

ZMIANY ZASOBNOŚCI GLEB W SKŁADNIKI POKARMOWE ZACHODZĄCE W CIĄGU OSTATNICH 20 LAT NA TERENIE AGLOMERACJI POZNAŃSKIEJ

MONIKA JAKUBUS¹, MAŁGORZATA GRACZYK²

¹*Katedra Gleboznawstwa i Ochrony Gruntów, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,
ul. Szydlowska 50, 50-656 Poznań*

²*Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu,
ul. Wojska Polskiego 28, 60-637 Poznań*

Synopsis. Praca prezentuje zmiany ilościowe makro- i mikroskładników, jakie nastąpiły podczas ostatnich 20 lat w gruntach ornych. Porównania zasobności dokonano w oparciu o kolekcje gleb z 1995 oraz 2015 roku, administracyjnie położonych w granicach miasta Poznania. Analizy chemiczne zostały wykonane zgodnie z powszechnie stosowanymi procedurami w badaniach chemiczno-rolniczych. Stwierdzono, że w ciągu ostatnich 20 lat rozwijającej się aglomeracji poznańskiej zmniejszył się o 50% areal gleb użytkowanych rolniczo, spośród których 45% stanowią obecnie nieużytki. Zachodzące przemiany ekonomiczno-społeczno-agrotechniczne doprowadziły do obniżenia zasobności gleb w makro- i mikroskładniki, przy czym zjawisko silniej było zaznaczone w odniesieniu do makroskładników. Jednocześnie wyraźnie została zwiększona zasobność badanych gleb w przyswajalne formy Mg i Cu. Analiza statystyczna potwierdziła, że w ciągu ostatnich 20 lat w badanych glebach istotnie obniżyły się średnie zawartości przyswajalnych składników takich jak azot, potas, żelazo oraz mangan.

Słowa kluczowe: urbanizacja, aglomeracja poznańska, gleby orne, składniki przyswajalne dla roślin, hipoteza, test *t*-Studenta

WSTĘP

Transformacja post-socjalistyczna mająca miejsce w Polsce to nie tylko gwałtowne przemiany ekonomiczno-polityczne, lecz również te w szeroko pojętej gospodarce przestrzennej i użytkowaniu gleb. Ostatnie 20-lecie to okres intensywnych przemian dużych miast w aglomeracje, które rozrastając się, poszerzają dotychczas zajmowane obszary. Metropolizacja następuje kosztem terenów pełniących formę przedmieść, a często wykorzystywanych rolniczo. Aglomeracja poznańska stanowi klasyczny przykład na przekształcenia terenów wiejskich w miejskie wyrażonych zabudową mieszkaniową i usługową. Pomimo dosyć intensywnego trendu urbanistycznego część terenów w dalszym ciągu, tak jak przed 20 laty, podlega użytkowaniu rolniczemu bądź jest odłogowanych. Prowadzona gospodarka przestrzenna miasta wraz z przekazywaniem gruntów rolnych na cele pozarolnicze są mechanizmami, które oddziałują na wartość produkcyjną gleb, a to niewątpliwie przekłada się na zmiany w zasobności gleb w przyswajalne dla roślin składniki. Jednak nie tylko ten czynnik może mieć wpływ na aktualny stan środowiska glebowego. Uwzględnić należy także zmiany w agrotechnice, która współcześnie oparta jest o liczne uproszczenia i ograniczenia [Jaskulski i in. 2012, Krasowicz i in. 2011]. Jak podają Jaskulski i in. [2012] chociaż ograniczenia mają uzasadnienia organizacyjne i eko-

