

## Streszczenie

Owoce dyni olbrzymiej (*Cucurbita maxima*) oraz produkty uboczne ich przetwarzania, np. miąższ pozostający przy pozyskiwaniu nasion, mogą być cenną paszą dla zwierząt, charakteryzującą się wysoką smakowitością i zawartością związków bioaktywnych, takich jak karotenoidy, witaminy, polifenole i nienasycone kwasy tłuszczowe. Mogą to być pasze szczególnie cenne przy ekstensywnych i ekologicznych modelach chowu zwierząt. Z powodu wysokiej zawartości wody są to jednak produkty narażone na szybkie psucie się i muszą być szybko skarmiane. W związku z tym konieczne jest stosowanie metod konserwacji, które przedłużają trwałość paszy oraz pozwalają zachować jej wysoką wartość odżywczą.

Celem badań przedstawionych w pracy była ocena wpływu różnych temperatur suszenia oraz różnych sposobów zakiszania dyni na wartość pokarmową suszu i kiszonki oraz zawartość w nich związków bioaktywnych. W badaniach oceniano również wpływ suszu z dyni i kiszonki z dyni zastosowanych w dawkach pokarmowych dla szczurów i krów mlecznych na wybrane parametry zdrowia zwierząt, wskaźniki przemian metabolicznych oraz wskaźniki potencjału antyoksydacyjnego.

Badania prowadzono w dwóch etapach. W etapie I oceniono wpływ suszenia dyni w różnych temperaturach (40°C, 60°C i 80°C) oraz jej kiszenia w dwóch wariantach – z inokulantem oraz bez niego na zawartość podstawowych składników pokarmowych i związków bioaktywnych - karotenoidy, całkowita zawartość polifenoli (CZP), skład kwasów tłuszczowych, a także na potencjał antyoksydacyjny uzyskanych pasz. W etapie II przeprowadzono badania na zwierzętach, którym podawano w dawkach susz (szczury) lub kiszonkę z dyni (krowy mleczne). Susz przygotowany w temperaturze 60°C podano szczurom doświadczalnym w ilości 5% i 10% podawanej diety. Oceniono wpływ diety na parametry wzrostu, wskaźniki biochemiczne obrazujące przemiany metaboliczne oraz wskaźniki stanu antyoksydacyjnego zwierząt. W doświadczeniu na krowach mlecznych kiszonkę z dyni, która zastępowała częściowo kiszonkę z kukurydzy, wprowadzano do dawek pokarmowych dla krów w okresie zasuszenia i laktacji. W badaniach grupa I (kontrola) otrzymywała dawkę z kiszonkami z trawy i kukurydzy oraz paszą treściwą, grupa II karmiona była podobnie jak grupa I plus 400 mg/dzień/krowę  $\beta$ -karotenu z komercyjnego preparatu, w grupie III 40% suchej masy kiszonki z kukurydzy zastąpiono kiszonką z dyni, aby zapewnić o 400 mg wyższe spożycie  $\beta$ -karotenu niż w grupie I. W grupie IV 60% suchej masy kiszonki z kukurydzy zastąpiono kiszonką z dyni bez bilansowania  $\beta$ -karotenu. Dzień po wycieleniu oraz w 4. i 8. tygodniu laktacji od krów pobierano krew i oceniano wpływ dawek pokarmowych oraz fazy laktacji na zawartość w surowicy  $\beta$ -karotenu, wskaźniki stanu antyoksydacyjnego krów (TAS, GPx, SOD), poziom wybranych immunoglobulin (IgG, IgM, IgA) oraz wskaźniki biochemiczne.

W I etapie badań stwierdzono, że podniesienie temperatury suszenia z 40°C i 60°C do 80°C wpływało istotnie na obniżenie zawartości w suszu białka ogólnego, tłuszczu surowego,

włókna surowego, włókna NDF, ADF i ADL oraz popiołu surowego. Najniższą zawartość analizowanych karotenoidów oraz najniższy potencjał antyoksydacyjny suszu stwierdzano przy temperaturze suszenia 80°C – istotnie mniej w porównaniu do suszenia w temperaturach 40°C i 60°C. W przypadku kwasów tłuszczowych stwierdzono istotne obniżenie łącznej zawartości kwasów MUFA przy temperaturze suszenia 80°C oraz przy tej temperaturze suszenia istotnie wyższą zawartość niektórych kwasów wielonienasyconych – C18:3n-3, C20:3n-6, C20:4n-6.

