

PRZYDATNOŚĆ OBORNIKA DO REGENERACJI GLEB BARDZO KWAŚNYCH, UBOGICH W PRÓCHNICĘ ORAZ WYCZERPANYCH ZE SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH

CZĘŚĆ II

PLONOWANIE ROŚLIN I POBRANIE SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH

Stanisław Mercik², Michał Stępień¹, Wojciech Stępień¹

¹ Katedra Nauk o Środowisku Glebowym, Zakład Chemii Rolniczej,
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

² Wszechnica Mazurska w Olecku

Wstęp

W pierwszej części niniejszej pracy [MERCIK i in. 2004] omówiono najważniejsze właściwości gleb, kształtujące się w warunkach wieloletniego pomijania w nawożeniu Ca, N, P lub K, oraz efekty czterokrotnego stosowania obornika na takich glebach. Rozpatrywanie poszczególnych właściwości gleb nie wystarcza do oceny ich produktywności. Plonowanie roślin jest bowiem skutkiem współdziałania wielu właściwości gleb. Plony roślin mogą być stosunkowo wysokie przy wyłącznym nawożeniu mineralnym nawet na gorszych glebach, jeżeli dostarcza się z nim poszczególne składniki pokarmowe w ilości zgodnej z wymaganiami pokarmowymi roślin. W optymalnych warunkach pogodowych i glebowych wpływ obornika na plonowanie roślin jest stosunkowo niewielki [ŁABĘTOWICZ i in. 1999]. Znacznie większy wpływ wywiera obornik na plony w warunkach nieprawidłowego stosowania nawozów mineralnych. Przykładem mogą być gleby silnie zakwaszone na skutek zaniechania wapnowania lub przy nawożeniu niezrównoważonym, w którym pomija się stosowanie jednego lub więcej głównych składników pokarmowych [KUSZELIŃSKI, ŁABĘTOWICZ 1989; BLECHARCZYK 1999; ELLMER i in. 1999; KÖRSCHIENS 1999; ŁABĘTOWICZ i in. 1999; MERCIK i in. 1999].

Wydaje się, że jedną z głównych przyczyn stosunkowo niskich plonów roślin uprawnych w Polsce jest nadmierne zakwaszenie gleb. Stan ten może się w przyszłości nawet pogarszać ze względu na wstrzymanie dopłat Państwa do nawozów wapniowych. Z tego powodu ważnym sposobem złagodzenia ujemnych skutków silnego zakwaszenia gleb dla roślin może być nawożenie organiczne.

Autorzy niniejszej publikacji dysponują polami w doświadczeniach wieloletnich, na których gleby na poszczególnych obiektach są skrajnie wyczerpane z poszczególnych składników pokarmowych oraz bardzo kwaśne. Dzięki temu istnieje możliwość zbadania wpływu kilkakrotnego zastosowania obornika na pro-

dukcyjność takich gleb.

W niniejszej publikacji omówiono średnie plony główne żyta i ziemniaków z lat 1992–1999 oraz plony roślin otrzymane w kolejnych latach po ostatnim zastosowaniu obornika: ziemniaka (2000), pszenżyta jarego (2001) i żyta (2002). Omówiono również pobranie N, P i K przez te rośliny w latach 2000–2002 oraz zależności pomiędzy plonami roślin, a najważniejszymi właściwościami gleb (korelacje proste).

Material i metody badań

Schemat doświadczenia został szczegółowo omówiony w *cz.* I niniejszej publikacji [MERCIK i in. 2004]. Należy jednak przypomnieć, że na badanych polach (AF 1 i AF 2) od 1923 r. stosuje się zmianowanie dowolne bez roślin motylkowych. W zmianowaniu tym uprawia się przede wszystkim zboża i ziemniaki. Na omawianych polach stosuje się nawożenie mineralne według schematu: CaNPK, NPK, PK, NP i NK. Azot stosuje się co roku ($90 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$) w formie siarczanu amonowego i stąd na obiektach niewapnowanych gleba jest bardzo kwaśna (pH około 3,5 lub nawet mniej). Na polu AF 1 nie stosuje się obornika od 1923 r. do chwili obecnej, natomiast na polu AF 2 od 1992 r. nawóz ten zastosowano czterokrotnie w dawkach średnio po $30 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

