

Jan Kamionka
Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa
w Warszawie

EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA POGŁÓWNEGO NAWOŻENIA ZBÓŻ

Streszczenie

Dokonano analizy nakładów energetycznych na pogłównie nawożenie zbóż z uwzględnieniem różnych technik nawożenia i postaci nawozu. Największe oszczędności w ograniczeniu nakładów energetycznych można uzyskać w wyniku dobrego wykorzystania azotu, co będzie skutkowało zmniejszeniem stosowanej dawki. Nakłady energetyczne na nawożenie pogłównie zbóż mocznikiem były o 80% wyższe w porównaniu z dolistnym stosowaniem roztworu mocznika i odpowiednio wyniosły 4891 MJ/ha i 2713 MJ/ha. Wskaźnik efektywności energetycznej przy przyjętym poziomie nawożenia pogłównego wyniósł 2 przy stosowaniu nawozów stałych, a jego wartość przy nawożeniu dolistnym była dwukrotnie wyższa.

Słowa kluczowe: energochłonność, technika nawożenia, nawożenie pogłównie

Wstęp

Nawozy mineralne należą do podstawowych stymulatorów wzrostu produkcji roślinnej, a zależność między poziomem nawożenia i wysokością uzyskiwanych plonów jest oczywista. Szczególnie nawozy azotowe, stosowane w czasie wegetacji zbóż, są środkami produkcji o wysokim wskaźniku energochłonności, dlatego ważna jest ocena efektywności energetycznej różnych technik nawożenia, uwzględniając jednocześnie nakłady na wykonanie zabiegu i na zużyty nawóz. Azot jest jednocześnie składnikiem pokarmowym, który stwarza największe zagrożenie dla środowiska naturalnego w przypadku niewłaściwego stosowania np. przy zbyt dużych jednorazowych dawkach. Pogłównie nawożenie zbóż może opierać się zarówno na stałych nawozach azotowych, jak i na dolistnym stosowaniu ich roztworów. Do składników szczególnie dobrze pobieranych przez liście i inne zielone części roślin należy azot stosowany w wodnym roztworze mocznika w formie oprysku. Biorąc powyższe pod uwagę, niezbędne jest podjęcie próby rozwiązania problemu, który brzmi: jaki wpływ na efektywność pozyskiwania ziarna zbóż ma ich nawożenie azotem w czasie wegetacji z uwzględnieniem różnych technik nawożenia i postaci nawozu.

Celem badań było określenie nakładów materiałowo-energetycznych na nawożenie pogłówne zbóż z zastosowaniem różnej techniki nawożenia i postaci nawozu.

Materiał i metodyka

Analiza nakładów energetycznych obejmowała proces technologiczny od pobierania nawozu z magazynu do jego aplikacji na polu. Roztwór mocznika do nawożenia dolistnego dowożono na pole w opryskiwaczach, a nawóz stały dostarczano przyczepami. Analizowano 5 grup maszyn do nawożenia, przy czym w każdej grupie były dwa warianty - wariant A zakładał tylko nawożenie nawozami stałymi, a wariant B przewidywał nawożenie dolistne. Maszyny proponowane w wariantach A i B miały jednakową szerokość roboczą z możliwością zastosowania w gospodarstwie o tej samej powierzchni. Pozwoliło to porównać nakłady na nawożenie przy zastosowaniu różnej techniki. Charakterystykę zestawów maszyn podano w tabeli 1.

Tabela 1. Charakterystyka zestawów maszyn do pogłównego nawożenia zbóż
Table 1. Characteristics of machinery sets used for top-dressing of the cereals

Zestaw maszyn	Maszyna wiodąca	Ciągnik	Szerokość robocza (m)	Przyczepa
I ^A I ^B	Rozsiewacz N 012 Opryskiwacz Pilmet 412	U 2812 U 3512	12 12	T 040 ---
II ^A II ^B	Rozsiewacz Nordagri QN 1000 Opryskiwacz Pilmet 612	U 1014 U 3512	12 12	T 040 ---
III ^A III ^B	Rozsiewacz Kvernelad DS.-M 1105 Opryskiwacz Pilmet 818	U 1014 U 4512	18 18	T 169/1 ---
IV ^A IV ^B	Rozsiewacz N 039 M Opryskiwacz Pilmet 1618	U 1014 U 3512	18 18	T 169/1 ---
V ^A V ^B	Rozsiewacz N 049 Opryskiwacz ORP 2000/18/H	U 1222 U 4512	18 18	T 169/1 ---

