

Nawożenie mineralne stosowane w warunkach długotrwałej uprawy zerowej prowadzi do nagromadzenia się składników pokarmowych w powierzchniowej warstwie gleby. Szczególnie dotyczy to nawożenia fosforowo-potasowego i azotowego [Ball 1995; Iragavarapu, Randall 1995; Lopez-Fando, Almendros 1995; Matowo i in. 1995, Franzluebbbers, Hons 1996; Rasmussen 1999; Włodek i in. 2003]. Nie do końca poznane są jednak konsekwencje tego zjawiska dla plonowania roślin. Celem przeprowadzonych badań było określenie wpływu głębokości umieszczania nawozu mineralnego, wieloskładnikowego w warstwie uprawnej gleby na wielkość plonów roślin.

METODY

Przeprowadzono dwa doświadczenia mikroplotkowe, po 30 poletek w każdym. Pojedyncze poletko miało kształt kwadratu o boku 1 m oraz betonowe ścianki izolacyjne do głębokości 120 cm. Sztuczny profil glebowy został utworzony 20 lat wcześniej z materiału glebowego, pochodzącego z gleby płowej występującej na polach uprawnych ZD IUNG w Jelczu-Laskowicach. Zasadnicze różnice między doświadczeniami dotyczą zwięzłości gleby. W doświadczeniu pierwszym w warstwie próchnicznej (0–30 cm) znajdował się piasek słabogliniasty, a w doświadczeniu drugim – piasek gliniasty mocny. W obu doświadczeniach zawartość składników pokarmowych w tej warstwie była podobna. Z kolei w warstwie 30–60 cm, w doświadczeniu pierwszym występował zasobny w składniki pokarmowe piasek gliniasty mocny pylasty, a w doświadczeniu drugim – uboższa w te składniki glina lekka (tab. 1).

Tabela 1. Skład granulometryczny i właściwości chemiczne gleby w doświadczeniach mikroplotkowych

Table 1. Granulometric composition and chemical properties in microplot experiments

Warstwa Layer cm	Procentowa zawartość frakcji o średnicy Percentages of fractions in diameter mm			pH w KCl	Zawartość Content mg/kg		
	1,0-0,1	0,1-0,002	<0,002		P*	K*	Mg
Doświadczenie 1 – Experiment 1							
0–30	74,0	19	7	5,5	48	90	no
30–60	58,0	26	16	4,8	42	100	102
Doświadczenie 2 – Experiment 2							
0–30	57,0	24	19	5,8	44	104	no
30–60	50,0	24	26	6,9	17	73	63

*Według Egnera-Riehma according to Egner-Riehm

No – nie oznaczano – not tested

W obu doświadczeniach stosowano następujące warianty nawozowe: I – 0,5 dawki wniesionej powierzchniowo, II – (obiekt kontrolny) pełna dawka (1,0) wniesiona powierzchniowo, III – 0,5 dawki powierzchniowo, jak w I i 0,5 dawki umieszczonej na głębokości 10 cm, IV – 0,5 dawki wniesionej powierzchniowo, jak w I i 0,5 dawki na głębokości 20 cm, V – 0,5 dawki powierzchniowo, jak w I i 0,5 dawki, na głębokości 30 cm.

W doświadczeniu pierwszym uprawiano w kolejnych latach: kukurydzę (1996), owies (1997) i żyto ozime (1998), a w doświadczeniu drugim: kukurydzę (1996), owies (1997) i pszenicę ozimą (1998).

Nawożenie stosowano jednorazowo, przedsięwzięcie w postaci Polifoski 6 (6% N, 8,74% P i 24,9% K) wysiano jednakowe dawki tego nawozu na obu doświadczeniach, z tym że pod kukurydzę dawka była wyższa (30 kg N; 43,7 kg P i 124 kg K ha⁻¹) niż pod owies, żyto ozime i pszenicę ozimą (20 kg N; 35 kg P i 99,6 kg K ha⁻¹).

Tabela 2. Średnie miesięczne i roczne temperatury powietrza (T) w °C oraz miesięczne i roczne sumy opadów (O) w mm dla Jelcza-Laskowic
Table 2. Monthly and yearly air temperature means (T) in °C and monthly and yearly rainfall sums (O) in mm at Jelcz-Laskowice