W badaniach dotyczących zakiszania dyni, w kiszonkach, w porównaniu do materiału świeżego, stwierdzono istotnie niższą zawartość białka surowego, włókna surowego oraz włókna NDF i ADL. W wyniku zakiszania istotnie zmniejszała się zawartość  $\beta$ -karotenu,  $\alpha$ -karotenu, violaksantyny, zeaksantyny oraz  $\alpha$ -tokoferolu. W kiszonkach stwierdzono zaś istotnie wyższą całkowitą zawartość polifenoli. Kiszenie nie miało istotnego wpływu na wskaźniki potencjału antyoksydacyjnego paszy. Zastosowanie podczas zakiszania inokulanta wpłynęło na istotne zwiększenie zawartości w kiszonce  $\alpha$ -karotenu,  $\beta$ -karotenu i  $\alpha$ -tokoferolu. Nie miało zaś wpływu na potencjał antyoksydacyjny kiszonek. Proces zakiszania wpływał na skład kwasów tłuszczowych – istotne obniżenie zawartości kwasów MUFA i PUFA oraz zwiększenie SFA. Porównując warianty kiszonek między sobą, w kiszonkach z inokulantem stwierdzono istotnie wyższą zawartość kwasów SFA i niższą MUFA. Nie było zaś różnic między kiszonkami w zawartości kwasów PUFA.

W etapie II wykazano, że zastosowanie suszu z dyni w mieszankach dla rosnących szczurów nie miało istotnego wpływu na wzrost zwierząt i wykorzystanie paszy. Wzbogacenie diet szczurów o susz z dyni wpływało na obniżenie w surowicy poziomu glukozy, trójglicerydów, cholesterolu całkowitego oraz VLDL. Zaznaczało się to szczególnie przy większym udziale suszu w mieszance. Większy udział (10%) suszu z dyni w mieszankach podawanych szczurom istotnie poprawiał wskaźniki potencjału antyoksydacyjnego zwierząt.

W badaniach na krowach, zastosowanie w dawkach kiszonki z dyni i większe pobranie  $\beta$ -karotenu wpłynęło istotnie na wzrost poziomu  $\beta$ -karotenu w surowicy oraz istotne zwiększenie poziomów badanych wskaźników potencjału antyoksydacyjnego (TAS, SOD, GPx). W grupach otrzymujących kiszonkę z dyni obserwowano wyższe poziomy immunoglobulin, co szczególnie zaznaczało się zaraz po wycieleniu. Zastosowanie w dawkach kiszonki z dyni wpływało na obniżenie poziomu BHB we krwi. W badaniach stwierdzono także wpływ kolejności pomiaru, co wiąże się z fazą laktacji, na poziom niektórych badanych parametrów -  $\beta$ -karotenu, wskaźników potencjału antyoksydacyjnego, IgG, IgM, ALT i BHB. .

Przeprowadzone badania wykazały, że odpowiednio dobrane metody konserwacji, suszenia czy kiszenia pozwalają uzyskać pasze o wysokiej wartości pokarmowej i odżywczej. Zaś susz i kiszonka z dyni mogą być wartościowymi paszami dla zwierząt monogastrycznych i przeżuwających, wpływając pozytywnie na potencjał antyoksydacyjny i zdrowie zwierząt.

## Summary

The fruits of the pumpkin (*Cucurbita maxima*) and by-products of their processing, such as the pulp remaining after seed extraction, are valuable animal feed characterized by high palatability and content of bioactive compounds such as carotenoids, vitamins, polyphenols, and unsaturated fatty acids. These feeds can be particularly valuable in extensive and organic animal husbandry models. However, due to their high water content, these products are prone to rapid spoilage and must be fed to animals quickly. Therefore, it is necessary to use preservation methods that extend the shelf life of the feed and maintain its high nutritional value.

The objective of the studies presented in this thesis was to evaluate the impact of different drying temperatures and methods of ensiling pumpkins on the nutritional value of the resulting silage and the content of bioactive compounds. The studies also assessed the effects of pumpkin silage and pumpkin meal used in dietary rations for rats and dairy cows on selected health parameters, metabolic indicators, and antioxidant potential.