Badania energochłonności nawożenia pogłównego zbóż obejmowały analizę nakładów ponoszonych na wykonanie zabiegu i na zużyty nawóz. Obliczenia nakładów energetycznych nawożenia E_n oparto na następującej zależności:

$$E_n = E_C + E_M + E_T + E_R + E_E + E_N, \text{ MJ/ha,}$$

gdzie:

E_C – nakłady energetyczne użytkowania ciągników, MJ/ha,

E_M - nakłady energetyczne użytkowania maszyn, MJ/ha,

E_T - nakłady energetyczne użytkowania środków transportu, MJ/ha,

E_R - nakłady energetyczne pracy ludzi, MJ/ha,

E_E - nakłady energetyczne zużytego paliwa, MJ/ha,

E_N - nakłady energetyczne zastosowanego nawozu, MJ/ha.

Określenie poszczególnych składników nakładów energetycznych oparto na metodzie obliczeń opracowanej w IBMER [Anuszewski i in. 1979]. Jednostkowe wskaźniki energochłonności przyjęto według opracowania wydanego przez IBMER [Wójcicki 2000]. Parametry maszyn niezbędne do określenia nakładów energetycznych na nawożenie pogłowne podano w tabelach 2 i 3.

Tabela 2. Parametry maszyn do wysiewu nawozów niezbędne do określenia nakładów energetycznych na nawożenie pogłowne

Table 2. Parameters of the machines for fertilizers' distribution necessary to determine energy inputs on top-dressing

Wyszczególnienie	Jednostka	Zestaw maszyn				
		I ^A	II ^A	III ^A	IV ^A	V ^A
Masy maszyn						
- Ciągniki	kg	2200	4470	4470	4470	4159
- Rozsiewacze		84	170	300	310	410
- Przyczepy		1340	1340	1600	1600	1600
Masy części zamiennych						
- Ciągniki	kg	880	1788	1788	1788	1663
- Rozsiewacze		33	68	120	124	164
- Przyczepy		536	536	640	640	640
Zużycie paliwa	dm ³ /h	3,3	8,9	8,9	8,9	10,5
Zatrudniony personel	osób	1	1	1	1	1
Wydajność eksploatacyjna	ha/h	2,0	3,2	5,0	5,0	5,0

Tabela 3. Parametry maszyn stosowanych do nawożenia dolistnego niezbędne do określenia nakładów energetycznych na nawożenie pogłowne

Table 3. Parameters of the machines used to foliar plant nutrition necessary to determine the energy inputs on top-dressing

Wyszczególnienie	Jednostka	Zestaw maszyn				
		I ^B	II ^B	III ^B	IV ^B	V ^B
Masy maszyn						
Ciągniki	kg	2500	2500	2980	2500	2980
Opryskiwacze		260	360	490	960	1180
Masy części zamiennych						
Ciągniki	kg	1000	1000	1192	1000	1192
Opryskiwacze		104	144	196	384	472
Zużycie paliwa	dm ³ /ha	4,0	4,0	6,3	4,0	6,6
Zatrudniony personel	osób	1	1	1	1	1
Wydajność eksploatacyjna	ha/h	1,8	2,0	3,6	4,5	4,5

Efektywność dolistnego i doglebowego stosowania mocznika w pogłównym nawożeniu zbóż zależy od wielu czynników, ale ściśle badania porównawcze prowadzone w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa [Czuba

1988, 1993; Czuba i in. 1999] potwierdzają co najmniej dwukrotnie wyższą efektywność nawożenia dolistnego w porównaniu z nawożeniem mocznikiem w formie stałej.