W latach 2000–2002 z obydwu pól pobrano próbki materiału roślinnego: bulw ziemniaka (2000) oraz ziarna i słomy pszenżyta jarego (2001) i żyta (2002). W próbkach tych po uprzednim wysuszeniu (ziemniaki) lub podsuszeniu (zboża), zmieleniu i zmineralizowaniu roślin, oznaczono:

- ogólną zawartość azotu, zmodyfikowaną metodą Kjeldahla;
- ogólną zawartość fosforu, metodą wanadowo- molibdenową;
- ogólną zawartość potasu, metodą emisyjnej spektrometrii atomowej.

Spśród roślin uprawianych na badanych polach (AF) omówiono plon żyta, pszenżyta jarego i ziemniaka (tab. 1). Aby wykazać zmiany produktywności gleb w czasie 10 lat zestawiono osobno średnie plony roślin w początkowych latach po wprowadzeniu obornika (1992–1999) oraz w latach po ostatnim zastosowaniu tego nawozu na polu AF 2 (2000–2002).

Wyniki i dyskusja

Plonowanie roślin

Na polu bez obornika (AF 1) i przy stosowaniu nawożenia głównymi makroskładnikami (CaNPK i NPK) oraz przy nawożeniu NP (w latach 1992–1999) plon żyta przewyższał średnią krajową. Plon ziemniaka na tym samym polu jedynie przy nawożeniu CaNPK w latach 1992–1999 był podobny do średniego plonu w Polsce. Na pozostałych obiektach plony ziemniaków i żyta, a także plon pszenżyta jarego były przeważnie niższe od średnich krajowych. Wzrost zakwaszenia gleby z pH około 4,8 (na CaNPK) do pH około 3,4 (na NPK) na polu bez obornika, spowodował pięciokrotne obniżenie plonów pszenżyta jarego (2001) i dwukrotne – ziemniaka. Plon żyta na obiekcie NPK w porównaniu z CaNPK były niższe tylko o 12% w latach 1992–1999 i o 23% w 2002 r. Stosun-

kowo słaba reakcja żyta na brak systematycznego wapnowania wskazuje na to, że znacznie lepiej znosi ono silne zakwaszenie gleby niż ziemniak i pszenżyto jare. Jest to zgodne z wynikami otrzymanymi przez wielu innych autorów [GORALSKI 1968; MERCIK, STĘPIEŃ 1994; KUSZCZEWSKI i in. 1995]. Podawane przez niektórych autorów optymalne wartości pH gleby dla ziemniaka i żyta wskazują jednak, że ta pierwsza roślina lepiej znosi silne zakwaszenie gleby [CZUBA i in. 1996; ZAWADZKI i in. 1999].

Tabela 1; Table 1

Plony roślin w latach 1992–1999 i 2000–2002 w zależności od wieloletniego (od 1923) nawożenia mineralnego oraz nawożenia obornikiem od 1992 r. (t·ha⁻¹)

Yields of plants in years 1992–1999 and 2000–2002 depending on long term (since 1923) mineral fertilization and farmyard manure (FYM) fertilization since 1992 (t·ha⁻¹)

