

Wzór cytowania:

Szulc P., Zielewicz W., Abramczyk E., Klarzyńska A., Kardasz P. 2022. Wpływ czynników agrotechnicznych w kontekście ograniczenia zawartości składników mineralnych w glebie po zbiorze kukurydzy. *Technika Rolnicza, Ogrodnicza, Leśna* 1: 37-42.



Technika Rolnicza, Ogrodnicza, Leśna

Strona internetowa czasopisma: <https://tech-rol.eu/>

Wpływ czynników agrotechnicznych w kontekście ograniczenia zawartości składników mineralnych w glebie po zbiorze kukurydzy

Piotr Szulc^{a*}, Waldemar Zielewicz^a, Ewa Abramczyk^a, Agnieszka Klarzyńska^a, Przemysław Kardasz^b

^a Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

^b Polowa Stacja Doświadczalna w Winnej Górze Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy, Szlachcin

Article info

Data przyjęcia: 03.06.2022

Data akceptacji: 22.08.2022

Keywords

kukurydza
agrotechnika
biogeny

W 3-letnich badaniach polowych określono wpływ wybranych czynników agrotechnicznych na zawartość fosforu, potasu, magnezu w glebie oraz jej pH po zbiorze kukurydzy. Wykazano, że rzędowa aplikacja nawozu NP zmniejsza zawartość fosforu w glebie po zbiorze kukurydzy, w porównaniu do aplikacji rzutowej o 7,8%. Uprawa kukurydzy w siewie bezpośrednim w ściernisko skutkuje większą zawartością potasu w profilu glebowym oraz mniejszą zawartością magnezu w glebie po jej zbiorze, w porównaniu do tradycyjnej uprawy płużnej. Jednocześnie uprawa kukurydzy w siewie bezpośrednim kukurydzy przyczynia się do zmniejszenia pH gleby.

A 3-year field study was conducted to determine the effect of influenced agrotechnical factors on the content of phosphorus, potassium and magnesium in soil and its pH after maize harvest. It was shown that in-row NP fertilizer application decreases soil phosphorus content by 7.8% as compared to broadcasting application. The cultivation of maize in direct seeding into stubble resulted in a higher content of potassium in the soil profile and a lower content of magnesium in the soil after harvest, compared to traditional ploughing. At the same time, direct sowing maize cultivation contributes to a decrease in soil pH.

Artykuł udostępniony na licencji CC BY 4.0:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>

1. Wstęp

Wysoka chemizacja rolnictwa w ostatnim okresie czasu powoduje, że spływy powierzchniowe z terenów użytkowanych rolniczo zawierają znaczne ilości składników mineralnych (biogennych), które przyczyniają się do nadmiernego użyźnienia, a w konsekwencji do eutrofizacji zbiorników wodnych. Według Rafałowskiej [1] wody odpływające z obszarów użytkowanych rolniczo są wzbogacone substancjami, których rodzaj i ilość zależy od budowy geologicznej podłoża, ukształtowania terenu, rodzaju gleby oraz

zdolności buforowych i sorpcyjnych. Zatem intensyfikacja produkcji rolniczej z jednej strony przyczynia się do wyższego plonowania roślin, a z drugiej wyraźnie zmienia zarówno właściwości gleb, jak i jakość wód gruntowych, prowadząc nie tylko do ich zanieczyszczenia ale również przez migrację związków biogennych do zmian jakości wód powierzchniowych [2]. Największym źródłem składników biogennych odpływających z wodą drenarską do otwartych zbiorników wodnych jest nieprawidłowe stosowanie nawozów mineralnych, jak i organicznych. Wynika to z faktu, iż niewykorzystane składniki mineralne przez

* Autor do korespondencji: piotr.szulc@up.poznan.pl

rośliny uprawne stanowią potencjalne zagrożenie dla środowiska. Jak podaje Andraski i in. [3] stosowanie dawek azotu, które dokładnie odpowiadają zapotrzebowaniu rośliny uprawnej, może w konsekwencji przyczynić się do powstania mniejszej ilości NO_3^- w glebie, dostępnego do wypłukiwania i wpływać na jakość środowiska naturalnego. Stąd też bardzo ważna jest umiejętność dopasowania odpowiedniej dawki i terminów aplikacji nawozów adekwatnie do potrzeb pokarmowych uprawianych roślin. W celu ograniczenia wielkości dawek nawozów i zmniejszenia zagrożeń skażenia środowiska nadmiarem niewykorzystanych składników pokarmowych poszukuje się nowych rozwiązań agrotechnicznych. W związku z powyższym podjęto badania polowe, których celem było określenie wpływu sposobu siewu kukurydzy, odmiany oraz sposobu wysiewu nawozu NP na zawartość, fosforu, potasu i magnezu w glebie po zbiorze kukurydzy oraz określenie jej pH.