Uwzględniając powyższe wyniki badań przyjęto różne dawki azotu podczas nawożenia pogłównego w zależności od postaci stosowanego nawozu:

- *Wariant A* zakładał dwukrotne nawożenie nawozami stałymi po 30 kg N/ha, czyli łączna dawka wynosiła 60 kg N/ha,
- *Wariant B* przewidywał trzykrotne dokarmianie dolistne – dawka azotu wynosiła 15 kg, 10 kg i 5 kg N/ha (łącznie 30 kg N/ha), a dawka roztworu za każdym razem wynosiła 300 dm³/ha.

W celu obliczenia energochłonności w przeliczeniu na 1 t ziarna niezbędne jest określenie zwyczajki plonu. Przyrost plonu ziarna określono na podstawie cytowanych uprzednio badań i w zależności od dawki i postaci nawozu, zwyczajka plonu wynosiła:

- 1,10 t/ha przy nawożeniu mocznikiem w formie stałej,
- 1,24 t/ha przy dokarmianiu dolistnym roztworem mocznika.

Wyniki i dyskusja

Energochłonność, a dokładniej skumulowane nakłady materiałowo-energetyczne na nawożenie pogłównie, analizowano w podziale na:

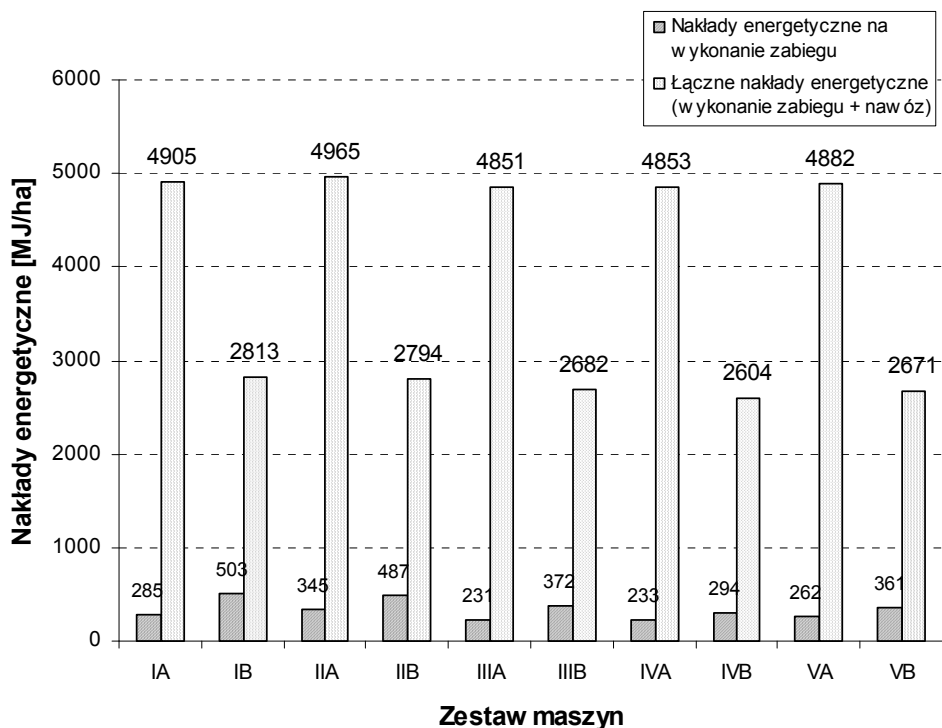
- energochłonność wykonania zabiegu (energia skumulowana w maszynach, częściach zamiennych, paliwie i pracy żywej),
- energochłonność nawozów azotowych użytych do nawożenia roślin.

Nakłady materiałowo-energetyczne na nawożenie 1 ha zbóż przy użyciu proponowanych zestawów maszyn przedstawiono graficznie na rysunku 1.

