

*Economic efficiency and energy consumption of spring triticale production depending on the soil tillage system and sulfur fertilization*

## Efektywność ekonomiczna i energochłonność produkcji pszenżyta jarego w zależności od systemu uprawy roli i nawożenia siarką



DOI: 10.15199/62.2025.3.6

Data from a field expt. conducted in 3 growing seasons from 2014 to 2016 were used to calc. the economic efficiency and energy intensity of spring triticale prodn. Two tillage systems were used: traditional (TRD) and simplified (RED), as well as 3 doses of S (0, 25 and 50 kg/ha). The most favorable effect on grain yield, economic efficiency and energy value of spring triticale yield was obtained using TRD tillage and S fertilization at a dose of 50 kg/ha.

**Keywords:** tillage, sulfur fertilization, economic and energy efficiency

W celu obliczenia efektywności ekonomicznej i energochłonności produkcji pszenżyta jarego wykorzystano dane z doświadczenia polowego prowadzonego w trzech sezonach wegetacyjnych 2014–2016. W eksperymencie z pszenżytem jarym odmiany Milewo zastosowano dwa systemy uprawy roli: tradycyjny (TRD) i zredukowany (RED) oraz trzy dawki siarki (0, 25 i 50 kg/ha). Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że najkorzystniejszy wpływ na plon ziarna, efektywność ekonomiczną i wartość energetyczną plonu pszenżyta jarego miała tradycyjna uprawa roli (TRD) i nawożenie siarką w dawce 50 kg/ha. O korzystnych wynikach produkcyjnych decyduje głównie rynek, czyli wysoka cena zbytu surowca i niskie koszty jego produkcji. Dopłaty bezpośrednie równoważą koszty produkcji, lecz w niewielkim stopniu wpływają na osiągnięcie dodatniego dochodu rolniczego.

**Słowa kluczowe:** uprawa roli, nawożenie siarką, efektywność ekonomiczna i energetyczna

Pszenżyto to syntetyczna hybryda pszenicy i żyta (*Triticosecale* Wittm. ex A. Camus lub *Triticale* A. Müntzing)<sup>1)</sup>. Pierwsze odmiany pszenżyta ozimego zostały wyhodowane na Węgrzech w 1968 r., a pszenżyta jarego w Kanadzie w 1970 r. Na świecie dominują odmiany jare, natomiast w Europie uprawia się głównie ozime. Powierzchnia zasiewów pszenżyta w Polsce w 2023 r. wynosiła 1201 tys. ha, zbiory ziarna wynosiły 5282,3 tys. t, a średni plon wyniósł 43,98 dt/ha. W UE-27 powierzchnia zasiewów pszenżyta w 2023 r. wynosiła 2551 tys. ha,

zbiory ziarna wynosiły 10873 tys. t, a średni plon wyniósł 42,63 dt/ha. Polska jest zatem liderem w produkcji pszenżyta w UE i w świecie. Krajowa produkcja pszenżyta w UE-27 stanowi 48,6%, natomiast w świecie 38,3%<sup>2)</sup>. Jako gatunek paszowy pszenżyto nie jest zbyt konkurencyjne dla innych gatunków zbóż, niemniej jednak powierzchnia jego uprawy jest odpowiednio duża, głównie w Ameryce Północnej, Australii Środkowej, Nowej Zelandii oraz w Europie: Francji, Niemczech, Austrii, Turcji, Szwecji, Czechach, Ukrainie i Rosji<sup>3)</sup>.



Prof. dr hab. inż. Hanna KLIKOCKA (ORCID: 0000-0003-2472-9720) w roku 1987 ukończyła studia na Wydziale Rolniczym Akademii Rolniczej w Lublinie (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie). Jest profesorem w Katedrze Ekonomii i Agrobiznesu UP w Lublinie. Specjalność – uprawa i nawożenie roślin.



Dr hab. Katarzyna PRZYGOCKA-CYNA, prof. UPP (ORCID 0000-0002-1910-8628), w roku 2000 ukończyła studia na Wydziale Chemii Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu. W 2005 r. uzyskała stopień doktora nauk rolniczych, a w 2018 r. stopień doktora habilitowanego na Wydziale Rolniczym Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu (obecnie Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu). W 2021 r. otrzymała stanowisko profesora Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu. Specjalność – uprawa i nawożenie roślin.