2. Metodyka badań

Doświadczenie polowe wykonano w Katedrze Agromonii Uniwersytetu przyrodniczego w Poznaniu na polach Zakładu Dydaktyczno-Doświadczalnego w Swadzimiu ($52^{\circ}26' \text{ N}$; $16^{\circ}45' \text{ E}$) w latach 2012-2014. Prowadzono je przez 3 lata w tym samym schemacie w układzie split-split-plot z trzema czynnikami w 4 powtórzeniach polowych. W badaniach uwzględniono następujące czynniki: A – czynnik 1 rzędu – dwa sposoby siewu kukurydzy: A1 – siew w glebę (uprawiona w sposób tradycyjny), A2 – siew bezpośredni w ścierńsko po pszenicy ozimej (słoma zebrana); B – czynnik 2 rzędu – dwa typy odmian: B1 – odmiana tradycyjna SY Cooky, B2 – odmiana Drim „stay-green”; C – czynnik 3 rzędu – 2 sposoby wysiewu nawozu NP: C1 – rzutowo na całą powierzchnię przed siewem nasion, C2 – rzędowo jednocześnie z siewem nasion. Na

wszystkich obiektach doświadczalnych stosowano jednakowy poziom nawożenia mineralnego w wysokości 100 kg N/ha , $70 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$ i $130 \text{ kg K}_2\text{O/ha}$. Nawożenie bilansowano względem fosforu, który w całości w wymaganej dawce zastosować w formie fosforanu amonu pod handlową nazwą polidap NP (18% N, 46% P_2O_5). Nawożenie N i K wykonano przed siewem kukurydzy w formie mocznika (46% N) oraz soli potasowej (60%). Dawkę N pomniejszono o ilość azotu wnoszonego w polidapie. Zakładana obsada roślin w latach prowadzenia badań wynosiła $79500 \text{ ziarn/ha}^{-1}$, przy rozstawie międzyrzędzi 70 cm i głębokości siewu $5\text{-}6 \text{ cm}$. Siew kukurydzy wykonano siewnikiem punktowym Monosem, z nabudowanym aplikatorem nawozów granulowanych. Charakterystyka warunków klimatycznych, jakie panowały w okresie prowadzenia badań, oparta została na danych pochodzących ze stacji meteorologicznej należącej do Katedry Agromonii Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, a znajdującej się na terenie Zakładu Doświadczalno-Dydaktycznego w Swadzimiu ($52^{\circ}26' \text{ N}$; $16^{\circ}45' \text{ E}$). Warunki termiczne podczas wegetacji kukurydzy w latach prowadzenia badań były zbliżone do siebie i wynosiły średnio $15,4^{\circ}\text{C}$ w roku 2012, $15,6^{\circ}\text{C}$ w roku 2013 oraz $16,1^{\circ}\text{C}$ w najcieplejszym 2014 roku. Zdecydowanie większe różnice pomiędzy latami wystąpiły w ilości opadów atmosferycznych. Największą ich sumę odnotowano w 2012 roku $473,6 \text{ mm}$, która była wyższa o $76,2 \text{ mm}$ od sumy opadów roku 2013 i o $121,8 \text{ mm}$ od ilości opadów w roku 2014.

Oznaczenie ilości fosforu, potasu magnezu oraz pH gleby po zbiorze kukurydzy wykonano zgodnie z procedurami badawczymi, normami: pH w KClPN-ISO 10390:1997, P_2O_5 ocena gleb mineralnych PN-R-04023:1996 – norma wycof. bez zastąp., K_2O ocena gleb mineralnych PN-R-04022:1996 + Az1: 2002 – norma wycof. bez zastąp., Mg ocena gleb mineralnych PN-R-04020:1994 + Az1: 2004.