Rośliny, ilość lat uprawy po 1992 r. lub rok Plants, number of years of growing since 1992 or year	Nawożenie obornikiem Fertilization with FYM	Nawożenie mineralne od 1923 r. Mineral fertilization since 1923					Średnia Mean
		CaNPK	NPK	PK	NP	NK	
Ziemniak, bulwy, 3 lata Potatoes, tubers, 3 years (1992–1999)	0	20,05	8,92	11,74	9,14	9,89	11,95
	obornik; FYM	17,08	13,91	11,90	11,67	11,10	13,13
	przyrost % increase %	- 15	+ 56	+ 1	+ 28	+ 12	+ 10
Żyto, ziarno, 2 lata Rye, grain, 2 years (1992–1999)	0	3,90	3,45	1,14	2,97	1,79	2,65
	obornik; FYM	4,69	3,69	2,16	3,65	3,02	3,44
	przyrost % increase %	+ 20	+ 7	+ 90	+ 23	+ 69	+ 30
Ziemniak, bulwy, 2000 Potatoes, tubers, 2000	0	16,7	7,2	5,2	5,7	3,0	7,6
	obornik; FYM	23,1	14,5	12,4	14,8	10,9	15,1
	przyrost % increase %	+ 38	+ 101	+ 139	+ 160	+ 263	+ 99
Pszenżyto jare, ziarno, 2001 Spring triticale, grain, 2001	0	2,06	0,42	0,63	0,13	0,13	0,67
	obornik; FYM	2,50	0,68	0,88	0,50	0,51	1,01
	przyrost % increase %	+ 21	+ 62	+ 40	+ 285	+ 292	+ 51
Żyto, ziarno, 2002 Rye, grain, 2002	0	3,22	2,48	1,05	1,19	0,34	1,66
	obornik; FYM	3,58	3,47	1,50	3,33	2,61	2,90
	przyrost % increase %	+ 11	+ 40	+ 43	+ 180	+ 668	+ 75

Bardzo różne są skutki braku jednego z podstawowych składników pokarmowych w nawożeniu. Schemat doświadczenia utrudnia wnioskowanie dotyczące skutków niedoboru azotu, przy nawożeniu PK, w stosunku do pełnego nawożenia mineralnego bez wapnowania (NPK). Porównywane obiekty różnią się bowiem nie tylko zaopatrzeniem roślin w azot, ale również stanem zakwaszenia gleb. Można natomiast wnioskować o wpływie braku fosforu (NK) i potasu (NP) na plonowanie roślin w warunkach bardzo silnego zakwaszenia. Przy podobnych wartościach pH na obiektach NPK, NP i NK, brak każdego z tych składników pokarmowych (P lub K) podobnie ograniczał plonowanie ziemniaka i pszenżyta,

zaś żyto znacznie silniej reagowało na niedobór fosforu niż potasu. Należy tu również podkreślić, że przy nawożeniu PK, NP i NK otrzymywano znacznie niższe plony wszystkich roślin w latach 2000–2002 niż w latach 1992–1999. Wyniki te wskazują na stosunkowo szybko postępującą degradację gleb niekompletnie nawożonych, co potwierdzają wyniki innych badaczy, którzy zaobserwowali szybką degradację gleb lżejszych, niekompletnie nawożonych i niewapnowanych [WENGLIKOWSKA-NIEDŹWIECKA 1987; KUSZELEWSKI, ŁABĘTOWICZ 1989; KRIEŻEŁ, PARYLAK 1993; KUSZELEWSKI i in. 1995; ELLMER i in. 1999].

Głównym celem niniejszej pracy jest jednak zbadanie wpływu obornika zastosowanego czterokrotnie na plony roślin na glebach silnie zakwaszonych i wyczerpanych ze składników pokarmowych. Nawóz ten nie tylko dostarcza do gleby składniki pokarmowe, ale również łagodzi skutki zbyt silnego zakwaszenia. [WENGLIKOWSKA 1986; KUSZELEWSKI, ŁABĘTOWICZ 1989; BLECHARCZYK 1999; ŁABĘTOWICZ i in. 1999]. Jak wynika z pierwszej części pracy [MERCIK i in. 2004], pozytywny wpływ obornika na glebie bardzo kwaśnej może polegać przede wszystkim na zmniejszeniu toksycznego oddziaływania glinu. W naszych badaniach dawki N, P i K w nawozach mineralnych są wystarczające przy nawożeniu CaNPK i NPK, dlatego wpływ obornika na plony polega tu nie tyle na dostarczaniu roślinom składników pokarmowych, ile raczej na poprawieniu właściwości fizycznych i fizykochemicznych gleby. Na obiekcie o wyższej wartości pH (CaNPK) obornik zwiększał plon żyta o 11–20%, pszenżyta jarego o 21%, a ziemniaków w roku 2000 – o 38%. W latach 1992–1989 obornik nawet zmniejszył plon ziemniaka. Wyjaśnieniem takiej sytuacji może być fakt, że obornik w tym okresie zastosowano 2 razy nie jesienią a wiosną, co mogło spowodować przesuszenie gleby i opóźnienie sadzenia. Na glebie bardziej zakwaszonej (NPK) obornik zwiększył plony wszystkich roślin w większym stopniu niż na CaNPK. Szczególnie plon ziemniaka był wyższy o 56–100%. Wyniki te potwierdzają informacje innych autorów, że obornik lepiej działa na glebach silnie zakwaszonych niż mniej kwaśnych [WENGLIKOWSKA 1986; KUSZELEWSKI, ŁABĘTOWICZ 1989; ŁABĘTOWICZ i in. 1999].

