provided the fastest and most complete release of ASX into water and CUR into 50% ethanol. The OSA75/GEL25 film provided prolonged and incomplete release of these antioxidants. The WSSP75/GEL25 film exhibited ASX release at a relatively constant rate, similar to zero-order kinetics. In the CMC75/GEL25 film, CUR was encapsulated in GEL microspheres, contributing to its high colorimetric stability.

**Keywords:** edible films, polysaccharides, gelatin, antioxidants, migration