

## Streszczenie

### Wpływ fenologii oraz kompozycji gatunkowej roślin na biomasę półnaturalnych łąk i wydajność produkcji metanu

W wielu krajach stan zachowania półnaturalnych zbiorowisk łąkowych pogarsza się z powodu ich niewłaściwego użytkowania, który często wynika z problemu zagospodarowania biomasy łąkowej. Aby rozwiązać ten problem należy poszukiwać innych metod umożliwiających wykorzystanie siana. Bogata w gatunki biomasa łąkowa może być stosowana jako substrat do produkcji biogazu, który wytwarzany jest w procesie fermentacji metanowej. W niniejszej rozprawie dokonałem oceny wpływu czynników związanych z biologią roślin łąkowych, takich jak stan fenologiczny oraz kompozycja gatunkowa biomasy roślinnej na wydajność produkcji metanu. Obiektem badań była łąka trzęślicowa związku *Molinion* oraz łąki świeże związku *Arrhenatherion* i *Trisetio-Polygonion*, należące do chronionych siedlisk przyrodniczych Natura 2000. Wyniki z przeprowadzonych badań przedstawione zostały w dwóch spójnych tematycznie i powiązanych ze sobą artykułach naukowych, opublikowanych w czasopiśmie z listy Journal Citation Reports (Thomson Reuters). Artykuły te zostały przygotowane we współpracy z naukowcami z różnych jednostek badawczych, zarówno polskich jak i zagranicznych.

Pierwszy artykuł pod tytułem „The effect of harvest date and the chemical characteristics of biomass from *Molinia* meadows on methane yield” stanowi rozdział 3 niniejszej dysertacji. Celem artykułu było określenie wpływu fenologii łąki trzęślicowej ze związku *Molinion* na wydajność produkcji metanu z biomasy roślinnej zebranej w czterech terminach sezonu wegetacyjnego. Badania terenowe przeprowadzono na założonym poletku badawczym w kompleksie łąk trzęślicowych na Dolnym Śląsku. Zebrano dane dotyczące składu gatunkowego roślin wraz z procentowym pokryciem, oceniono stan fenologiczny roślin dominujących, następnie pobrano próby biomasy łąkowej i poddano analizom laboratoryjnym w celu zbadania składu chemicznego oraz wydajności produkcji metanu. W wyniku przeprowadzonych analiz fermentacji metanowej stwierdzono, że całkowita wydajność metanu pomiędzy czterema terminami zbioru biomasy nie była istotna statystycznie: pod koniec maja  $221 \pm 8 \text{ NL CH}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ SMO}$ , na początku lipca  $211 \pm 21 \text{ NL CH}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ SMO}$ , pod koniec lipca  $200 \pm 8 \text{ NL CH}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ SMO}$ , na początku września  $197 \pm 2 \text{ NL CH}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ SMO}$ . Przeanalizowano również produkcję metanu w poszczególnych dniach prowadzonej fermentacji. Między czwartym a ósmym dniem fermentacji uzyskano wyższą skumulowaną wydajność produkcji metanu z biomasy zebranej pod koniec maja, kiedy roślinność była we wczesnym stanie rozwoju. Biomasa zebrana wiosną, w porównaniu z późniejszymi terminami, różniła się składem chemicznym w szczególności zawartością azotu, potasu, fosforu i wapnia. Wyższe zawartości azotu, potasu i fosforu w biomacie mogły wpłynąć na większą wydajność metanu w początkowych dniach prowadzonej fermentacji. Stwierdzono również, że średnia wydajność produkcji metanu w przeliczeniu na hektar zależała od stanu fenologicznego roślin oraz terminu



zbioru biomasy. Wydajność produkcji metanu na hektar była wyższa z biomasy zebranej w późniejszych terminach, co jest korzystne z punktu widzenia ochrony zmiennowilgotnych łąk trzęślicowych, których koszenie w większości przypadków powinno odbywać się późnym latem.

Drugi artykuł pod tytułem „Species composition of semi-natural mesic grasslands as a factor influencing the methane yield of plant biomass (Central Europe) stanowi rozdział 4 niniejszej dysertacji. Celem artykułu było określenie wpływu składu gatunkowego zbiorowisk roślinnych oraz funkcjonalnych grup roślin na wydajność produkcji metanu z biomasy roślinnej pochodzącej z łąk świeżych ze związku *Arrhenatherion* i *Polygono-Trisetion*. Badania terenowe wykonano w 15 lokalizacjach na obszarze podgórskim i górskim w Sudetach, na terenie Polski i Czech. Zebrano dane o składzie gatunkowym łąk wraz z procentowym pokryciem, pobrano próby biomasy roślinnej (zmieszane oraz rozdzielone na poszczególne grupy funkcjonalne roślin). Biomase łąkową poddano analizom laboratoryjnym w celu zbadania składu chemicznego oraz wydajności produkcji metanu. Średnia wydajność produkcji metanu uzyskana z biomasy wyniosła  $246 \pm 16 \text{ NL CH}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ SMO}$ , natomiast wydajność metanu z hektara  $870 \pm 203 \text{ m}^3 \text{ CH}_4 \text{ ha}^{-1}$ . Biomasa pochodząca z dwóch typów zbiorowisk roślinnych, pierwszego z dominacją gatunków *Arrhenatherum elatius* i *Dactylis glomerata*, drugiego z dominacją *Agrostis capillaris* i *Festuca rubra*, nie różniła się pod względem wydajności metanu. Jednakże, biomasa z wyższym procentowym udziałem ziół charakteryzowała się wyższą zawartością lignin, co może teoretycznie wpływać niekorzystnie na proces fermentacyjny oraz produkcję metanu. Wyższy udział ziół na łąkach świeżych powodował spadek wydajności biomasy, co skutkowało także niższą wydajnością produkcji metanu z hektara.

Uzyskane przeze mnie wyniki badań mogą pomóc w zagospodarowaniu biomasy łąkowej jako substratu w biogazowniach rolniczych, co w konsekwencji będzie także miało pozytywne znaczenie w ochronie półnaturalnych zbiorowisk łąkowych. Należy jednak podkreślić, że integracja produkcji biogazu z ochroną cennych półnaturalnych siedlisk łąkowych wymaga odpowiedniego i przemyślanego podejścia. Zrównoważone i ekstensywne użytkowanie tego typu zbiorowisk roślinnych pozwoli pozyskiwać biomase, utrzymać właściwy stan ochrony łąk oraz zachować ich wysoką bioróżnorodność.

29.06.2022.

Makum Meserumit