\* Adres do korespondencji:

Katedra Ekonomii i Agrobiznesu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, tel.: +48 794-221-700, e-mail: hanna.klikocka@up.lublin.pl

Ważnym elementem oceny produkcji roślinnej obok kosztów produkcji jest rachunek efektywności energetycznej. Z powodu częstych zmian cen, a głównie relacji między kosztami środków produkcji i cenami ziemiopłodów wyniki analiz w mierniku pieniężnym szybko się dezaktualizują i zmieniają w czasie lub, jak w przypadku pszenżyta, koszty produkcji przewyższają jej wartość<sup>4-6</sup>. W tej sytuacji za bardziej obiektywny miernik nakładów i efektów produkcji uznaje się wskaźnik energochłonności produkcji. Porównuje się wówczas stosunek energii zawartej w uzyskanych produktach z poniesionymi nakładami energii w postaci paliwa, nawozów, nasion, środków ochrony roślin, maszyn i urządzeń oraz siły roboczej<sup>5, 8, 9</sup>. Zaletą rachunku energetycznego jest możliwość porównywania wyników w czasie, niezależnie od relacji cen, a także stosowania go do ocen kompleksowych gospodarstw rolnych i rolnictwa<sup>10-13</sup>.

Hipoteza badawcza zakłada, że proces produkcji pszenżyta jarego w warunkach zredukowanej uprawy roli (RED) i nawożenia średnią dawką siarki (25 kg/ha) oraz bez stosowania siarki (0 kg/ha), dzięki ograniczonym nakładom energetycznym wydatkowanym na proces technologiczny może charakteryzować się wyższą efektywnością ekonomiczną i sprawnością energetyczną w porównaniu z technologią tradycyjną (TRD) oraz z wysoką dawką siarki w ilości 50 kg/ha.

Celem pracy było porównanie wpływu zróżnicowanego systemu uprawy roli i różnych dawek nawożenia siarką na plon ziarna pszenżyta jarego oraz efektywność ekonomiczną i energetyczną produkcji ziarna.

## Część doświadczalna

### Materiały

Do obliczenia efektywności ekonomicznej i energochłonności produkcji ziarna pszenżyta jarego wykorzystano dane z doświadczenia polowego prowadzonego w 3 sezonach wegetacyjnych 2014–2016. Doświadczenie polowe przeprowadzono w gospodarstwie indywidualnym k. Hrubieszowa (50°42' N, 23°45' E), na glebie średniej brunatnej dystroficznej typowej (BDt), wytworzonej z gliny piaszczystej średnioziarnistej (gpśr) (piasek 68%, pył 31%, il 1%), zaliczonej do kompleksu żytniego dobrego, o odczynie lekko kwaśnym (pH = 5,8). Stanowisko, w którym prowadzono doświadczenie polowe charakteryzowało się średnią zasobnością w przyswajalny fosfor i potas oraz średnią i małą w magnez i siarkę.

Rośliną doświadczalną było pszenżyto jare (*Triticosecale* Witt.) odmiany Milewo.

### Metodyka badań

Pszenżyto jare uprawiano w 2 systemach uprawy roli, stosując 3 dawki siarki.

Doświadczenie prowadzono w 3 powtórzeniach ( $n = 18$ ). Stosowano (*i*) tradycyjny system uprawy roli TRD – bronowanie (5 cm), orkę przedzimową (20 cm); wiosną: bronowanie (5 cm), kultywatorowanie (15 cm), bronowanie (5 cm); i (*ii*) zredukowany RED – bronowanie (5 cm), kultywatorowanie (15 cm); wiosną: kultywatorowanie (15 cm) i bronowanie (5 cm). Dawka siarki wynosiła 0 (kontrola), 25 i 50 kg/ha, w postaci siarczanu amonu (odpowiednio 104 i 208 kg/ha  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ).

We wszystkich obiektach doświadczalnych stosowano corocznie, przedsejwnie jednolite nawożenie fosforem i potasem. Fosfor stosowano w formie superfosfatu potrójnego  $3\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$  w ilości 90 kg/ha, a potas w formie soli potasowej KCl w ilości 100 kg/ha, co dało odpowiednio 39,2 kg P/ha i 83 kg K/ha. Nawożenie azotem zróżnicowano w zależności od obiektu doświadczalnego. Na poletkach kontrolnych (bez nawożenia siarką) azot w ilości 90 kg N/ha zastosowano w formie saletry amonowej. W obiektach doświadczalnych z nawożeniem siarką jako źródło azotu zastosowano siarczan amonu oraz saletrę amonową. Na poletkach nawożonych siarką na poziomie 25 kg S/ha zastosowano 104 kg/ha siarczanu amonu i 189 kg/ha saletry amonowej, co dało łącznie 90 kg N/ha oraz 25 kg S/ha, natomiast na poletkach nawożonych siarką na poziomie 50 kg S/ha aplikowano 128 kg saletry amonowej oraz 208 kg siarczanu amonu na hektar, co dało łącznie 87 kg N/ha oraz 50 kg S/ha.

