

# **Wielokierunkowe wykorzystanie sorga cukrowego oraz ocena jego oddziaływania na środowisko**

**mgr inż. Lilianna Głąb**

W obszarze występowania klimatu umiarkowanego sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) to gatunek relatywnie nowy i brakuje doniesień naukowych o wielu istotnych aspektach jego uprawy.

Mając na uwadze powyższe, w niniejszej rozprawie w sposób transdyscyplinarny ujęto 2 tematy badawcze, które zostały uznane za ważne z ogólnoswiatowego punktu widzenia, czego wyrazem jest przyjęcie opracowań w ramach tych tematów do renomowanych czasopism naukowych. Po pierwsze ukazanie wielokierunkowości uprawy sorga a po drugie skupienie się na wieloaspektowym jej wpływie na środowisko. Na wielokierunkowe wykorzystanie składa się przydatność biomasy z sorga do celów paszowych, produkcji biopaliw (bioetanol i biogaz) oraz specjalne (do ograniczania zachwaszczenia). W zakresie oddziaływania na środowisko przeanalizowano emisję CO<sub>2</sub> do atmosfery przy różnych sposobach uprawy i nawożenia sorga oraz efektywność energetyczną produkcji metanu i bioetanolu. Podjęcie tematu nawozowego wykorzystania produktów odpadowych (pofermentu czy osadów ściekowych) to ważny element gospodarki obiegu zamkniętego.

Mieszańce sorga i spokrewniona trawa sudańska oraz mieszańce między tymi gatunkami są przede wszystkim ważnymi roślinami paszowymi, szczególnie w ciepłych i suchych regionach świata. Jednak ich biomasa może powodować zatrucia azotanami u zwierząt gospodarskich. Doświadczenie polowe zostało przeprowadzone w celu oceny wpływu nawożenia azotem na wielkość plonu sorga paszowego i nagromadzenie azotanów w biomacie oraz wyciekach. Zastosowano 2 dawki nawozu – 90 i 180 kg N ha<sup>-1</sup>. Nawóz był aplikowany pojedynczo lub w dawce dzielonej. Użyto mocznika o kontrolowanym uwalnianiu azotu poprzez zastosowanie otoczki polimerowej z poliolefinu oraz nawozów o charakterze konwencjonalnym – saletry amonowej i mocznika. Zastosowanie azotu w postaci mocznika otoczkowanego było podyktowane tym, że wiele doniesień naukowych dowodzi, że nawozy tego typu zwiększają efektywność wykorzystania azotu i plon roślin oraz zmniejszają straty azotu.

Przeprowadzone badania wskazują, że zastosowanie nawozu o kontrolowanym uwalnianiu azotu w dawce 90 kg N ha<sup>-1</sup> zapewniło bezpieczny poziom azotanów w biomacie sorga i może być rekomendowane w zrównoważonej produkcji sorga na cele paszowe.

Dodatkowo, w badaniach wykazano przydatność pomiaru zieloności liści (SPAD – *Soil Plant Analysis Development*) wykonywanego w czasie sezonu wegetacyjnego do przewidywania zawartości azotanów w biomase podczas zbioru. Badania pokazały, że ta prosta i nieinwazyjna metoda może zapewnić przydatną informację o potencjalnym zagrożeniu zatruciem zwierząt.

W kolejnym aspekcie (agronomicznym jak i wpływie na środowisko) podjęto tematy nawozowego potencjału produktów odpadowych oraz emisji gazów cieplarnianych przy zróżnicowanych sposobach nawożenia. Zgodnie z wynikami badań zastosowanie osadu ściekowego i pofermentu można uznać za alternatywne źródło składników pokarmowych bez zmniejszenia plonu sorga w stosunku do konwencjonalnego nawożenia mocznikiem.

Obliczenia śladu węglowego wykonano zgodnie z normą ISO TS 14067 przy użyciu tzw. kalkulatora BioGrace Excel GHG bezpłatnie dostępnego w źródłach internetowych. Z bazy kalkulatora przyjęto standardowe wartości i wskaźniki konwersji. Obliczenia są zgodne z wytycznymi IPCC (*International Panel of Climate Change*). Wydzielone zostały 2 zakresy emisji – (1) zewnętrzne wynikające z procesów produkcyjnych pestycydów, nawozów, nasion oraz (2) wewnętrzne w obrębie gospodarstwa. Stwierdzono, że zastosowanie azotu w formie mocznika miało najwyższy wpływ na zewnętrzną emisję gazów cieplarnianych (*Greenhouse Gases*- GHG). Zastosowanie osadu ściekowego i pofermentu zmniejszało ogólną emisję gazów cieplarnianych. Co sprawia, że użycie produktów odpadowych w celach nawozowych może stanowić perspektywiczną strategię zapewniającą produkcję sorga na cele energetyczne zmniejszającą emisję GHG.

Sorgo cukrowe oprócz wykorzystania paszowego, które dominuje w klimacie umiarkowanym stanowi również surowiec do produkcji biopaliw drugiej generacji ze względu na zawartość w biomase cukrów rozpuszczalnych w wodzie i kompleks ligninocelulozowy. Jednym z kluczowych czynników zrównoważonej uprawy roślin energetycznych jest poprawa efektywności energetycznej. Przeprowadzone badania wskazują, że zapotrzebowanie na produkcję i aplikację mineralnego nawozu azotowego stanowi najwyższy udział w ogólnym zużyciu energii w przygotowaniu surowca. Oceniono efekt zastąpienia mocznika produktami odpadowymi – osadem ściekowym i pofermentem na produkcję energii z biopaliw z dwóch odmian sorga cukrowego (Rona 1 i Sucrosorgo 506). W badaniach oceniono nakłady energetyczne obejmujące etapy od przygotowania surowca - czyli uprawy sorga i transportu surowca. Po zastosowaniu zarówno osadu ściekowego jak i pofermentu dla obu odmian całkowity nakład energetyczny obniżył się średnio o 30% w porównaniu do aplikacji mocznika. Konwersja świeżej biomasy sorga do metanu pozwoliła na uzyskanie znacznie większej ilości

energii niż produkcja etanolu. W przypadku zastosowania pofermentu otrzymano najwyższy współczynnik energii dla produkcji etanolu z obu odmian oraz dla produkcji metanu z odmiany Rona 1. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że sorgo w warunkach klimatu umiarkowanego powinno stanowić surowiec do produkcji biogazu. Zastosowanie produktów odpadowych zwiększało współczynnik efektywności energetycznej.

Jak wspomniano sorgo charakteryzuje wielokierunkowość użytkowania. Oprócz wykorzystania paszowego i energetycznego, związki w nim występujące mogą zostać użyte w kontroli zachwaszczenia. Dokonano obszernego przeglądu literatury w oparciu o zebranie wielu doniesień naukowych o możliwości praktycznego wykorzystania allelopatycznych właściwości sorga. Krytyczna analiza pozwoliła na zidentyfikowanie kilku płaszczyzn wykorzystania właściwości allelopatycznych w ograniczeniu zachwaszczenia w agrocenozach. Scharakteryzowane związki o charakterze allelochemikalii mogą być zastosowane w kombinacji z ekstraktami innych roślin lub herbicydami. Ponadto mogą zostać wykorzystane do produkcji bioherbicydów.