Tab. 1. Średnia miesięczna temperatura powietrza i miesięczna suma opadów atmosferycznych w Swadzimiu w latach prowadzenia doświadczenia polowego

Lata	Temperatura [$^{\circ}\text{C}$]								Średnia Suma
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		
2012	9,3	16,3	17,0	20,0	19,8	15,0	8,6	15,4	
2013	8,9	15,6	18,4	22,0	20,2	13,2	10,8	15,6	
2014	11,4	14,6	17,9	23,2	18,8	16,0	11,2	16,1	
Lata	Opady [mm]								
2012	17,4	84,4	118,1	136,2	52,7	28,4	36,4	473,6	
2013	10,5	95,5	114,9	52,9	32,4	75,9	15,3	397,4	
2014	50,3	80,7	44,6	51,5	56,5	39,2	29,0	351,8	

Opracowanie statystyczne zebranych wyników polowych wykonano przy zastosowaniu analizy wariancji dla układów zależnych, czyli dla układów bloków zrandomizowanych kompletnych o jednostkach rozczepionych typu split-split-plot w 4 blokach. Istotność różnic oceniono na poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

3. Wyniki badań

Zawartość fosforu po zbiorze kukurydzy w istotny sposób uzależniona była wyłącznie od sposobu wysiewu

nawozu NP (tab. 2). Istotnie mniej tego składnika w glebie stwierdzono na poletkach nawożonych rzędowo, w porównaniu do obiektów z tradycyjną (rzutową) metoda aplikacji składnika (tab. 2). Należy zaznaczyć, że uzyskany wynik w ujęciu średnim dla lat został potwierdzony wyłącznie w ostatnim roku badań (2014). Był to rok charakteryzujący się najmniejszą sumą opadów dla sezonu wegetacyjnego kukurydzy, przy jednocześnie najwyższej średniej dobowej temperaturze powietrza (tab. 1).

Tab. 2. Zawartość P₂O₅ w glebie po zbiorze kukurydzy (mg·100g⁻¹ gleby)

Czynnik doświadczenia Poziomy czynnik		Lata			Średnio
		2012	2013	2014	
Sposoby siewu (A)	siew w glebę uprawianą	13,68	14,03	15,92	14,55
	siew bezpośredni w ściernisko	11,26	12,61	16,41	13,42
NIR _{0,05}		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Odmiana (B)	SY Cooky	12,56	13,66	16,02	14,08
	Drim „stay-green”	12,38	12,98	16,31	13,89
NIR _{0,05}		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Sposób wysiewu nawozu NP (C)	rzutowo	12,93	13,30	17,41	14,55
	rzędowo	12,01	13,35	14,92	13,42
NIR _{0,05}		r.n.	r.n.	2,042	0,983
Średnia		12,47	13,32	16,16	13,98

r.n. – różnica nieistotna

Zawartość potasu po zbiorze kukurydzy w istotny sposób uzależniona była od sposobu siewu kukurydzy oraz badanej odmiany (tab. 3). Istotnie mniejszą zawartość tego makroelementu w glebie stwierdzono na obiekcie z siewem w glebę uprawianą oraz dla odmiany Drim „stay-green”, w porównaniu do siewu bezpośredniego w ściernisko i mieszańca tradycyjnego SY Cooky. Różnica ta kształtowała się następująco:

6,64 i 1,54 9 mg·100g⁻¹ gleby (tab. 2). Należy stwierdzić, że niezależnie od badanych czynników doświadczenia najmniejszą zawartość potasu w glebie po zbiorze kukurydzy odnotowano w pierwszym roku badań charakteryzującym się sumą opadów na poziomie 473,6 mm, natomiast największą w ostatnim tzn. 2014, dla którego suma opadów atmosferycznych była niższa (351,8 mm).

Tab. 3. Zawartość K₂O po zbiorze kukurydzy (mg·100g⁻¹ gleby)

Czynnik doświadczenia Poziomy czynnik		Lata			Średnio
		2012	2013	2014	
Sposoby siewu (A)	siew w glebę uprawianą	13,87	13,17	12,98	13,34
	siew bezpośredni w ściernisko	16,31	18,25	25,38	19,98
NIR _{0,05}		2,652	r.n.	10,480	2,457
Odmiana (B)	SY Cooky	15,25	16,65	20,41	17,43
	Drim „stay-green”	14,93	14,77	17,96	15,89
NIR _{0,05}		r.n.	1,158	r.n.	1,088
Sposób wysiewu nawozu NP (C)	rzutowo	16,28	15,45	17,97	16,57
	rzędowo	13,90	15,97	20,40	16,75
NIR _{0,05}		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Średnia		15,09	15,71	19,18	16,66

r.n. – różnica nieistotna

Zawartość magnezu po zbiorze kukurydzy w istotny sposób uzależniona była od wyłącznie od sposobu siewu kukurydzy (tab. 4). Istotnie mniejszą zawartość tego makroelementu w glebie stwierdzono na obiekcie

z siewem w glebę uprawianą w porównaniu do siewu bezpośredniego w ściernisko. Różnica pomiędzy sposobami siewu wynosiła 0,83 mg $100g^{-1}$ gleby (tab. 4).