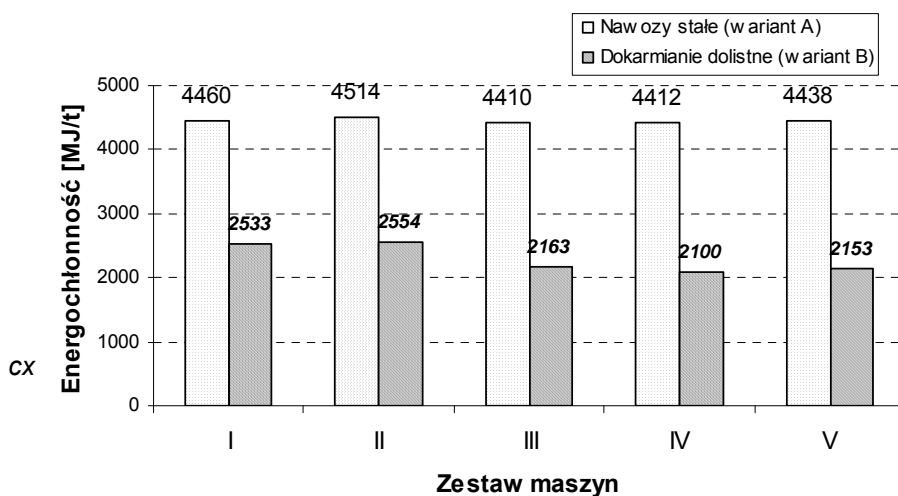
Analiza nakładów energetycznych na nawożenie pogłównie zbóż wykazała, że około 95% nakładów energii na nawożenie nawozami stałymi to energia zawarta w nawozach mineralnych, a pozostałą część, tj. 5% stanowią nakłady ponoszone na wykonanie zabiegu. Przy nawożeniu dolistnym udział nakładów energetycznych na wykonanie zabiegów wynosiła 11,3-17,8%, a pozostała część to energia zawarta w nawozach. Proporcje takie wynikają stąd, że nawozy mineralne są środkami produkcji o wysokim jednostkowym wskaźniku energochłonności.

Nakłady energetyczne na nawożenie pogłównie zbóż mocznikiem były o 80% wyższe w porównaniu z dolistnym stosowaniem roztworu mocznika, a średnia wartość tych nakładów odpowiednio wynosiła 4891 MJ/ha i 2713 MJ/ha. Różnica wynikała przede wszystkim z niższej dawki azotu i większej efektywności jego wykorzystania przy nawożeniu dolistnym.

Istotnym wskaźnikiem charakteryzującym nawożenie pogłowne pod względem energetycznym jest energochłonność produkcji ziarna. Na rysunku 2 przedstawiono energochłonność poniesioną na przyrost plonu ziarna zbóż.



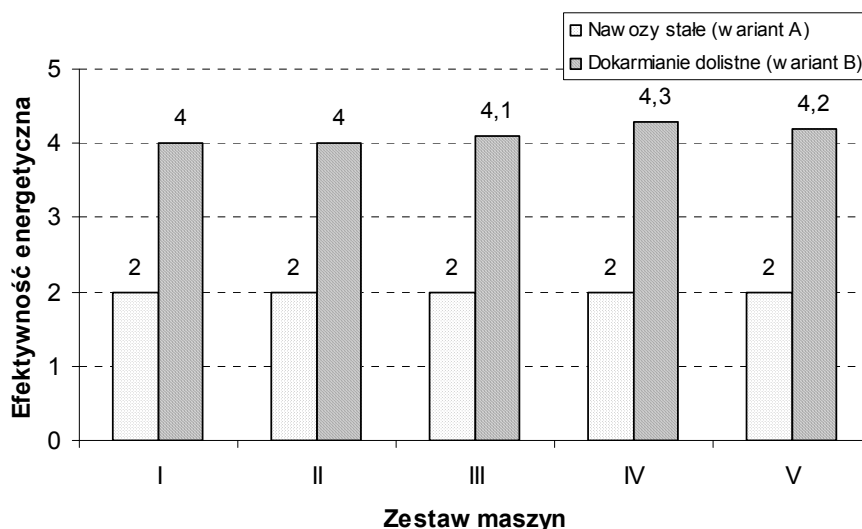
Rys. 1. Nakłady energetyczne pogłównego nawożenia 1 ha zbóż (MJ/ha)
 Fig. 1. Energy expenditure for 1 crop hectare top-dressing (MJ/ha)



Rys. 2. Energochłonność pogłównego nawożenia zbóż (MJ/t)
 Fig. 2. Energy consumption of crop top-dressing (MJ/t)

Porównanie skumulowanych nakładów energetycznych poniesionych na nawożenie pogłównie (MJ/ha) i uzyskanego przyrostu plonu przeliczonego na jednostki energetyczne (MJ/ha) wykazało, że uzyskany efekt energetyczny jest wyższy od poniesionych nakładów energetycznych, a więc uzyskano dodatnią efektywność energetyczną.

