

TERESA KOZANECKA, MARIAN KĘPKA

WPŁYW CZYNNIKÓW AGRO-EKOLOGICZNYCH NA WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE GLEBY W SADZIE JABŁONIOWYM

Katedra Gleboznawstwa SGGW w Warszawie

WSTĘP

Nie tylko zawartość i jakość próchnicy w glebie, ale i stosunki wodno-powietrzne decydują o żyzności i przydatności gleb do produkcji sadowniczej. Stan stosunków wodno-powietrznych w glebach jest istotny między innymi ze względu na możliwości zaopatrywania korzeni roślin i drzew w wodę i tlen oraz na przebieg procesów mikrobiologicznych w glebie.

Obecnie w nowoczesnych sadach utrzymuje się murawę w międzyrzędziach przede wszystkim po to, aby stworzyć jak najlepsze warunki do poruszania się pojazdów. Ugór herbicydowy w rzędach drzew ma natomiast zmniejszyć konkurencję roślin o wodę i składniki pokarmowe. Różne funkcje tych pasów w sadzie przyczyniają się do stworzenia odmiennych warunków środowiska glebowego.

Celem niniejszych badań była ocena zmian zawartości węgla organicznego w glebie sadu jabłoniowego w wyniku wieloletniego nawożenia wzrastającymi dawkami azotu i potasu, wapnowania, jak i różnego sposobu utrzymania gleby w sadzie. Celem pracy było również określenie zmian właściwości fizycznych gleby pod wpływem wieloletniego utrzymywania murawy w międzyrzędziach drzew i ugoru herbicydowego w rzędach.

MATERIAŁ I METODYKA

Badania wykonano w sadzie jabłoniowym założonym na glebie płowej wytworzonej z gliny lekkiej, której poziom A wykazywał uziarnienie piasku gliniastego lekkiego. Do określenia wpływu nawożenia azotem i potasem, sposobu utrzymania gleby oraz wapnowania na zawartość węgla organicznego w glebie sadu jabłoniowego wybrano następujące obiekty: nie wapnowane, wapnowane, nawożone od 21 lat dawkami azotu w wysokości 0, 40, 140 i 240 kg N/ha w formie saletry amonowej przy dawkach potasu 50 i 300 kg K₂O/ha. Próby glebowe pobierano z głębokości 0–10 i 10–20 cm spod 21-letniej murawy znajdującej się w międzyrzędziach drzew, którą systematycznie koszone, a trawę pozostawiano na miejscu. Próby glebowe pobierano również z 5-letniego ugoru herbicydowego

"nowego" założonego pośrodku pasów murawy. Zawartość węgla organicznego oznaczono metodą Tiurina. Otrzymane wyniki zostały opracowane statystycznie metodą analizy wariancji. Do porównania średnich użyto testu t-Studenta.

W celu określenia wpływu sposobu utrzymania gleby w sadzie i wapnowania na właściwości fizyczne gleby wybrano obiekty nie wapnowane i wapnowane nawożone tylko średnią dawką azotu i niską dawką potasu. Pobierano próbki gleby o nie naruszonej strukturze w trzech powtórzeniach z gleby spod 21-letniej murawy, 21-letniego ugoru herbicydowego "starego" oraz 5-letniego ugoru herbicydowego "nowego". Pobierano je z poziomu A z głębokości 0–10 i 10–20 cm. Natomiast z poziomu Eet z głębokości 30–40 cm i poziomu Bt z głębokości 70–80 cm próby glebowe pobrano tylko spod pasów murawy.

W pobranych próbach oznaczono: gęstość fazy stałej – piknometrycznie, gęstość objętościową gleby suchej (ciężar rzeczywisty) w cylinderkach metalowych o pojemności 100 cm³. Porowatość ogólną obliczono na podstawie gęstości fazy stałej i gęstości objętościowej gleby suchej, zaś porowatość kapilarną po nasyceniu wodą do porowatości kapilarnej. Porowatość powietrzną (niekapilarną) obliczono z różnicy między porowatością ogólną a kapilarną.