¹ Adres do korespondencji – *Corresponding address*: monja@up.poznan.pl

nomiczne to mogą powodować niekorzystne skutki produkcyjne i środowiskowe. W związku z tym należy dążyć do zoptymalizowanej i racjonalnej gospodarki uwzględniającej szereg czynników poprawiających wartość produkcyjną gleby. Według Krasowicza i in. [2011] stosowanie uproszczeń w uprawie roli i roślin nie prowadzi do zubożenia gleby w materię organiczną oraz przyswajalne formy P, K, Mg, pod warunkiem zastosowania agrotechniki uwzględniającej wapnowanie gleby, uprawę międzyplonów, nawożenie obornikiem czy przyorywanie słomy. Inną kwestią, odgrywającą także istotną rolę w kształtowaniu zasobności gleb w składniki pokarmowe, a co za tym idzie decydującą o plonowaniu roślin uprawnych jest wykorzystanie nawozów naturalnych, organicznych i mineralnych.

Mając powyższe na uwadze dokonano oceny kierunku zmian zawartości przyswajalnych makro- i mikroskładników w glebach administracyjnie położonych w granicach miasta Poznania. Analizę zagadnienia przeprowadzono w oparciu o kolekcję gleb pobranych w 1995 roku oraz składników w roku 1995 i 2015 są równe. W tym celu, zgodnie z teorią zaprezentowaną przez Platta [1977], dla każdego z q pierwiastków (q : N_{min}, P, K, Mg, S-SO₄, Fe, Mn, Zn, Cu, Ni) przetestowano hipotezę $H_0 : \mu_{1q} - \mu_{2q} = 0$ mówiącą, że średnia zawartość danego składnika μ_{1q} w roku 1995 jest równa średniej zawartości tego składnika μ_{2q} w roku 2015 przeciwko hipotezie alternatywnej $H_1 : \mu_{1q} - \mu_{2q} \neq 0$, orzekającej, że te średnie zawartości nie są jednakowe.

MATERIAŁ I METODY

Materiał badawczy stanowiły średnie próbki glebowe ($n = 20$) pobrane z gruntów ornych zlokalizowanych w granicach miasta Poznania. Miejsca pobrania próbek glebowych ustalono w oparciu o mapę w skali 1 : 20 000, wyznaczając punkty w środku kwadratu o bokach 0,2 km \times 0,2 km (rys. 1). Zasadą było niepobieranie materiału glebowego z terenów zieleni miejskiej, gdzie gleby są pochodzenia antropogenicznego. Próbki glebowe zostały pobrane z wierzchniej warstwy gleby do głębokości 25 cm w 1995 roku oraz w 2015 z tych samych miejsc, przy czym lokalizacja była weryfikowana mapą oraz lokalizatorem GPS. Próbkę średnią uzyskano z połączenia 6–10 próbek pojedynczych. W roku 1995 kolekcja obejmowała 40 próbek glebowych. W 2015 roku do analizy pobrano tylko 20 próbek, ponieważ obszary w przeszłości wykorzystywane na cele rolnicze były już w podanym roku wykorzystane pod zabudowę mieszkaniową bądź usługową. W związku z tym w pracy, obszar badań został zawężony tylko do terenów Poznania, które nie zostały przekształcone na cele urbanistyczne miasta. Próbki do badań po wysuszeniu w temperaturze pokojowej przesiano przez sito o średnicy oczek 2 mm, a następnie wykonano oznaczenie ilości przyswajalnych makro- i mikroskładników wykorzystując powszechnie stosowane w analizie chemiczno-rolniczej metody, które w szczegółowy sposób zostały opisane przez Jakubus [2013].