Tab. 4. Zawartość Mg po zbiorze kukurydzy (mg $100g^{-1}$ gleby)

Czynnik doświadczenia		Lata			Średnio
Poziomy czynnika		2012	2013	2014	
Sposoby siewu (A)	siew w glebę uprawianą	8,30	10,60	10,64	9,84
	siew bezpośredni w ściernisko	6,725	9,85	10,45	9,01
NIR _{0,05}		1,635	r.n.	r.n.	0,341
Odmiana (B)	SY Cooky	7,22	10,49	10,66	9,46
	Drim „stay-green”	7,80	9,96	10,43	9,39
NIR _{0,05}		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Sposób wysiewu na- wozu NP (C)	rzutowo	7,57	10,02	10,56	9,38
	rzędowo	7,44	10,43	10,54	9,47
NIR _{0,05}		r.n.	0,335	r.n.	r.n.
Średnia		7,51	10,22	10,22	9,43

r.n. – różnica nieistotna

W badaniach własnych pH gleby po zbiorze kukurydzy w istotny sposób zależało wyłącznie od sposobu siewu kukurydzy (tab. 5). Siew kukurydzy bezpośrednio w ściernisko skutkował zmniejszeniem pH gleby,

w porównaniu do siewu w glebę uprawianą. Różnica pomiędzy sposobami siewu wynosiła 0,19 jednostki pH (tab. 5).

Tab. 5. pH gleby po zbiorze kukurydzy (KCl)

Czynnik doświadczenia		Lata			Średnio
Poziomy czynnika		2012	2013	2014	
Sposoby siewu (A)	siew w glebę uprawianą	5,88	6,28	6,26	6,14
	siew bezpośredni w ściernisko	5,95	5,95	5,95	5,95
NIR _{0,05}		r.n.	r.n.	r.n.	0,098
Odmiana (B)	SY Cooky	5,98	6,11	6,11	6,07
	Drim „stay-green”	5,85	6,12	6,10	6,02
NIR _{0,05}		r.n.	r.n.	r.n.	r.n.
Sposób wysiewu na- wozu NP (C)	rzutowo	5,93	6,03	6,15	6,04
	rzędowo	5,90	6,20	6,06	6,05
NIR _{0,05}		r.n.	0,091	r.n.	r.n.
Średnia		5,91	6,11	6,10	6,04

r.n. – różnica nieistotna

4. Dyskusja wyników

Stosowanie nawożenia mineralnego zapewnia roślinom niezbędne składniki pokarmowe, pozwalając uzyskać optymalne pod względem jakościowym i ilościowym plony. W przeprowadzonym doświadczeniu polowym, powierzchniowe stosowanie polidapu (nie został on wymieszany z glebą) na obiekcie z siewem bezpośrednim przyczyniło się do słabszego ich wykorzystywania przez rośliny. Należy przypuszczać, że tak stosowane nawozy były znacznie bardziej podatne na większe straty azotu (nawóz N+P) w wyniku ulatniania

amoniaku niż wymieszane z glebą. Wskazują na to również Stecker i in. [4] oraz Vitosh i in. [5] i sugerują, że w warunkach prowadzenia uprawy zerowej lepszym rozwiązaniem wydaje się rzędowe stosowanie nawozów azotowych bezpośrednio do gleby. Również fosfor i potas przy stosowaniu ich tylko powierzchniowo mogły być gorzej wykorzystane przez rośliny, co w dużej mierze wiąże się ze stosunkowo wolnym przemieszczaniem w głąb profilu glebowego, dotyczącym przede wszystkim fosforu, który spośród makroelementów niezbędnych do życia roślin jest najmniej ruchliwy. Wielu autorów [6, 7, 8] stwierdziło