Rok Year	Miesiąc Month												Wartość roczna Year value	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		
1996	O	8,1	23,7	25,6	27,3	81,4	41,3	100,8	29,8	62,9	36,3	17,4	10,6	465,2
	T	-5,2	-4,6	-0,5	7,9	13,7	17,2	16,8	18,0	10,6	9,9	5,8	-5,2	7,1
1997	O	8,2	30,1	27,2	33,7	54,2	50,1	224,0	49,9	26,5	48,9	34,4	32,8	620,0
	T	-4,9	2,6	3,9	5,6	13,9	17,3	17,9	18,8	13,3	7,0	2,9	1,1	8,3
1998	O	41,1	22,9	40,8	46,0	27,6	91,6	117,2	41,6	94,7	82,2	30,4	17,5	653,6
	T	1,3	4,1	2,8	10,4	14,6	18,0	18,2	17,4	13,4	8,6	0,1	-0,7	9,0
1961- 2000	O	27,9	25,2	31,6	36,9	63,8	71,5	75,4	70,6	47,8	36,9	41,1	35,1	563,7
	T	-1,5	-0,3	3,3	8,2	13,4	16,6	18,1	17,6	13,5	8,8	3,7	0,2	8,5

Poletka w obu doświadczeniach (sześć powtórzeń) przygotowywano ręcznie. Po zbiorze przedplonu glebę przekopano płytka na głębokość 10 cm wyrównywano powierzchnię grabiami. Na miesiąc przed planowanym siewem roślin ozimych glebę przekopano powtórnie na głębokość 25–30 cm, a potem, w około dwa tygodnie przed wspomnianym terminem siewu nasion, stosowano nawożenie wgłębne według ustalonego schematu. Odpowiednią głębokość do zastosowania wspomnianego nawożenia uzyskiwano poprzez usunięcie materiału glebowego znajdującego się nad pożądaną głębokością, a po rozsianiu nawozu zasypywano go wybraną ziemią. Po wgłębnym wysiewie na wszystkich poletkach, zgodnie ze schematem, wniesiono nawóz powierzchniowo. Analogiczne

czynności wykonywano pod rośliny jare po głębokim przekopaniu poletek jesienią.

Rozpatrując przebieg warunków pogodowych (tab. 2) w stosunku do średniej z wielolecia, można określić je jako sprzyjające dla wegetacji kukurydzy (V–X 1996), ponieważ niedobory opadów w kwietniu były rekompensowane pewną nadwyżką w maju. Podobnie niedosyt opadów w czerwcu był zrównoważony ich nadmiarem w lipcu, a pewien deficyt opadów w sierpniu został uzupełniony ponadnormatywną ich ilością we wrześniu. Korzystnie również należy ocenić przebieg temperatur powietrza dla uprawy kukurydzy, ponieważ tylko w lipcu i we wrześniu średnia temperatura powietrza była niższa od średniej wieloletniej, odpowiednio o 1,3 i o 2,9°C.

Natomiast w okresie wegetacji owsa (IV–VIII 1997) wystąpiły niedobory opadów w maju i czerwcu, łącznie ok. 30 mm. Jednocześnie w tym czasie wystąpiły nieco wyższe od średniej z wielolecia temperatury powietrza.

Okres wegetacji żyta ozimego i pszenicy ozimej (IX 1997–VII 1998) cechował się pewnym niedoborem opadów we wrześniu 1997 r., lecz w pozostałych miesiącach tego roku były one zbliżone do normy wieloletniej, przy znacznie chłodniejszych temperaturach powietrza. Jednak w następnym roku w styczniu i lutym średnie miesięczne temperatury były plusowe, z wyjątkiem marca, kiedy było nieco chłodniej (o 0,5°C). Pozostałe miesiące wegetacji odznaczały się wyższymi temperaturami powietrza, zwłaszcza dotyczy to kwietnia, maja i czerwca. Opady, z wyjątkiem maja, były dostateczne, ponieważ w kwietniu i czerwcu było ich ponad 30 mm więcej, niż wynikałoby to z normy wieloletniej. Można zatem sądzić, że testowane w tym sezonie rośliny miały warunki pogodowe sprzyjające wegetacji.

WYNIKI

Plony roślin (tab. 3) uzyskane na glebie lekkiej (dośw. 1) świadczą o istotnym korzystnym wpływie głębszego umieszczania nawozu wieloskładnikowego. Efekt ten otrzymano na skutek wglębnego wprowadzania tylko połowy dawki nawozu. Jeśli został on umieszczony na powierzchni (ob. II), to wzrost plonowania testowanych roślin na glebie lekkiej wynosił od 4% do 17%, zaś przy głębszym umieszczaniu (ob. III–V) od 15% do 29% wielkości plonów uzyskiwanych z poletek obiektu I. Na glebie średniej wzrost plonów wynosił odpowiednio od 8 do 14% i od 21% do 36%. Czyli rzeczywisty maksymalny przyrost plonów spowodowany tylko głębokością wynosił 11–12% na glebie lekkiej i ok. 13–22% na glebie średniej. Z tego można sądzić, że o sile oddziaływania głębszego nawożenia na plonowanie roślin decyduje gatunek gleby. Wnikając

Tabela 3. Wpływ nawożenia mineralnego stosowanego na różnej głębokości w warstwie uprawnej gleby lekkiej i średniej na plony roślin