W analizie statystycznej wykorzystano średnie zawartości poszczególnych mikro- i makroelementów na dwudziestu jednostkach doświadczalnych w dwóch różnych terminach. Oznaczono przez μ_q zawartość składnika q w- tej próbie w pierwszym roku badań, czyli w 1995, zaś przez x_{iq} , $i = 1, 2, \dots, 20$ zawartość składnika q i - tej próbie w drugim roku badań, czyli 2015. Zweryfikowano hipotezy mówiące, że różnice zawartości pierwiastka q w latach 1995 i 2015 są równe zero: $H_0 : \mu_q = 0$ przeciwko hipotezie alternatywnej, twierdzącej, że różnice zawartości są różne od zera: $H_1 : \mu_q \neq 0$, gdzie $\mu_q = \mu_{1q} - \mu_{2q}$, gdzie μ_{1q} oznacza nieznaną średnią zawartość pierwiastka q w 1995 roku, a μ_{2q} oznacza nieznaną średnią zawartość pierwiastka q w 2015 roku. W celu porównania średnich zawartości badanych pierwiastków w latach 1995 i 2015 zastosowano test dla prób zależnych w programie STATISTICA. Przyjęto ryzyko błędu 5%.

WYNIKI I DYSKUSJA

Tendencja do przekształcenia terenów rolnych na nierolne obserwowana na terenie Poznania nie jest w skali kraju ewenementem na co wskazują doniesienia Wocha [2014] oraz Krasowicza i in. [2011], a ponadto jak wskazują prace Xue i Zhang [2002] czy Liu i Ben [2009] szczególnie intensywny rozwój aglomeracji miejskich jest charakterystyczny dla krajów rozwijających, gdzie występują regiony o wysokim stopniu uprzemysłowienia. Procesy zmian użytkowania gleby związane z przemianami urbanistyczno-gospodarczymi są nieuniknione i konieczne z punktu widzenia rozwoju regionalnego. Jednak polityka prowadzona w tym zakresie nie powinna być pozbawiona mechanizmów skoncentrowanych na większej dbałości

Tabela 1. Zawartość makroskładników przyswajalnych dla roślin ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) w badanych glebach Poznania w latach 1995 i 2015

Table 1. Content of macronutrients available for plants ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) in investigated soils of Poznań city in 1995 and 2015 years

Nr/ KA ¹ No./ AC	Użytko- wanie Manage- ment	Nmin		P		K		Mg		S-SO ₄	
		1995	2015	1995	2015	1995	2015	1995	2015	1995	2015
1BI ²	Pole ³	27,0	24,2	15,1	20,5	159,7	168,4	11,4	56,8	8,0	5,7
2 L	Pole	22,1	19,3	10,9	26,9	217,9	134,1	14,2	32,7	8,9	5,0
3 L	Pole	29,4	15,8	3,9	9,5	227,6	133,8	25,5	37,0	10,8	2,0
7 L	GNR	23,8	16,8	17,2	9,9	278,8	216,5	22,0	92,0	7,5	1,1
8 BI	Pole	39,9	24,2	5,1	10,2	260,1	152,3	30,8	110,1	11,6	2,8
9 L	Pole	22,8	19,6	11,0	22,1	186,9	184,5	47,5	159,2	7,2	1,6
19 L	GNR	23,5	15,4	35,7	17,4	199,0	277,8	146,4	179,7	12,6	7,8
20 L	GNR	25,2	14,7	28,7	7,1	196,1	97,3	155,9	151,7	8,9	2,1
21 L	GNR	22,8	18,2	11,3	20,0	196,0	143,9	35,7	73,2	4,8	1,4
22 L	Pole	25,6	11,9	39,5	24,2	379,2	194,2	139,1	108,9	7,0	8,5
23 L	Pole	22,8	14,0	15,5	8,5	243,9	123,7	77,4	20,4	6,3	1,7
24 L	Pole	29,1	15,1	16,3	7,9	207,7	123,9	12,1	24,8	2,1	2,7
25 L	Pole	22,1	9,8	12,3	9,7	257,4	222,2	25,1	76,7	3,8	4,8
26 L	Pole	34,7	64,8	10,9	20,0	137,2	243,1	10,4	63,5	4,2	17,9
28 L	GNR	28,7	44,8	4,8	24,2	59,6	228,4	7,0	91,0	0,8	24,9
31 L	Pole	24,2	22,4	16,7	27,6	215,2	196,7	129,4	338,3	14,6	31,5
34 L	GNR	65,1	26,6	46,2	17,7	380,9	266,0	117,5	148,7	189,0	34,2
38 L	GNR	23,5	9,1	19,6	10,0	188,4	131,2	46,7	70,8	9,4	12,8
39 L	GNR	30,5	10,2	46,0	9,1	450,0	68,3	162,0	43,7	17,0	9,5
40 L	GNR	44,1	35,7	45,4	6,9	324,3	167,9	172,2	86,8	47,0	4,0