Stosunkowo małe było zakwaszenie gleby przy nawożeniu PK i dlatego można przypuszczać, że obornik działał tu głównie jako źródło azotu. Efekt takiego oddziaływania obornika na plony roślin był duży, za wyjątkiem ziemniaka w latach 1992–1999. Przy nawożeniu NP i NK gleby są nie tylko bardzo kwaśne, ale również ubogie w potas lub fosfor. Z tego powodu pozytywne działanie obornika na tych obiektach polega prawdopodobnie zarówno na łagodzeniu silnego zakwaszenia gleby, jak również na dostarczeniu do gleby składników pokarmowych znajdujących się w niedoborze. Otrzymane wyniki wskazują, że działanie obornika na plon żyta było znacznie większe na glebie wyczerpanej z fosforu (NK) niż potasu (NP). Natomiast ziemniaki i pszenżyto jare reagowały podobnie na obornik na obydwu obiektach.

W podsumowaniu można stwierdzić, że działanie obornika na plony było tym większe, im gleba była bardziej zdegradowana, bardzo kwaśna i wyczerpana ze składników pokarmowych.

Pobranie składników pokarmowych

Sumaryczne pobranie azotu, fosforu i potasu przez części użytkowe roślin uprawianych w latach 2000–2002 (ziemniaki, pszenżyto jare i żyto) podano w tabeli 2. Pobranie tych składników uzależnione było głównie od poziomu plonowania, a w znacznie mniejszym stopniu od zawartości składników w roślinach. Z

tego powodu oddziaływanie nawozów mineralnych i obornika na pobranie składników pokarmowych było podobne, jak na plonowanie roślin.

Tabela 2; Table 2

Łączne pobranie azotu, fosforu i potasu w latach 2000–2002 ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)
Nitrogen, phosphorus and potassium uptake in years 2000–2002 ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Składnik pokarmowy Nutrient	Nawożenie obornikiem Fertilization with FYM	Nawożenie mineralne od 1923 r. Mineral fertilization since 1923					Średnia Mean
		CaNPK	NPK	PK	NP	NK	
Azot; Nitrogen	0	158,6	93,7	49,7	58,1	22,2	76,5
	obornik; FYM	212,0	143,6	88,0	137,0	108,2	137,8
Fosfor; Phosphorus	0	27,7	14,1	10,5	7,4	3,3	12,6
	obornik; FYM	33,1	22,3	17,5	20,0	14,9	21,6
Potas; Potassium	0	145,3	75,4	46,6	38,4	21,1	65,4
	obornik; FYM	202,2	130,2	101,2	117,8	99,9	130,3

Na polu bez obornika i przy nawożeniu NPK rośliny pobrały tylko o $44 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ więcej niż przy nawożeniu PK, a na polu z obornikiem różnica ta wynosiła $55 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Przy takim pobraniu wykorzystanie N z nawozów mineralnych na bardzo kwaśnej glebie wynosiło tylko 16–20% w stosunku do dawki wynoszącej $270 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$. Wynika z tego, że obornik nieznacznie tylko poprawił wykorzystanie azotu z siarczanu amonu. Licząc średnio ze wszystkich obiektów nawożenia mineralnego rośliny pobrały o $61 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ więcej na polu z obornikiem niż na polu bez tego nawozu. Dawka azotu w oborniku zastosowanym w 1999 r. wynosiła około $150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$. Z zestawienia tych danych wynika, że azot z obornika był wykorzystany w znacznie większym stopniu (41%) niż z nawozów mineralnych. Największe pobranie azotu z obornika otrzymano na obiektach NP i NK – odpowiednio 53 i 57%.