Saletrę amonową i siarczan amonu stosowano w 2 terminach: 1/2 dawki w trakcie przygotowania roli do siewu i 1/2 dawki w fazie strzelania zboża w źdźbło (BBCH 30-32). Nawożenie organiczne w postaci słomy pszenżytniej (5 t + 50 kg/ha mocznika) zastosowano pod przedplon, którym był ziemniak.

Table 1. Dates of agrotechnical treatments and aggregates used in individual technologies of spring triticale cultivation (2014–2016)

Tabela 1. Terminy wykonania zabiegów agrotechnicznych i zastosowane maszyny rolnicze w poszczególnych technologiach uprawy pszenżyta jarego (2014–2016)

Zabiegi	Termin (dekada/miesiąc)	Ciągnik C-360 +	Nakład pracy		Systemy uprawy	
			cgh	rbh	TRD*	RED
Zabiegi jesienne						
Bronowanie	2/IX	U-212/2	0,4	0,4	+**	+
Orka przedzimowa	2/X	U-023/1	2,5	2,5	+	-
Kultywatorowanie	2/X	U-474/1	1,0	1,0	-	+
Zabiegi wiosenne						
Bronowanie	3/III	U-212/2	0,4	0,4	+	-
Kultywatorowanie	3/III	U-474/1	1,0	1,0	+	+
Nawożenie ½ N, S, P, K	3/III	N-012	0,5	0,5	+	+
Bronowanie	3/III	U-212/2	0,4	0,4	+	+
Siew	3/III	S-052	0,7	0,7	+	+
Bronowanie	3/III	U-212/2	0,4	0,4	+	+
Nawożenie ½ N, S	3/IV	N-012	0,5	0,5	+	+
Opryskiwanie	1/V	P-412	0,5	0,5	+	+
Zbiór pszenżyta	1–2/VIII	Bizon Super	1,0	1,0	+	+
Zwózka ziarna	1–2/VIII	T-040	1,0	1,0	+	+

\*Systemy uprawy roli: TRD – tradycyjny, RED – zredukowany; \*\*+ – zabieg tak, -- zabieg nie

Powierzchnia poletki brutto wynosiła 30 m<sup>2</sup>, natomiast do zbioru 20 m<sup>2</sup> (4 × 5 m). Siew pszenżyta jarego przeprowadzono w trzeciej dekadzie marca, zakładając gęstość 550 ziaren/m<sup>2</sup>. W doświadczeniu prowadzono pełną ochronę roślin przed agrofagami. Ziarniaki przed siewem zaprawiono zaprawą Vitavax 200 FF (s.a. karboksyna) w ilości 300 mL/100 kg ziarna. Do niszczenia chwastów dwuliściennych i jednoliściennych zastosowano mieszaninę herbicydów Granstar 75 WG (sulfmetmetonmetyl) (20 g/ha) i Puma Super 069 EW (fenoksaprop-P-etylu) (1 L/ha) w fazie krzewienia się zboża (BBCH 28). Z kolei w pełni strzelania w źdźbło (BBCH 30-32) stosowano retardant Stablan 750 SL (chlerek chloromekwatu) w ilości 2 L/ha. Występowanie chorób podsuszkowych ograniczono, stosując w fazie strzelania w źdźbło (BBCH 30-32) 1,0 L/ha Alert Solo 250 EW (flusilazol), natomiast przeciw chorobom liści i kłosa (BBCH 58-59) Amistar 250 S.C. (azoksystrobina) w ilości 1 L/ha.

W obliczeniach efektów technologicznych, ekonomicznych oraz energetycznych zastosowano (*i*) średni plon ziarna z 3 lat (2014–2016), t/ha; (*ii*) pracochłonność zabiegów i nakłady energetyczne – moc ciągnika C-360 3P z odpowiednio dobranymi maszynami przyjęto średnio za 70%, uwzględniając, że pracuje on na glebie lekkiej, na polu o długości 100 m<sup>14)</sup> (tabela 1); (*iii*) wskaźnik efektywności energetycznej wyliczony jako plon ziarna (1 kg s.m. plonu podstawowego ma wartość 18,36 MJ) i odniesiony do całkowitych nakładów energii (środki i materiały + praca maszyn + siła robocza)<sup>10)</sup>. Ponadto przyjęto, że praca ludzka wynosi 80 MJ, nawozy azotowe (N) = 77 MJ/kg, nawozy fosforowe (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) i siarkowe (SO<sub>4</sub>) = 14 MJ/kg, nawozy potasowe (K<sub>2</sub>O) = 10 MJ/kg, środki ochrony roślin (w S.A.) = 300 MJ/kg<sup>5, 15)</sup>.