¹Nr/KA – numer/kategoria agronomiczna; No./AC – number/agronomic category; ²BI – bardzo lekka – very light; L – lekka – light

³Pole – arable land; GNR – gleba nieużytkowana rolniczo – waste land

o środowisko glebowe, a szczególnie o jego podstawową – produkcyjną funkcję. Postępowanie takie jest szczególnie uzasadnione w odniesieniu do gleb kategorii bardzo lekkiej i lekkiej, odznaczających się naturalnie małym potencjałem produkcyjnym. Gleby zlokalizowane na terenie miasta Poznania są typowymi reprezentantami gleb polskich, ponieważ w 90 oraz 10% należały odpowiednio do gleb kategorii agronomicznej lekkiej i bardzo lekkiej (tab. 1 i 2), o uziarnieniu piasku gliniastego i słabo gliniastego w warstwie ornej. Przez okres ostatnich 20 lat istotnie wzrósł odsetek gleb nieużytkowanych rolniczo, czego wyrazem był ich 45% udział w ogólnej ilości analizowanych gleb z badanego arealu. Tereny te, należące do prywatnych właścicieli stanowiły zaniedbany, porośnięty ruderalną lub krzewiasto-drzewiastą roślinnością obszar, często w znacznym stopniu zanieczyszczony deponowanymi nielegalnie odpadami komunalnymi. Z kolei gleby użytkowane rolniczo były wykorzystywane pod uprawę głównie kukurydzy i rzepaku, a w mniejszym stopniu zbóż ozimych.

Tabela 2. Zawartość mikroskładników przyswajalnych dla roślin ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) w badanych glebach Poznania w latach 1995 i 2015

Table 2. Content of micronutrients available for plants ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) in investigated soils of Poznań city in 1995 and 2015 years

Nr/KA ¹ No./AC	Fe		Mn		Zn		Cu	
	1995	2015	1995	2015	1995	2015	1995	2015
1 B ²	1036	699	111,3	65,8	12,4	12,6	1,3	1,8
2 L	702	1104	134,2	107,5	13,5	14,6	1,3	2,5
3 L	674	438	116,3	52,0	8,6	7,3	1,4	1,4
7 L	1059	727	149,4	83,4	16,6	17,9	1,6	2,2
8 B ¹	1013	520	111,9	45,3	14,7	9,4	2,1	1,7
9 L	858	685	197,8	110,2	15,2	35,4	1,5	2,2
19 L	1580	1620	90,5	91,6	43,9	60,6	10,5	15,2
20 L	2986	3031	192,0	175,0	31,6	30,2	9,6	10,8
21 L	871	680	125,8	72,3	17,2	34,3	1,5	1,8
22 L	805	866	94,8	104,0	22,8	17,2	2,5	3,3
23 L	992	551	189,6	52,1	16,2	9,6	1,7	1,5
24 L	701	693	54,0	100,1	11,4	18,9	1,2	4,7
25 L	943	585	123,0	98,1	15,8	12,6	1,8	3,3
26 L	791	674	81,6	89,8	10,1	19,2	1,8	3,2
28 L	894	894	92,2	100,7	8,6	43,1	1,8	1,5
31 L	1387	860	111,9	70,2	58,3	37,3	3,2	4,0
34 L	3180	3227	157,8	177,2	422,7	432,8	120,0	120,7
38 L	1280	1287	71,4	91,2	20,6	8,8	2,3	3,6
39 L	1544	703	93,5	60,5	73,0	18,7	12,7	6,9
40 L	1538	1046	112,5	79,5	71,2	14,9	12,8	7,5