WYNIKI

Wyniki analizy wariancji dotyczące wpływu wapnowania, nawożenia mineralnego i sposobu utrzymywania gleby w sadzie jabłoniowym na zawartość C-organicznego w glebie przedstawiono w tabeli 1.

TABELA 1. Wartość testu F dla zawartości C-organicznego w glebie
TABLE 1. The value of test F for the contents of organic C in soil

Źródło zmienności Source of variability	Liczba stopni swobody Number of degrees of freedom	Głębokość Depth [cm]	
		0–10	10–20
Wapnowanie Liming (W)	1	–	*
Błąd I – Error I	4		
Nawożenie Fertilization (N)	4	*	–
W x N	4	–	–
Błąd II – Error II	16		
Sposób utrzymania gleby Soil management system (C)	1	–	–
W x C	1	–	–
N x C	4	–	–
W x N x C	4	–	–
Błąd III – Error III	20		

Wpływ badanych czynników na zawartość węgla w glebie był niewielki. Jedynie na głębokości 0–10 cm odnotowano istotny wzrost węgla organicznego w glebie na obiektach nawożonych 240 kg N/ha w porównaniu do obiektów nie nawożonych i nawożonych N w dawce 40 lub 140 kg/ha (tab. 2). Natomiast stosowanie potasu w wysokości 300 kg K₂O/ha łącznie z 240 kg N/ha powodowało nieznaczne obniżenie zawartości C-org.

Na głębokości 10–20 cm stwierdzono niższą zawartość węgla niż na głębokości 0–10 cm, gdzie ilość węgla organicznego wahała się od 0,54 do 0,66 %.

Istotny efekt wapnowania uwidocznił się jedynie na głębokości 10–20 cm, gdzie na obiektach wapnowanych zawartość C-org. była istotnie wyższa niż na obiektach nie wapnowanych (tab. 3).

Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości C-org. w glebie spod 21-

letniej murawy i 5-letniego ugoru herbicydowego "nowego" założonego pośrodku pasów murawy (tab. 4).

Gęstość fazy stałej gleby w sadzie w poziomie A na obu głębokościach wahała się od 2,47 do 2,52 g/cm³ i była zbliżona zarówno pod murawą, jak i ugorom herbicydowym (tab. 5).

Większe zagęszczenie gleby odnotowano w dolnej części profilu glebowego (tab. 5). Natomiast w poziomie A gęstość objętościowa gleby suchej była na głębokości 10–20 cm większa niż na głębokości 0–10 cm. Górna część poziomu A charakteryzowała się układem lekko żbitym (1,30–1,36 g/cm³).

Większe różnice związane ze sposobem utrzymania gleby w sadzie ujawniły się na głębokości 0–10 cm na obiektach nie wapnowanych. Na tych obiektach wyższą gęstością charakteryzowała się gleba spod murawy, a najniższą gleba spod ugoru herbicydowego "starego". Wapnowanie obniżało zagęszczenie gleby przede wszystkim pod murawą i ugorom herbicydowym "nowym".

Większą porowatością ogólną charakteryzowała się gleba na głębokości 0–10 cm w porównaniu z pozostałymi głębokościami (tab. 6). Porowatość ogólna gleby pod murawą i ugorami herbicydowymi była zróżnicowana i zależała od głębokości oraz stosowania wapnowania. Przy braku wapnowania większą porowatością ogólną na głębokości 0–10 cm charakteryzowała się gleba utrzymywana pod dwoma ugorami w porównaniu z glebą spod murawy. Różnice wynosiły od 2,8 do 4,7%. Na obiektach nie wapnowanych 21-letni ugor herbicydowy wykazywał najwyższą porowatość ogólną. Znacznie mniejsze różnice w porowatości ogólnej w zależności od sposobu utrzymania gleby uwidaczniały się na obiektach wapnowanych. Wpływ wapnowania odnotowano przede wszystkim w glebie pod murawą i ugorom herbicydowym "nowym".