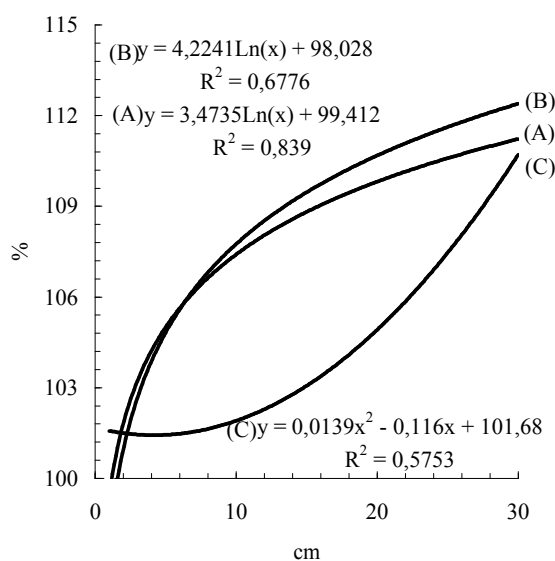
Table 3. Effect of mineral fertilization used at different depth of light and medium soil of arable layer on plant yield

Obiekt Treatment	Gleba lekka Light soil			Gleba średnia Medium soil		
	kukurydza maize	owies oats	żyto oz. winter rye	kukurydza maize	owies oat	pszenica oz. winter wheat
	g m ⁻²					
I*	1340	496	492	1540	425	393
II	1517	518	576	1659	494	448
III	1634	550	620	1736	503	476
IV	1693	572	608	1868	545	452
V	1523	569	634	1836	577	502
NIR _(0,05) LSD _(0,05)	152	53	51	154	50	32

* objaśnienie w metodyce Explanation in methods

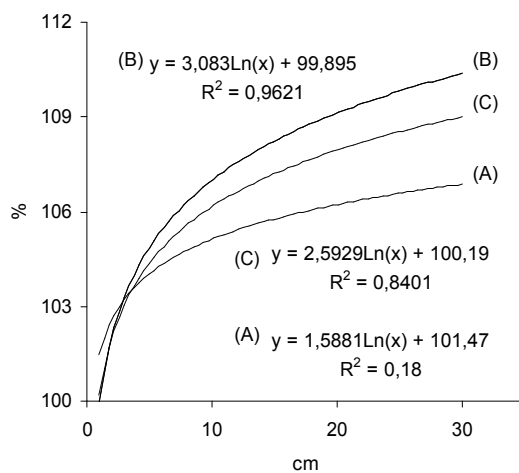
jednak szczegółowiej w to zagadnienie, wydaje się, że miała na to wpływ niższa zasobność gleby średniej (dośw. 2) w P, K i Mg na głębokości 30–60 cm niż gleby lekkiej (dośw. 1) na tej głębokości (tab. 1). Dlatego wprowadzenie pewnej dawki nawozu fosforowo-potasowego na głębokości 30 cm wzbogaciło podłoże gleby średniej i przyczyniło się do wzrostu plonów. Natomiast na glebie lekkiej (tab. 1) podłoże (30–60 cm) było zasobne w takim samym stopniu, jak warstwa próchniczna (0–30 cm). Korzenie roślin penetrując podłoże gleby lekkiej miały więcej składników pokarmowych i efekt dodatkowego nawożenia nie miał tutaj tak silnego plonotwórczego znaczenia, jak miało to miejsce w przypadku gleby średniej.

Innym godnym odnotowania spostrzeżeniem jest indywidualna reakcja poszczególnych gatunków roślin na umieszczanie nawozu w głębszych warstwach gleby. Wyznaczone dla testowanych gatunków linie trendu, przedstawione na rycinie 1 (dla gleby lekkiej) i rycinie 2 (dla gleby średniej), informują, że rośliną najsilniej dodatnio reagującą w plonach na głębsze nawożenie był na obu glebach owies. Nie można jednak z całą pewnością stwierdzić, że jest to tylko wynik specyfiki tej rośliny. Najprawdopodobniej przyczynił się do tego również przebieg opadów w okresie wegetacji owsa w roku 1997. (tab. 2). Niedostateczna ilość opadów w maju i czerwcu, czyli miesiącach największego zapotrzebowania owsa na wodę [Dzieżyc 1967], prawdopodobnie powodowała silniejszy wzrost i głębszą penetrację korzeni. Dzięki temu mogły one wykorzystywać większe ilości wody i dostarczone składniki pokarmowe, co przyczyniło się do wydania wyższego plonu. Dlatego można sądzić, że większy przyrost plonów owsa niż innych roślin (ryc. 1 i 2) jest prawdopodobnie wynikiem przebiegu pogody, tj. niedostatecznej ilości opadów w maju i czerwcu 1997 r.