Na polu bez obornika i przy nawożeniu NPK rośliny pobrały o $10,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ więcej P niż przy nawożeniu NK, natomiast na polu z obornikiem tylko o $7,4 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ więcej. Uwzględniając 3-letnią dawkę fosforu w superfosfacie wynoszącą $78 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ można wyliczyć, że wykorzystanie P z tego nawozu wynosiło jedynie 9,5–13,8%. Przyczyną tak niskiego wykorzystania fosforu z superfosfatu jest zapewne silne zakwaszenie gleb [MOSKAL 1979]. Na polu z obornikiem rośliny pobrały średnio o $9 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ więcej niż na polu bez tego nawozu. Porównując to z dawką fosforu wniesioną z obornikiem, wynoszącą $42 \text{ kg P}\cdot\text{ha}^{-1}$ można wyliczyć, że wykorzystanie P z obornika wynosiło 21%. Podobnie jak w przypadku azotu, największe wykorzystanie fosforu z obornika otrzymano przy nawożeniu NP i NK.

Na polu bez obornika i przy nawożeniu NPK rośliny pobrały o $37 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$ więcej niż przy nawożeniu NP, natomiast na polu bez obornika różnica w pobraniu potasu pomiędzy tymi kombinacjami wynosiła tylko $12,4 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$. Uwzględniając zastosowaną w ciągu 3 lat dawkę K w soli potasowej ($273 \text{ kg K}\cdot\text{ha}^{-1}$), stanowi to odpowiednio 14 lub 5% wykorzystania. Tak małe wykorzystanie potasu z soli potasowej na polu z obornikiem wynika z tego, że przy bardzo niskich plonach rośliny pobierały znaczne ilości K z tego nawozu. Licząc średnio ze wszystkich obiektów rośliny pobrały o $64,9 \text{ kg}$ więcej K na polu z obornikiem niż na

polu bez tego nawozu. Z obornikiem dostarczono do gleby 177 kg K·ha⁻¹, a wykorzystanie potasu z tego nawozu wyniosło średnio 37%. Wykorzystanie to było największe na obiektach NP i NK, podobnie jak wykorzystanie azotu i fosforu.

Należy podkreślić, że największe wykorzystanie N, P i K z obornika na obiektach NP i NK wynika nie tylko z dostarczenia składników pokarmowych przez ten nawóz, ale przede wszystkim ze złagodzenia toksycznego działania glinu i innych skutków silnego zakwaszenia gleby.

Zależności pomiędzy plonami a właściwościami gleby

Aby ocenić istotność związku pomiędzy plonami ziemniaka (2000), pszenżyta jarego (2001) i żyta (2002), a najważniejszymi właściwościami gleby omówionymi w I części pracy [MERCİK i in. 2004], obliczono współczynniki korelacji prostej pomiędzy tymi cechami (tab. 3).

Tabela 3; Table 3

Współczynniki korelacji (r) pomiędzy plonami ziemniaka (2000), pszenżyta jarego (2001) i żyta (2002) a właściwościami gleb
Coefficients of correlation between thw yields of potatoes (2000), spring triticale (2001) and rye (2002) and the soil properties

Właściwości gleb; Soil properties	Ziemniak Potatoes	Pszenżyto jare Spring triticale	Żyto; Rye
C organiczny; Organic C	0,56	r.n.; n.s.	0,75
N ogólny; Total N	0,55	r.n.; n.s.	0,79
pH _{KCl}	0,54	0,79	0,42
Hh (mmol·kg ⁻¹)	-0,37	-0,68	r.n.; n.s.
Wymienny Al; Exchangeable Al	-0,55	-0,75	r.n.; n.s.
Wymienny Ca; Exchangeable Ca	0,58	0,84	0,51
Wymienny Mg; Exchangeable Mg	0,65	0,86	0,53
Wymienny K; Exchangeable K	r.n.; n.s.	r.n.; n.s..	r.n.; n.s.
T (CEC)	0,52	0,56	0,71
%H w T; % H in CEC	-0,53	-0,80	-0,42
%Al w T; % Al in CEC	-0,59	-0,77	r.n.; n.s.
P przyswajalny; Available P	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.	r.n.; n.s.
K przyswajalny; Available K	r.n.; n.s..	0,72	0,48