TABELA 2. Wpływ nawożenia azotem i potasem [kg/ha] na zawartość C organicznego [%]
TABLE 2. Effect of fertilization of N and K [kg/ha] on the content of C-organic [%]

Obiekty – Treatments				
NoKo	N40K50	N140K50	N240K50	N240K300
Głębokość – Depth 0–10 cm				
1,12	1,29	1,25	1,72	1,54
NIR _{0,05} = 0,28				
Głębokość – Depth 10–20 cm				
0,63	0,63	0,54	0,66	0,58
NIR _{0,05} = n.i.				

TABELA 3. Wpływ wapnowania na zawartość C org. w glebie sadu jabłoniowego [%]
TABLE 3. Effect of liming of the content of C organic in soil [%] in an apple orchard

Głębokość Depth [cm]	Obiekty – Treatment		NIR L = 0,05
	wapnowane non liming —Ca	wapnowane liming + Ca	
0–10	1,32	1,44	n.i.
10–20	0,56	0,65	0,08

TABELA 4. Wpływ sposobu utrzymania gleby w sadzie na zawartość C org. w glebie [%]
TABLE 4. Effect of the soil management system in the orchard on the content of C org. in soil [%]

Głębokość Depth [cm]	Murawa 21-letnia Sod 21-year old	Ugor herbicydowy 5-letni – Herbicide fallow 5-year old	NIR L = 0,05
	0–10	1,38	
10–20	0,62	0,58	n.i.

TABELA 5. Wpływ sposobu utrzymania gleby w sadzie jabłoniowym i wapnowania na właściwości fizyczne gleby [%]

TABLE 5. Effect of the soil management system in an orchard on the physical properties of soil [%]

Sposób utrzymania gleby Soil management system	Głębokość Depth [cm]	Gęstość fazy stałej Particle density [g/cm^3]		Gęstość obj. gleby suchej Dry bulk density [g/cm^3]	
		O ¹⁾	+Ca ²⁾	O1)	+Ca ²⁾
		Murawa 21-letnia Sod 21-year old		2,54	2,47
Ugór herbicydowy 21-letni Herbicide fallow 21-year old	0–10	2,52	2,52	1,39	1,38
Ugór herbicydowy 5-letni Herbicide fallow 5-year old		2,52	2,51	1,43	1,35
Murawa 21-letnia Sod 21-year old		2,55	2,54	1,59	1,47
Ugór herbicydowy 21-letni Herbicide fallow 21-year old	10–20	2,55	2,54	1,51	1,51
Ugór herbicydowy 5-letni Herbicide fallow 5-year old		2,56	2,54	1,65	1,55
Murawa 21-letnia Sod 21-year old	30–40	2,59	–	1+,62	–
Murawa 21-letnia Sod 21-year old	70–80	2,62	–	1,59	–

¹⁾obiekty nie wapnowane – unlimed treatment; ²⁾obiekty wapnowane – limed treatment

Porowatość kapilarna wahała się od 26,3 do 38,0% (tab. 6), przy czym wyższą odnotowano na głębokościach 0–10 cm i 70–80 cm. Gleba z obiektów wapnowanych miała na ogół nieznacznie większą porowatość kapilarną niż gleba z obiektów bez wapna. Natomiast na obiektach nie wapnowanych najwyższą porowatość kapilarną gleby stwierdzono pod ugorem herbicydowym starym, a najniższą w glebie pod 21-letnią murawą. Różnica w porowatości kapilarnej między ugorem herbicydowym starym a murawą na głębokości 0–10 cm wynosiła ok. 8%.