wyraźnie wyższą, niż przy uprawie tradycyjnej, koncentrację tych makroskładników w wierzchniej warstwie gleby nieuprawianej. Było ono szczególnie widoczne w odniesieniu do przyswajalnych form fosforu. W związku z występującymi niekorzystnymi zjawiskami w odniesieniu do stosowanych powierzchniowo nawozów mineralnych w warunkach uprawy zerowej należałoby zwrócić uwagę na możliwość dostarczenia ich bezpośrednio do gleby [9]. Raun i Barreto [10] w swoich badaniach wykazali, że umieszczenie nawozów fosforowych i potasowych w pobliżu rozwijających się korzeni roślin w warunkach uprawy zerowej może poprawić ich wykorzystanie. Podobnie Mascagni i Boquet [11], Jagła i in. [12] oraz Szulc i in. [13] wskazują na korzyści wynikające z rzędowego

nawożenia startowego N i P w warunkach uprawy zerowej kukurydzy w stosunku do powierzchniowego ich stosowania, co wykazano w badaniach własnych.

5. Podsumowanie

Rzędowa aplikacja nawozu NP zmniejszyła zawartość fosforu w glebie, w porównaniu do aplikacji rzutowej o 7,8%. Uprawa kukurydzy w siewie bezpośrednim w ściernisko skutkowałą większą zawartością potasu w profilu glebowym oraz mniejszą zawartością magnezu w glebie po jej zbiorze, w porównaniu do tradycyjnej uprawy płuznej. Jednocześnie uprawa kukurydzy w siewie bezpośrednim kukurydzy przyczyniła się do zmniejszenia pH gleby.

Bibliografia

- [1] Rafałowska M.: Influence of an agricultural farm on the effluent of phosphorus by a drainage network (In Polish). Proceedings of ECOpole, 2007, 1(1/2), 221-225.
- [2] Rauba M.: The content of nitrogen phosphorus compounds into ground waters of catchment area used agriculturally for example river Ślina (In Polish). Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych, 2009, 40, 505-512.
- [3] Andraski T.W., Bundy L.G., Brye K.R.: Crop management and corn nitrogen rate effects on nitrate leaching. Journal Environ. Quality, 2000, 29, 1095-1103.
- [4] Stecker J.A., Buchholz D.D., Hanson R.G., Vollenhaupt N.C., McVay K.A.: Broadcast nitrogen sources for no-till continuous corn and corn following soybean. Agronomy Journal, 1993, 85, 893-897.
- [5] Vitosh M.L., Johnson J.W., Mengel D.B.: Tri-state fertilizer recommendations for corn, soybeans, wheat and alfalfa. Extension biuletyn E-2567, 1995, Michigan State University Extension.
- [6] Weill A.N., Mehuy G.R., McKyes E.: Effect of tillage reduction and fertilizer type on soil properties during corn (*Zea mays* L.) production. Soil and Tillage Research, 1990, 17, 63-76.
- [7] Pierce F.J., Fortin M.C., Statom M.J.: Periodic plowing effects on soil properties in a no-till farming system. Soil Sci. Soc. Am. J. 1994, 58, 1782-1787.
- [8] Opic J.: Siew bezpośredni a właściwości chemiczne i aktywność biologiczna gleby. Postępy Nauk Rolniczych, 1996, 6, 25-33.
- [9] Szulc P.: Starter fertilization of maize as a method to improve the efficiency of nutrient application. Polish Journal of Natural Sciences, 2017, 32(4), 615-636
- [10] Raun R.W., Barreto J.H.: Regional maize yield response to applied phosphorus in Central America. Agronomy Journal, 1995, 87, 208-213.
- [11] Mascagni J.H., Boquet J.D.: Starter fertilizer and planting date effects on corn rotated with cotton. Agronomy Journal, 1996, 88, 975-981.
- [12] Jagła M., Szulc P., Ambroży-Deręgowska K., Mejza I., Kobus-Cisowska J.: Yielding of two types of maize cultivars in relation to selected agrotechnical factors. Plant Soil Environm., 2019, 65(8), 416-423.
- [13] Szulc P., Barłóg P., Ambroży-Deręgowska K., Mejza I., Kobus-Cisowska J.: In-soil application of NP mineral fertilizer as a method of improving nitrogen yielding efficiency. Agronomy, 2020, 10, 1488; doi:10.3390/agronomy10101488.