^{1,2} – oznaczenia jak w tabeli 1 – descriptions see at table 1

Śledząc dane GUS [2015] dotyczące wykorzystania nawozów mineralnych w Polsce w ostatnim 10-leciu zauważalna jest wzrostowa tendencja. Przykładem tego były większe ilości NPK wyrażone w kg czystego składnika na hektar, co szczególnie zauważalne było dla nawozów azotowych. Ponadto Kopiński i Kuś [2011] podają, że w warunkach Wielkopolski odnotowuje się dodatni bilans materii organicznej, bądź jej niezmienny poziom w glebach użytkowanych rolniczo, co wynika z nawożenia obornikiem. Oba wspomniane rodzaje nawozów dostarczają składników pokarmowych, przy czym tempo ich uruchamiania w środowisku glebowym jest różne. Niemniej należałoby się spodziewać, że zawartości makroskładników powinny być na stałym poziomie, dzięki systematycznemu nawożeniu. Jednak przeprowadzone badania nie potwierdzają takich założeń, ponieważ w ciągu 20 lat odnotowano w glebach obniżenie ilości przyswajalnych makroskładników.

Najsilniej plonotwórczym składnikiem jest azot i to zazwyczaj jego ilości są w pierwszej kolejności uzupełniane przy bilansowaniu potrzeb nawozowych roślin. Pomimo tego w badanych glebach zaznaczył się wyraźny ubytek formy mineralnej składnika. Na ogół gleby będące zarówno pod regularną uprawą rolniczą, jak i nieużytkowane w ten sposób zawierały o 11 do 90% mniej N_{\min} , a nawet stwierdzono dwukrotnie mniejszy poziom składnika. Wyjątkiem były 2 próbki o numerach 26 i 28 reprezentujące odpowiednio pole i nieużytek, które w 2015 roku zawierały dwa razy więcej N_{\min} niż w roku 1995 (tab. 1). Fakt, że średnie zawartości azotu mineralnego w badanych glebach w latach 1995 i 2015 różniły się został potwierdzony statystycznie (tab. 3).

Tabela 3. Średnie zawartości przyswajalnych makro- i mikroskładników ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) w badanych glebach Poznania w latach 1995 i 2015 oraz wartości testu t-Studenta

Table 3. Mean content of macro- and micronutrients ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) in investigated soils of Poznań city in 1995 and 2015, t-Student statistics

Składnik Nutrients	Średnia – Mean (1995)	Średnia – Mean (2015)	<i>t</i>	p	95% przedział ufności 95% of confidence intervals
N_{\min}	29,3	21,6	2,55	0,02*	(1,38, 14,02)
P	20,6	15,5	1,34	0,19	(-2,86, 13,13)
K	238,3	173,7	2,52	0,02*	(10,87, 118,30)
Mg	69,4	98,3	-1,82	0,08	(-62,05, 4,28)
S-SO ₄	19,1	9,1	1,22	0,24	(-7,09, 27,07)
Fe	1242	1044	3,09	0,01*	(63,72, 330,73)
Mn	120,6	91,3	3,01	0,01*	(8,89, 49,64)
Zn	45,2	42,8	0,50	0,62	(-7,82, 12,69)
Cu	9,6	10,0	-0,69	0,50	(-1,46, 0,74)