Porowatość niekapilarna (powietrzna) wahała się od 4,9 do 13,2% i była różna w badanych obiektach (tab. 6). Znaczne różnice w porowatości niekapilarnej obserwowano na głębokości 0–10 cm między ugorem herbicydowym "starym" a murawą. Na tej głębokości na obiektach bez wapnia najniższą porowatością niekapilarną odznaczała się gleba pod ugorem herbicydowym "starym". Wpływ wapnowania zaznaczył się przede wszystkim na głębokości 0–10 cm.

DYSKUSJA

Zawartość węgla organicznego w glebie kształtowana jest przez wiele czynników; do których można między innymi zaliczyć rodzaj uprawianych roślin, nawożenie i użytkowanie gleby. Czynniki te w zależności od natężenia wpływają na zmianę środowiska glebowego i tym samym modyfikują przemiany substancji organicznych w glebie. Wyniki zamieszczone w niniejszej pracy wskazują, że

TABELA 6. Wpływ sposobu utrzymania gleby w sadzie jabłoniowym na jej właściwości fizyczne [%]
 TABLE 6. Effect of the soil management system in orchard on the physical properties of soil [%]

Sposób utrzymania gleby Soil management system	Głębokość Depth [cm]	Porowatość ogólna Total porosity		Porowatość kapilarna Capillary porosity		Porowatość niekapilarna – Non capillary porosity	
		O ¹⁾	+Ca ²⁾	O ¹⁾	+Ca ²⁾	+Ca ²⁾	O ¹⁾
Murawa 21-letnia Sod 21-year old		40,4	46,6	28,7	38,0	11,7	8,6
Ugór herbicydowy 21-letni Herbicide fallow 21-year old	0–10	45,1	45,4	36,8	32,5	8,3	13,2
Ugór herbicydowy 5-letni Herbicide fallow 5-year old		43,4	45,9	31,4	33,1	12,0	12,8
Murawa 21-letnia Sod 21-year old		37,6	41,7	27,1	31,3	10,5	10,4
Ugór herbicydowy 21-letni Herbicide fallow 21-year old	10–20	40,6	40,5	30,6	31,5	10,0	9,0
Ugór herbicydowy 5-letni Herbicide fallow 5-year old		35,3	39,1	27,2	26,9	8,1	12,2
Murawa 21-letnia Sod 21-year old	30–40	37,5	–	26,3	–	11,2	–
Murawa 21-letnia Sod 21-year old	70–80	39,3	–	34,4	–	4,9	–

¹⁾obiekty nie wapnowane – unlimed treatment, ²⁾ obiekty wapnowane – limed treatment

wpływ nawożenia mineralnego, wapnowania i sposobu utrzymania gleby na zawartość węgla w glebie w sadzie jabłoniowym był niewielki. Stosowane od 21 lat nawożenie azotem tylko w dawce 240 kg N/ha istotnie zwiększyło zawartość węgla organicznego w glebie na głębokości 0–10 cm. Natomiast dawka potasu w wysokości 300 kg K₂O/ha łącznie z 240 kg N/ha powodowała nawet nieznacznie zmniejszenie się zawartości węgla w glebie. Podobny wynik wzrostu ilości węgla przy wieloletnim stosowaniu wysokich dawek azotu uzyskali Wołoszyk, Nowak [1993].

Istotny wzrost zawartości węgla w glebie pod wpływem wapnowania dotyczył tylko głębokości 10–20 cm, aczkolwiek na głębokości 0–10 cm obserwowano również tendencję do wzrostu ilości węgla.

Badania Karlika [1993] wskazują na spadek zawartości węgla w glebie pod wpływem wapnowania, co tłumaczy się znacznym utlenianiem związków organicznych.

Jednym z czynników wpływających na akumulację i jakość związków próchnicowych jest również sposób utrzymania gleby [Domżał i in. 1993; Skłodowski 1994].