Hh – kwasowość hydrolityczna; hydrolitic acidity

T – pojemność sorpcyjna; exchange capacity

Wartości tych współczynników potwierdzają, że pszenżyto jare i ziemniak są bardziej wrażliwe na zakwaszenie gleby niż żyto. W szczególności dla tej pierwszej rośliny otrzymano najwyższe i ujemne współczynniki korelacji pomiędzy plonem ziarna a kwasowością hydrolityczną i zawartością glinu wymiennego oraz wysyceniem kompleksu sorpcyjnego wodorem i glinem, a także wysoki dodatni współczynnik dla pH gleby. Ziemniak nieco słabiej reagował na wymienione właściwości gleby, na co wskazują niższe wartości współczynników korelacji. Żyto najslabiej reagowało na stan zakwaszenia gleby. Otrzymano bowiem najmniejsze współczynniki korelacji między plonami tej rośliny z wartościami pH i brak kore-

lacji z kwasowością hydrolityczną i zawartością glinu wymiennego. Stwierdzono również istotne i dodatnie korelacje pomiędzy plonami wszystkich roślin a zawartością wymiennych form wapnia i magnezu w glebie. Na niedobór tych kationów najsilniej reagowało pszenżyto jare, a najslabiej żyto, co jest zgodne ze zróżnicowaną wrażliwością tych roślin na zakwaszenie gleby. Wszystkie 3 rośliny (ziemniak, pszenżyto i żyto) w większym stopniu reagowały na niską zawartość magnezu wymiennego, co jest ważnym wtórnym skutkiem zakwaszenia gleby [NIEDŹWIECKI, KOĆMIT 1988; TOMASZEWICZ 1998].

Plon żyta był w największym stopniu związany z zawartością węgla organicznego, azotu ogólnego oraz pojemnością sorpcyjną gleby. Wszystkie te cechy na glebach o zbliżonym uziarnieniu wiążą się z zawartością próchnicy, której źródłem do 1992 r. były tylko resztki poźniwne. Resztek tych było więcej na tych obiektach, na których uzyskiwano wyższe plony. Wobec tego trudno jest rozstrzygnąć, czy zawartość materii organicznej w glebie była przyczyną wyższego plonu żyta, czy to raczej wyższy plon żyta i innych roślin był przyczyną wyższej zawartości próchnicy w glebie. Niskie współczynniki korelacji otrzymano pomiędzy plonami a zawartością przyswajalnych form fosforu. Wynika z tego, że zawartość tego składnika w glebie nie była głównym czynnikiem ograniczającym plony w omawianych badaniach. Jak podają BEDNAREK i LIPIŃSKI [1996] silna reakcja roślin na nawożenie fosforem na glebach kwaśnych może wynikać nie tylko z dostarczanie tego składnika do gleby, ale również z unieruchamiania glinu przez ten nawóz.

Wnioski

1. Spośród uprawianych roślin, żyto najlepiej znosi bardzo silne zakwaszenie gleby, znacznie gorzej – ziemniak, a najgorzej – pszenżyto jare.
2. Wpływ obornika na plonowanie roślin jest tym większy, im gleba jest bardziej zakwaszona i wyczerpana ze składników pokarmowych.
3. Przy niskim plonowaniu roślin oraz w warunkach silnego zakwaszenia gleby i wysokiego nawożenia mineralnego, wykorzystanie składników pokarmowych z nawozów mineralnych może być znacznie niższe niż z obornika.
4. Wykorzystanie N, P i K z obornika może być znacznie wyższe przy braku nawożenia tymi składnikami niż przy kompletnym nawożeniu mineralnym.
5. Plony ziemniaka i pszenżyta mogą być najsilniej skorelowane z właściwościami gleby związanymi z jej zakwaszeniem, a plon żyta – z zawartością próchnicy.