Rycina 2. Wpływ nawożenia mineralnego stosowanego na różnych głębokościach (cm) w warstwie uprawnej gleby średniej na plony roślin w% (100% = obiekt II); A – kukurydza, B – owies, C – pszenica ozima

Figure 2. Effect of mineral fertilization applied at different depths (cm) of arable layer of medium soil on plant yields in % (100% = object II); A – maize, B – oat, C – winter wheat



Rycina 1. Wpływ nawożenia mineralnego stosowanego na różnych głębokościach (cm) w warstwie uprawnej gleby lekkiej na plony roślin w % (100% = obiekt II); A – kukurydza, B – owies, C – żyto ozime

Figure 1. Effect of mineral fertilization applying in different depths (cm) of arable layer of light soil on plant yields in % (100% = object II); A – maize, B – oat, C – winter rye

W tradycyjnym systemie uprawowym potrzeba wprowadzania nawożenia fosforowo-potasowego do głębszych poziomów warstwy uprawnej gleby, dostrzegana jest w praktyce rolniczej i realizowana poprzez przyorywanie nawozów jesienią, co jest również zgodne z zaleceniami agrotechnicznymi IUNG [Borowiecki i in. 1998, Pawłowska 1994]. Przedstawione wyniki potwierdzają słuszność tych zaleceń i dokumentują nieracjonalność nawożenia fosforowo-potasowego na powierzchnię, co jest koniecznością w przypadku stosowania tzn. uprawy zerowej. Można zatem sądzić, że permanentne stosowanie takiej uprawy prowadzi do zmniejszenia efektywności nawożenia mineralnego i z tego względu uprawa zerowa powinna być stosowana przemiennie z uprawą płuzną lub inną, zapewniającą głębsze wymieszanie nawozów fosforowo-potasowych w profilu glebowym. Jest to szczególnie ważne w latach cechujących się występowaniem niedoboru opadów w okresach największego zapotrzebowania roślin w wodę.

WNIOSKI

1. Stosowanie nawozu wieloskładnikowego (Polifoska 6) w ilości: 0,5 dawki powierzchniowo oraz 0,5 dawki na głębokości 10, 20 lub 30 cm wpływało istotnie na wzrost plonów testowanych roślin w porównaniu z zastosowaniem całej dawki na powierzchnię, zarówno na glebie lekkiej, jak i średniej.

2. Dodatni związek korelacyjny między głębokością umieszczania w glebie nawozu a plonami roślin jest uwarunkowany głównie przebiegiem pogody, zwłaszcza opadów. Przy ich niedoborze zaznacza się wyraźny dodatni wpływ głębszego umieszczania nawozów NPK w profilu glebowym.

PIŚMIENNICTWO

- Ball B.C. 1995. Soil responses to tillage and their environmental implications in Scotland. Proceedings of the EC-WORKSHOP – II – Experience with the applicability of no-tillage crop production in the west-european countries. Silsoe, 15–17 May, 1995, 7–16.
- Borowiecki J., Lipski S., Machul M., Brzóska F. 1998. Uprawa i użytkowanie kukurydzy pastewnej na ziarno i CCM, Instrukcja upowszechnieniowa, 66/98, IUNG, Puławy, 58.
- Dziężyk J. 1967. Deszczowanie roślin, PWRiL, Warszawa, 323.
- Franzluebbers A.J., Hons F.M. 1996. Soil-profile distribution of primary and secondary plant-available nutrients under conventional and no tillage. Soil Till. Res. 39, 229–239.
- Iragavarapu T.K., Randall G.W. 1995. Yield and nitrogen uptake of monocropped maize from a long-term tillage experiment on a poorly drained soil. Soil Till. Res. 34, 145–156.

- Lopez-Fando C., Almendros G. 1995. Interactive effects of tillage and crop rotations on yield and chemical properties of soils in semi-arid central Spain. *Soil Tillage Res.* 36, 45–57.
- Matowo P.R., Pierzynski G.M., Withney D., Lamond R.E. 1999. Soil chemical as influenced by tillage and nitrogen source, placement, and rates after 10 years of continuous sorghum. *Soil Till. Res.* 50, 1, 15–19.
- Pawłowska J. 1994. Zalecenia Agrotechniczne, Technologie uprawy roślin, Owies, P (56/9), IUNG, Puławy, 29.
- Rasmussen K.J. 1999. Impact of ploughless soil tillage on yield and soil quality: A Scandinavian review. *Soil Till. Res.* 53, 1, 3–14.
- Włodek S., Hryńczuk B., Pabin J., Biskupski A. 2003. Zawartość składników pokarmowych w warstwach poziomym próchnicznym gleby uprawianej różnymi sposobami. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 493, 727–732.