Obliczenia dotyczące oceny produkcyjnej i ekonomicznej prowadzono zgodnie z metodologią Unii Europejskiej, gdzie za przykład liczenia wzięto metodyki tworzenia kalkulacji nadwyżek

bezpośrednich działalności rolniczych i system zbierania danych o produktach rolniczych AGROKOSZTY<sup>16)</sup>.

Według założeń metodycznych Systemu Danych Rachunkowości Rolnej (Farm Accountancy Data Network, FADN) nadwyżka bezpośrednia produktu roślinnego jest definiowana jako wartość produkcji z 1 ha pomniejszona o bezpośrednie koszty niezbędne do wytworzenia tej produkcji<sup>17)</sup>. Do wyliczenia nakładów ekonomicznych wzięto koszty materiałów i środków produkcji, koszty zabiegów mechanicznych i innych podane przez Wielkopolską Izbę Rolniczą<sup>18)</sup>.

Table 2. Yield (t/ha), labour intensity (rbh and cgh), energy intensity (MJ/ha), costs (PLN/ha) and energy efficiency index and economic effects of cultivation of 1 ha of spring triticale

Tabela 2. Plon (t/ha), pracochłonność (rbh i cgh), energochłonność (MJ/ha), koszty (zł/ha) oraz wskaźnik efektywności energetycznej i efekty ekonomiczne uprawy 1 ha pszenżyta jarego

Wyszczególnienie	System uprawy roli					
	TRD*			RED		
	nawożenie siarką, kg/ha					
	0	25	50	0	25	50
Plon ziarna, t/ha	56,43a**	58,23a	59,87a	52,23a	54,98a	56,67a
Wartość ziarna, zł	4514	4658	4790	4179	4398	4534
Dopłaty bezpośrednie + płatność redystrybucyjna, zł/ha	652					
Energochłonność ziarna, MJ/kg	103605a	106910a	109921a	95894a	100943a	104046a
Pracochłonność (razem):						
- rbh	11,8			9,9		
- cgh	11,8			9,9		
Energochłonność, MJ/h:						
- razem	19359	19709	20059	18701	19051	19401
- materiały i środki produkcji	14084	14434	14784	14084	14434	14784
- zabiegi maszynowe	4331	4331	4331	3833	3833	3833
- praca ludzka	944	944	944	784	784	784
Wskaźnik efektywności energetycznej	5,3a	5,4a	5,5a	5,1a	5,3a	5,4a
Koszty bezpośrednie, zł/ha						
Materiał siewny	440	440	440	440	440	440
Nawozy N i S, w tym:	410	460	509	410	460	509
- S	-	150	300	-	150	300
- nawozy PK	517	517	517	517	517	517
- pestycydy	409	409	409	409	409	409
Razem koszty bezpośrednie, zł/ha	1784	1834	1883	1784	1834	1883
Nadwyżka bezpośrednia, zł/ha	3382	3476	3559	3047	3216	3303
Praca maszyn własnych, zł/ha:						
- uprawa, nawożenie, ochrona i zwózka	1645			1495		
- praca ludzka	354			297		
Usługi z zewnątrz (kombajn), zł/ha	500					
Razem koszty maszyn, zł/ha	2499			2292		
Koszty inne (podatek + ubezpieczenia), zł/ha	309					
Koszty ogólnogospodarcze (10% kosztów bezpośrednich, maszyn i innych), zł/ha	459	464	469	438	443	448
Koszty całkowite, zł/ha	5051	5106	5160	4823	4878	4932
Koszt jednostkowy produkcji 1 dt, zł/dt	89	88	86	92	89	87
Wskaźnik opłacalności (bez dopłat), %	89	91	93	87	90	92
Wskaźnik opłacalności (z dopłatami), %	102	104	105	100	103	105
Dochód rolniczy (bez dopłat), zł/ha	-537	-448	-370	-644	-480	-398
Dochód rolniczy (z dopłatami), zł/ha	115	204	282	8	174	254