Literatura

BEDNAREK W., LIPIŃSKI W. 1996. *Oddziaływanie nawożenia mineralnego i wapnowania na fizykochemiczne właściwości gleby lekkiej, plonowanie oraz niektóre cechy jęczmienia jarego*. Roczn. Glebozn. XLVII: 109–105.

BLECIARCZYK A. 1999. *Forty-years of fertilizing experiment in Brody with crops grown*

continuously and in crop rotation. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 465: 261–272.

CZUBA R. (red.) 1996. *Nawożenie mineralne roślin uprawnych.* Police: 413 ss.

ELLMER F., BAUMECKER M., SCHWEITZER K. 1999. *Soil organic matter and P, K balances in the nutrient deficiency experiment at Thyrow (Germany) after 60-years.* *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 465: 93–102.

GORALSKI J. 1968. *Żywnienie roślin i nawożenie.* PWRiL Warszawa: 341 ss.

KÖRSCHIENS M. 1999. *Yield and quality of products depending on different fertilization in the last 20 years in the static fertilization experiment at Bad Lauschtadt.* *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 465: 25–38.

KREŻEL R., PARYLAK D. 1993. *Wpływ zróżnicowanego poziomu nawożenia mineralnego na warunki siedliskowe i plonowanie roślin zbożowych na glebie lekkiej.* *Zesz. Nauk. AR Kraków* 277(37): 287–297.

KUSZELEWSKI L., ŁABĘTOWICZ J., KORC M. 1995. *Dynamika plonowania i zmiany w składzie kompleksu sorpcyjnego przy różnych systemach nawożenia na glebie lekkiej.* *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 421a: 239–243.

KUSZELEWSKI L., ŁABĘTOWICZ J. 1989. *Wpływ zróżnicowanego nawożenia (N, P, K, Ca) na plony jęczmienia jarego i ziemniaków w świetle trwałego doświadczenia nawozowego na glebach lekkich.* *Sem. Nauk. „Czynniki zwiększające działanie nawozów”, Warszawa* 30–31 V 1989, Wyd. SGGW Warszawa: 30–39.

ŁABĘTOWICZ, J., KUSZELEWSKI L., KORC M., SZULC W. 1999. *Znaczenie nawożenia organicznego dla trwałości plonów i równowagi jonowej gleby lekkiej.* *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 465: 123–134.

MERCIK S., STĘPIEŃ W. 1994. *Effect of long- and short – term liming on soil and plants.* *Polish Journal of Soil Science* Vol. XXVII/I: 79–86.

MERCIK S., STĘPIEŃ W., GĘBSKI M. 1999. *Yields of plants and some chemical properties of soil in 75-years field experiments in Skierniewice.* *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 465: 39–49.

MOSKAL S. 1979. *Środowisko przyrodnicze a nawożenie,* w: *Nawożenie.* Czuba R. (red.) PWRiL Warszawa: 420 ss.

MERCIK S., STĘPIEŃ M., PIETRZAK S. 2004. *Przydatność obornika do regeneracji gleb bardzo kwaśnych, ubogich w próchnicę i wyczerpanych ze składników pokarmowych.* *Cz. I. Właściwości gleb.* *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 499: 253–260.

NIEDŹWIECKI E., KOĆMIT A. 1988. *Współdziałanie nawożenia mineralnego z organicznym w kształtowaniu żyzności gleby przy intensyfikacji produkcji roślinnej na Pomorzu Zachodnim* *Mat. konf. „Nawozy Organiczne” Szczecin IX 1998, z. 1:* 110–117.

TOMASZEWICZ T. 1998. *Wybrane właściwości chemiczne gleb uprawnych jako wskaźnik ich degradacji.* *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 460: 651–660.

WENGLIKOWSKA E. 1986. *Porównanie wpływu wieloletniego nawożenia mineralnego i organicznego na zawartość przyswajalnego fosforu w glebie lekkiej.* *Roczn. Glebozn.* 37(4): 151–158.

WENGLIKOWSKA-NIEDŹWIECKA E. 1987. *Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego i organicznego na plonowanie roślin i niektóre właściwości chemiczne gleb lekkich.* *Rozpr. habilit. AR Szczecin* 111: 94 ss.