The research was conducted in two stages. In Stage I, the effects of drying pumpkins at different temperatures (40, 60, and 80°C) and ensiling them with or without an inoculant on the content of basic nutrients and bioactive compounds—such as carotenoids, total polyphenol content (TPC), fatty acid composition—and antioxidant potential of the obtained feeds were evaluated. In Stage II, animal studies were conducted where rats were fed diets containing pumpkin meal, and dairy cows were fed diets including pumpkin silage. The pumpkin meal dried at 60°C was administered to rats in amounts of 0%, 5%, and 10% of their diet. The impact of the diet on growth parameters, biochemical indicators of metabolic processes, and antioxidant status of the animals was assessed. In the experiment on dairy cows, pumpkin silage, which partially replaced corn silage, was introduced into the diets of cows during the dry and lactation periods. Group I (control) received a diet with grass and corn silages and concentrate. Group II was fed similarly to group I plus 400 mg/day/cow of commercial  $\beta$ -carotene preparation. In group III, 40% corn silage dry matter was replaced with pumpkin silage to ensure a 400 mg higher  $\beta$ -carotene intake than group I. In group IV, 60% of corn silage dry matter was replaced with pumpkin silage without balancing  $\beta$ -carotene. One day after calving and in the 4th and 8th week of lactation, blood was collected from cows and the effect of diets and lactation phase on the content of  $\beta$ -carotene in serum, indicators of the cows' antioxidant status (TAS, GPx, SOD), the level of selected immunoglobulins (IgG, IgM, IgA) and biochemical indicators were assessed.

In the I stage of the study, it was found that increasing the drying temperature from 40°C and 60°C to 80°C significantly reduced the content of crude protein, crude fat, crude fibre, NDF,

ADF and ADL fibre and crude ash in the dried product. The lowest content of the analysed carotenoids and the lowest antioxidant potential of the dried product was found at a drying temperature of 80°C - significantly less than at temperatures of 40°C and 60°C. In the case of fatty acids, a significant reduction in the total content of MUFA acids was observed at a drying temperature of 80°C, and at this drying temperature, a significantly higher content of some polyunsaturated acids – C18:3n-3, C20:3n-6, C20:4n-6.

In the studies on pumpkin ensiling, a significantly lower content of crude protein, crude fibre, NDF, and ADL fibre was observed in silages compared to fresh material. As a result of ensiling, the content of  $\beta$ -carotene,  $\alpha$ -carotene, violaxanthin, zeaxanthin and  $\alpha$ -tocopherol decreased significantly. A significantly higher total content of polyphenols was observed in silages. Ensiling had no significant effect on the antioxidant potential of the feed. Using inoculant during ensiling significantly increased the content of  $\alpha$ -carotene,  $\beta$ -carotene and  $\alpha$ -tocopherol in the silage. It did not affect the antioxidant potential of silages. The ensiling process affected the composition of fatty acids – a significant reduction in MUFA and PUFA acids content and an increase in SFA. When comparing silage variants, silages with inoculant had a significantly higher content of SFA acids and lower MUFA. There were no differences between silages in the content of PUFA acids.

In stage II, it was shown that the use of dried pumpkin in mixtures for growing rats had no significant effect on animal growth and feed utilisation. Enriching the rats' diets with dried pumpkin resulted in a reduction in the serum levels of glucose, triglycerides, total cholesterol, and VLDL. This was particularly noticeable, with a higher share of dried pumpkin in the diet. A higher share (10%) of dried pumpkin in the diet given to rats significantly improved the antioxidant potential indicators of the animals.

In studies on cows, the use of pumpkin silage in diets and higher  $\beta$ -carotene intake significantly increased the level of  $\beta$ -carotene in serum and the levels of the tested antioxidant potential indicators (TAS, SOD, GPx). Higher levels of immunoglobulins were observed in the groups receiving pumpkin silage, which was particularly noticeable right after calving. Using pumpkin silage in diets reduced the level of BHB in the blood. The studies also found an effect of the order of measurement, which is associated with the lactation phase, on the level of some of the tested parameters -  $\beta$ -carotene, antioxidant potential indicators, IgG, IgM, ALT and BHB.

The studies conducted showed that appropriately selected methods of preservation, drying, or ensiling allow for obtaining feeds with high nutritional value. Pumpkin dried and silage can be valuable feed for monogastric and ruminant animals, positively affecting the antioxidant potential and animal health.