Wartości wskaźnika efektywności energetycznej pogłównego nawożenia zbóż z zastosowaniem różnych technik nawożenia i postaci nawozu przedstawiono na rysunku 3.



Rys. 3. Wskaźnik efektywności energetycznej pogłównego nawożenia zbóż
Fig. 3. Crop top-dressing energy efficiency index

Wskaźnik efektywności energetycznej dla pogłównego nawożenia zbóż stałymi nawozami azotowymi osiągnął wartość 2, a jego wartość przy nawożeniu dolistnym zbóż była co najmniej dwukrotnie wyższa.

Stwierdzenia i wnioski

- Na podstawie badań określono, że w nakładach materiałowo-energetycznych ponoszonych na nawożenie pogłównie 1 ha zbóż, zdecydowanie największy udział miała energia zawarta w nawozach:
 - około 95% nakładów energii na nawożenie nawozami stałymi to energia zawarta w nawozach mineralnych, a energochłonność wykonania zabiegów stanowiła 5% wszystkich nakładów energetycznych na nawożenie pogłównie,
 - przy nawożeniu dolistnym udział energii zawartej w zastosowanym nawozie wynosił 82,2-88,3 %, pozostałą część stanowiły nakłady ponoszone na wykonanie zabiegu.

2. Nakłady energetyczne na nawożenie pogłowne zbóż mocznikiem były o 80% wyższe w porównaniu z dolistnym stosowaniem roztworu mocznika, nakłady te odpowiednio wynosiły 4891 MJ/ha i 2713 MJ/ha.
3. Wskaźnik efektywności energetycznej przy przyjętym poziomie nawożenia pogłównego wynosił 2 przy stosowaniu nawozów stałych, a jego wartość przy nawożeniu dolistnym była dwukrotnie wyższa.
4. Analiza skumulowanych nakładów energetycznych w podziale na energochłonność wykonania zabiegu i energochłonności zastosowanych nawozów wykazała, że największe możliwości w ograniczeniu nakładów energetycznych istnieją w bardziej efektywnym wykorzystaniu azotu, co skutkować może zmniejszeniem stosowanej dawki.

Bibliografia

Anuszewski R., Pawlak J., Wójcicki Z. 1979. Energochłonność produkcji rolniczej. Metodyka badań energochłonności produkcji surowców żywnościowych. ZOEM-IBMER, Warszawa

Czuba R. 1988. Efekty produkcyjne dolistnego dokarmiania roztworem mocznika i mikroelementami zbóż, rzepaku i buraka cukrowego. Seminarium naukowe nt. Dolistne dokarmianie i ochrona roślin w świetle badań i doświadczeń praktyki rolniczej. Wydawnictwo IUNG, Puławy, ss. 24-33

Czuba R. 1993. Efekty dolistnego dokarmiania roślin uprawnych. Cz. II. Reakcja roślin na dolistne stosowanie mikroelementów i azotu łącznie z mikroelementami. Roczniki gleboznawcze T. XLIV, 3/4: 79-87

Czuba R., Sztuder H., Świerczewska M. 1999. Efekty dolistnego dokarmiania roślin uprawnych. Cz.III. Reakcja roślin na dolistne stosowanie magnezu i azotu w zabiegu łącznym. Roczniki gleboznawcze T.L., 1/2: 41-50

Wójcicki Z. 2000. Wyposażenie techniczne i nakłady materiałowo-energetyczne w rozwojowych gospodarstwach rolniczych. Wydawnictwo IBMER, Warszawa