Niektóre badania wskazują, że utrzymanie wieloletniego ugoru herbicydowego przyczynia się do zmniejszenia zawartości C-org. i pogorszenia jakości próchnicy w porównaniu do murawy. Proces ten następuje wskutek wzmocnienia degradacji zachodzącej w próchnicy w wyniku spadku zawartości humin i zwiększenie

udziału frakcji ruchomych [Domżał i in. 1993; Domżał, Pranagal 1994]. W innych pracach wykazano, że gleba spod 16-letniego ugoru herbicydowego charakteryzowała się wyższą zawartością węgla niż gleba spod murawy [Kozanecka 1984]. Na brak różnic w zawartości węgla między 21-letnią murawą a 5-letnim ugiem herbicydowym wskazują autorzy niniejszej pracy. Może to wynikać z faktu, iż 5-letni ugi herbicydowy został założony po murawie, a 5 lat jest zbyt krótkim okresem, aby mogły uwidocznić się zasadnicze zmiany w grupach mikroorganizmów odpowiedzialnych za zmiany w zawartości węgla. Ponadto należy pamiętać, że w przypadku ugoru herbicydowego w rzędach drzew w sadzie pewna ilość substancji organicznej dostaje się na pasy herbicydowe podczas przecinania jabłoni lub w postaci opadłych liści i owoców.

Ten niejednorodny wpływ ugoru herbicydowego na zawartość węgla wynika z dużego zróżnicowania warunków fizyko-chemicznych i mikrobiologicznych gleby pod murawą i ugiem [Haynes, Goh 1980; Komosa 1989; Kozanecka 1984]. Różnice te wynikają z odmiennych warunków środowiska glebowego wpływających na przebieg procesów mikrobiologicznych w pasach herbicydowych, co odzwierciedla się w różnej mineralizacji substancji organicznej i akumulacji próchnicy.

O żyzności gleb decydują również stosunki wodno-powietrzne, niedobór tlenu w środowisku glebowym powoduje bowiem znaczną redukcję korzeni, co prowadzi do zahamowania rozwoju roślin [Kęпка, Morris 1967].

Wyniki tej pracy wskazują, że różne sposoby utrzymania gleby w sadzie wpływają odmiennie na niektóre właściwości fizyczne gleby pod pasami, przy czym różnice te są większe na głębokości 0–10 cm. Wpływ ten zależał także od wapnowania; gleba spod 21-letniej murawy charakteryzowała się większą zbitością niż gleba pod ugiem herbicydowym, co wynika z corocznych licznych przejazdów maszyn w sadzie. Potwierdza to również praca Domżała i in. [1993].

Gleba spod murawy wyróżniała się ponadto niższą porowatością ogólną i kapilarną w porównaniu do gleby spod 21- i 5-letniego ugoru herbicydowego. Różnice te szczególnie wyraźne były wtedy, gdy gleba nie była wapnowana. Porowatość kapilarna w glebie nie wapnowanej pod murawą na głębokości 0–10 cm była o ok. 8% niższa niż w glebie pod 21-letnim ugiem herbicydowym.

Mniejsza zbitość gleby, jak i jej większa pojemność kapilarna pod ugiem herbicydowym niż pod murawą stwarzają lepsze warunki do rozwoju korzeni drzew. Potwierdzają to badania Sadowskiego i Piwnickiej [1983], którzy stwierdzili większy rozwój korzeni drobnych w glebie pod ugiem herbicydowym niż pod murawą na głębokości 0–10 i 10–20 cm.

Nasze badania wskazują na duże znaczenie wapnowania gleby w sadzie. Zabieg ten zmniejsza zagęszczanie gleby przez używane w sadzie maszyny oraz wpływa na zwiększenie porowatości ogólnej i kapilarnej gleby pod murawą.

WNIOSKI

1. Stosowane w sadzie jabłoniowym 21-letnie nawożenie azotem w dawce 240 kg/ha wpływa na istotny wzrost C-organicznego w glebie na głębokości 0–10 cm.

2. Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości węgla w glebie pod 21-letnią murawą i 5-letnim ugiem herbicydowym.

3. Wpływ sposobu utrzymania gleby w sadzie na jej właściwości fizyczne zależy od wapnowania. Ugór herbicydowy 21-letni nie wapnowany zwiększa porowatość ogólną i kapilarną gleby w porównaniu do 21-letniej murawy.

4. Większy wpływ wapnowania na właściwości fizyczne zaznacza się w glebie spod murawy niż pod ugiem herbicydowym.

LITERATURA

- DOMŻAŁ H., FLIS-BUJAK M., BARAN S., ŻUKOWSKA G. 1993: Wpływ użytkowania sadowniczego na materię organiczną gleby wytworzonej z utworów pyłowych. *Zesz. Post. Nauk Rol.* z. 411: 91–95.
- DOMŻAŁ H., PRANAGAL J. 1994: Wodoodporność agregatów glebowych jako wskaźnik degradacji gleb wywołanej użytkowaniem rolniczym. *Fragm. Agron.* 3 (43): 22–32.
- HAYNES R.J., GOH K.M. 1980: Some observations on surface soil pH, base saturation and leaching of cations under three contrasting orchard soil management practices. *Plant and Soil* 56: 429–438.
- KARLIK B. 1993: Podatność materii organicznej gleb wapnowanych i niewapnowanych na chemiczne utlenianie. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z. 411: 77–84.
- KEPKA M., MORRIS J.R. 1967: The effect of nitrogen and aeration on uptake and growth of peach seedlings in solution culture. *Rocz. Nauk Rol.* 92-A-4: 653–664.
- KOMOSA A. 1989: Zmiany właściwości chemicznych gleb w pasach ugoru herbicydowego i murawy sadów jabłoniowych rejonu poznańskiego. *Prace ISiK*, ser. C, 3–4 (103–104): 33.
- KOZANECKA T. 1984: Wpływ nawożenia mineralnego na właściwości fizykochemiczne gleby w sadzie jabłoniowym. [Praca doktorska] Katedra Gleboznawstwa SGGW w Warszawie.
- SADOWSKI A., PIWNICKA B. 1983: Rozmieszczenie korzeni drzew jabłoni pod murawą w międzyrzędziach i pod ugiem herbicydowym w rzędach drzew. *Prace ISiK* ser. C, 1–3 (77–79): 39–40.
- SKŁODOWSKI P. 1994: Wpływ użytkowania gleb na akumulację i jakość związków próchnicznych. *Rocz. Glebozn.* 45, 3/4: 77–84.
- WOŁOSZYK CZ., NOWAK W. 1993: Zmiany zawartości węgla organicznego oraz azotu ogółem w glebie lekkiej pod wpływem nawożenia mineralnego traw w uprawie polowej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* z.411: 85–90.

T. KOZANECKA, M. KĘPKA

INFLUENCE OF AGRO-ECOLOGICAL FACTORS
ON PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF SOIL
OF APPLE ORCHARD

Department of Soil Science, Warsaw Agricultural University

SUMMARY

The influence of 21-year fertilization with N and K, liming, sod and herbicide fallow on the content of organic C in the soil of apple orchard was investigated.

Significant increase of organic C was found only at the dose of 240 kg N/ha. There was no significant difference in the organic C contents for 21-year sod and 5-year old herbicide fallow.

The effect of 21-year sod, 21-year and 5-year herbicide fallow on some physical properties of soil was also studied. It was found that total and capillary porosities were higher in the unlimed 21-year herbicide fallow than in the 21-year sod. In general, the higher effect of liming on total and capillary porosities was noted in soil under the sod than under the herbicide fallow.

Dr Teresa Kozanecka

Katedra Gleboznawstwa SGGW

02-528 Warszawa, ul. Rakowiecka 26/30