ZAWADZKI S. (red.) 1999. *Gleboznawstwo.* PWRiL Warszawa: 559 ss.

Słowa kluczowe: plonowanie roślin, doświadczenia wieloletnie, obornik, zakwaszenie gleby, składniki pokarmowe

Streszczenie

Na Stacji Doświadczalnej Wydziału Rolnictwa i Biologii SGGW w Skierwiewicach prowadzone są wieloletnie doświadczenia od 1923 r. Na 2 polach tych doświadczeń uprawia się rośliny w zmianowaniu dowolnym bez roślin motylkowych. Nawożenie mineralne stosuje się wg schematu: CaNPK, NPK, PK, NP i NK, przy czym azot stosuje się w formie siarczanu amonowego. Z tego powodu na obiektach niewapnowanych gleba jest bardzo kwaśna (pH około 3,5). Od 1923 r. do 1992 r. na obydwu polach stosowano wyłączne nawożenie mineralne. Od roku 1992 na jednym z tych pól rozpoczęto stosowanie obornika, który do roku 2004 zastosowano czterokrotnie w średniej dawce 30 t·ha⁻¹. Na drugim polu nadal stosuje się wyłączne nawożenie mineralne. Niniejsza praca obejmuje plony roślin od 1992 r. pobranie składników pokarmowych z plonami w latach 2000–2002 oraz korelacje pomiędzy plonami roślin a najważniejszymi właściwościami gleby w tych latach.

Spośród uprawianych roślin żyto najlepiej znosi silne zakwaszenie gleby, znacznie gorzej ziemniaki, a najgorzej – pszenżyto jare. Wpływ obornika na plonowanie roślin był tym większy im gleba była silniej zdegradowana – zakwaszona i wyczerpana ze składników pokarmowych. Na glebach bardzo kwaśnych i przy niskich plonach wykorzystanie N, P i K z nawozów mineralnych było znacznie mniejsze niż z obornika. Plony pszenżyta jarego i ziemniaka były najsilniej skorelowane z właściwościami gleb związanymi z jej zakwaszeniem, a plon żyta z zawartością próchnicy.

USEFULNESS OF FARMYARD MANURE IN REGENERATION OF SOIL STRONGLY ACID, POOR IN HUMUS AND EXHAUSTED FROM NUTRIENTS

PART II

YIELDS AND NUTRIENT UPTAKE

Stanisław Mercik², Michał Stępień¹, Wojciech Stępień¹

¹ Department of Soil Environmental Sciences,
Warsaw Agricultural University, Warszawa

² Universitas Masuriensis, Olecko

Key words: yields, long-term experiments, farmyard manure, soil acidity, nutrients

Summary

The long-term experiments have been continued at Experimental Station of Faculty of Agriculture and Biology of Warsaw Agricultural University since 1923. On 2 fields of these experiments plants are grown in arbitrary rotation without legumes. Mineral fertilization is applied according to the scheme:

CaNPK, NPK, PK, NP i NK, with nitrogen in the form of ammonium sulphate. For this reason the soil on unlimed plots is strongly acid (pH about 3.5). Only mineral fertilization had been applied on both fields from 1923 till 1992. Since 1992 on one of these fields the farmyard manure has been applied (4 times) in the average doses of 30 t·ha⁻¹. On the other field, only mineral fertilization is continued. This paper comprises plant yields since 1992, nutrient uptake by crops in 2000–2002 and the correlation coefficients between yields and the most important soil properties in these years.

Rye has the best toleration to soil acidity of the grown plants, potatoes – much worse, and spring triticale – the worst. The effect of farmyard manure on the yields of plants was higher as the soil was more acidified and exhausted of nutrients. The recovery of N, P and K from mineral fertilizers was worse than from farmyard manure on the strongly acid soil and as the yields were low. The spring triticale and potato yields were strongly correlated with soil properties connected with its acidity, and the rye yields with the humus content in the soil.

Prof. dr hab. Stanisław **Mercik**
Katedra Nauk o Środowisku Glebowym
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
ul. Nowoursynowska 159
02-776 WARSZAWA
e-mail: rol_kcr@delta.sggw.waw.pl