\*System uprawy: TRD – tradycyjny, RED – zredukowany; \*\*a – oznacza brak statystycznie istotnych różnic

## Wyniki badań

Plon ziarna pszenżyta jarego był istotnie wyższy, średnio o 5,65%, po zastosowaniu uprawy TRD (58,18 dt/ha) w stosunku do uprawy RED (54,89 dt/ha). W miarę wzrostu dawki siarki (25 i 50 kg/ha) obserwowano istotny przyrost plonu ziarna, o odpowiednio 3,1 i 6,7% w stosunku do obiektu kontrolnego (bez nawożenia siarką) (54,83 dt/ha). Współdziałanie czynników doświadczalnych nie wpływało na istotne różnice w plonie ziarna. Niektórzy autorzy twierdzą, że uprawa RED wpływa na zmniejszony plon zbóż<sup>3, 19)</sup>. Inne badania wykazały wzrost plonów zbóż w systemach uprawy uproszczonej i bezorkowej<sup>20, 21)</sup>. Opinię o korzystnym plonotwórczym działaniu siarki na plonowanie zbóż potwierdzają liczne badania<sup>3, 13, 22–24)</sup>.

Nakłady pracy w badanych systemach uprawy roli zależały od stopnia jej uproszczenia. Większymi nakładami charakteryzowała się uprawa TRD (11,8 rbh i 11,8 cgh). W uprawie RED było to 1,9 rbh (roboczegodzin) i 1,9 cgh (ciągnikogodzin) (tabela 2).

Wyższą energochłonność wykazano dla technologii TRD z uprawą płużną. Wprowadzenie uproszczeń w systemie RED powodowało zmniejszenie energochłonności zabiegów mechanicznych i pracy ludzkiej. Zabiegi maszynowe stanowiły przeciętnie 21% energii wydatkowanej na produkcję pszenżyta, natomiast najsilniej na energochłonność produkcji wpływało nawożenie mineralne (ponad 70%). Wskaźnik efektywności energetycznej był istotnie wyższy (o 3,6%) po zastosowaniu uprawy TRD (5,5) w stosunku do uprawy RED (5,3). W miarę wzrostu dawki siarki (25 i 50 kg/ha) obserwowano istotny wzrost wskaźnika efektywności energetycznej, przeciętnie o 3,7% w stosunku do obiektu kontrolnego (bez nawożenia siarką) (5,2). Współdziałanie czynników doświadczalnych nie wpływało istotnie na wielkość współczynnika. Jednakże obliczony wskaźnik efektywności energetycznej najkorzystniej kształtował się dla uprawy płużnej (TRD) połączonej z nawożeniem siarką w ilości 50 kg/ha (208 kg siarczanu amonu) i wynosił 5,5. Najmniej korzystną wartość wskaźnika (5,1) otrzymano w systemie uprawy RED i nawożenia NPK, bez dodatku siarki (tabela 2).

W warunkach cenowych z 2025 r. korzystne było zastosowanie zarówno uprawy TRD, jak i RED w połączeniu z nawożeniem siarką w dawce 50 kg/ha. System uprawy roli TRD w połączeniu z małą dawką siarki (25 kg/ha) i nawożeniem NPK (bez siarki) prowadził do obniżenia plonu ziarna, co nie było rekompensowane niższym nawożeniem mineralnym. Podobnie było w odniesieniu do systemu uprawy RED, w którym małe dawki siarki i nawożenie NPK nie rekompensowały obniżki plonu. Koszty bezpośrednie (materiał siewny, nawozy, środki do ochrony roślin) były niższe przeciętnie o 26% od kosztów maszyn własnych i wynajmowanego kombajnu. Najkorzystniejszą wartość nadwyżki bezpośredniej i wskaźnika opłacalności otrzymano w systemie TRD i nawożenia siarką w dawce 50 kg/ha, które wynosiły odpowiednio 3359 zł/ha i 93%. We wszystkich wariantach

badawczych wskaźnik opłacalności nie przekraczał 100%. Również w każdym badanym wariantcie otrzymano ujemny dochód rolniczy. Dopiero dopłaty bezpośrednie i płatność referencyjna spowodowały, że w każdym analizowanym wariantcie otrzymano wskaźnik opłacalności powyżej 100% oraz niewielki dodatni dochód rolniczy. Na podstawie otrzymanych wyników można stwierdzić, że o opłacalności produkcji decydowała głównie niska cena zbytu ziarna i wysokie ceny produkcji, zwłaszcza nawozów mineralnych i paliwa<sup>25)</sup>.

## Podsumowanie i wnioski

Najwyższy plon ziarna, wskaźnik opłacalności i efektywności energetycznej zapewniał tradycyjny system uprawy roli i nawożenia siarką w dawce 50 kg/ha. Upraszczanie uprawy roli poprzez stosowanie kultywatora w zamian za pług oraz stosowanie nawożenia NPK z małą dawką siarki 25 kg/ha istotnie pogorszało wyniki produkcyjne i ekonomiczne.

O korzystnych wynikach produkcyjnych decyduje głównie rynek, czyli wysoka cena zbytu surowca i niskie koszty jego produkcji. Dopłaty bezpośrednie równoważą koszty produkcji, lecz w niewielkim stopniu wpływają na osiągnięcie dodatniego dochodu rolniczego.

Otrzymano: 29-01-2025

Zrecenzowano: 14-02-2025

Zaakceptowano: 17-02-2025

Opublikowano: 20-03-2025

### LITERATURA

- [1] C.A. Stace, *Taxon* 1987, **36**, nr 2, 445.
- [2] FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nation). <http://www.fao.org/faostat/en/#data>, dostęp 13.01.2025 r.
- [3] H. Klikocka, A. Kasztelan, A. Zakrzewska, T. Wyłupek, B. Szostak, B. Skwaryło-Bednarz, *Agronomy Basel* 2019, **9**, nr 8, 423.
- [4] C. Kwiatkowski, E. Harasim, *Acta Agroph.* 2009, **14**, nr 1, 125.
- [5] A. Harasim, *Kompleksowa ocena płodozmianów z różnym udziałem roślin zbożowych i okopowych*, Monografie Rozpr. Nauk. IUNG-PIB Puławy, nr 1, 2002.
- [6] R. Anuszewski, *Zag. Ekon. Rol.* 1987, nr 4, 16.
- [7] J. Kamionka, *Inż. Rol.* 2005, **9**, nr 15, 43.
- [8] Z. Wójcicki, *Probl. Inż. Rol.* 2015, **23**, nr 4(90), 17.
- [9] H. Klikocka, W. Szczepaniak, *Przem. Chem.* 2023, **102**, nr 7, 446.
- [10] W. Wielicki, *Służba Rol.* 1990, **1–2**, 1.
- [11] Z. Wójcicki, *Rocz. Nauk Rol.* 1981, **75**, nr 1, 165.
- [12] W. Wielicki, *Post. Nauk Rol.* 1989, **1**, 69.
- [13] H. Klikocka, W. Szczepaniak, A. Zakrzewska, *Przem. Chem.* 2024, **103**, nr 6, 683.
- [14] E. Lorenzowicz, *Poradnik użytkownika techniki rolniczej w tabelach*, Fundacja AR w Lublinie im. W. Witosa, Lublin 1996.
- [15] S. Krasowicz, G. Podolska, *Rocz. Nauk Roln. Ser. G* 1996, **88**, nr 4, 113.
- [16] A. Skarżyńska, I. Ziętek, *Zag. Ekon. Rol.* 2006, nr 1, 34.
- [17] FADN (Farm Accountancy Data Network), *An A to Z of methodology*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg 1989.
- [18] Wielkopolska Izba Rolnicza, *Kalkulacja uprawy 1 ha pszenicy ozimej*, <https://wir.org.pl/asp/pszenica-ozima,194,1>, dostęp 24.01.2025 r.
- [19] I. Jug, D. Jug, M. Sabo, B. Stipešević, M. Stošić, *Turk. J. Agric. For.* 2011, **35**, 1.
- [20] P. De Vita, E. Di Paolo, G. Fecondo, N. Di Fonzo, M. Pisante, *Soil Till. Res.* 2007, **92**, 69.
- [21] I. Martinez, A. Chervet, P. Weisskopf, W.G. Sturny, A. Etana, M. Stettler, J. Forkman, T. Keller, *Soil Till. Res.* 2016, **163**, 141.
- [22] K. Gondek, A. Gondek, *J. Res. Appl. Agric. Eng.* 2010, **55**, nr 1, 30.
- [23] A. Podleśna, H. Klikocka, B. Narolski, *Przem. Chem.* 2018, **97**, nr 8, 1308.
- [24] W. Grzebisz, W. Zielewicz, K. Przygocka-Cyna, *Agronomy Basel* 2023, **13**, 66.
- [25] H. Klikocka, W. Szczepaniak, *Agronomy Basel* 2023, **13**, nr 3, 861.