* istotność na poziomie 0,05 – significance at the level 0.05

Podczas 20 lat różnego gospodarowania gruntami ornymi zaobserwowano zubożenie gleb także w pozostałe makroskładniki. Zjawisko to było charakterystyczne dla ponad połowy analizowanej kolekcji gleb i nie zależało od ich użytkowania, choć należy nadmienić, że większe różnice dotyczyły gleb odłogowanych. W tym aspekcie badania własne jedynie częściowo potwierdzają doniesienia Tomaszewicza i Chudeckiej [2010], którzy w glebie odłogowanej przez

okres 8–10 lat stwierdzili wzrost przyswajalnych ilości Mg i P, a zmniejszenie zawartości K. Także wyniki badań dotyczące zasobności gleb, których użytkowanie zmieniono z rolniczego na leśny wskazują na różnice w ilości przyswajalnych składników. Rytter [2016] w glebach od 5 lat zalesionych stwierdziła mniejsze ilości fosforu, potasu, wapnia i magnezu w warstwie do 30 cm. Natomiast Wall i Hytönen [2005] wykazali, że 10-letnie leśne użytkowanie byłych gleb uprawnych przyczyniło się do ich wzbogacenia w zawartości N, P, K, Mg, Ca, Zn oraz B. Jednocześnie cytowani autorzy swoje spostrzeżenia tłumaczyli długo trwającym efektem rolniczych zabiegów, w tym stosowanym nawożeniu.

Próbki glebowe pobrane w 1995 roku charakteryzowały się w 60% bardzo dużą i dużą zawartością fosforu. Tymczasem małą lub bardzo małą ilość przyswajalnego P wykazano dla 25% badanych próbek. Z kolei w przypadku przyswajalnego potasu, aż 90% gleb odznaczało się bardzo dużą i dużą zawartością. Natomiast 20 lat temu dużą i bardzo dużą zasobnością w przyswajalny Mg charakteryzowało się 50% gleb użytkowanych rolniczo. Jednocześnie, aż 40% gleb było ubogich w tę formę składnika. Zgoła odmiennie kształtowała się zasobność analizowanych gleb w siarkę siarczanową, ponieważ 95% przebadanych próbek glebowych z 1995 roku odznaczało się małą zawartością tej formy składnika.

W 2015 roku, duże i bardzo duże ilości przyswajalnego K wykazano dla 35% badanych próbek, z kolei 55% ogólnej ilości gleb miało średnią zasobność w omawiany składnik. Wartości te odbiegają od tych zaprezentowanych przez GUS [2015] dla Wielkopolski za lata 2010–2013, według których dla 27% gleb określono zasobność wysoką i bardzo wysoką, a dla 29% średnią. Odnotowane w 2015 roku obniżenie zawartości przyswajalnego potasu w glebach uprawnych było rzędu 5–70%, natomiast w warunkach nieużytków był nawet 2,0–6,5 razy mniejszy poziom wobec wykazanego 20 lat wcześniej. Podkreślić należy, że tendencja ta dotyczyła 80% wszystkich badanych próbek glebowych.

Podobne zjawisko, jak to zaobserwowane dla K, ale zaznaczone wyraźniej, określono dla przyswajalnego fosforu. Wspomniany makroskładnik podlegał silniejszemu ubytkowi w warunkach odłogowania gleb, gdzie stwierdzono 2,0–6,5 razy mniejsze jego ilości w glebach pobranych w 2015 roku niż w 1995. Efektem tego było określenie 50% gleb z małą zasobnością i 50% z dużą i bardzo dużą zasobnością w fosfor. Na 52% odsetek gleb Wielkopolski odznaczających się dużą i bardzo dużą zawartością fosforu przyswajalnego w latach 2010–2013 wskazują dane GUS [2015]. Jednocześnie te same dane mówią o zaledwie 18% udziale gleb charakteryzujących się małą zasobnością w fosfor. Na przestrzeni ostatniego 20-lecia wzrost zawartości przyswajalnych form K i P miał miejsce przede wszystkim w glebach pozostających pod regularną uprawą i był rzędu od 2,0 do 5,0 razy (tab. 1).

Także ilości siarki siarczanowej uległy od dwu do czterokrotnemu zwiększeniu w glebach użytkowanych rolniczo w 2015 roku, choć należy podkreślić, że zjawisko to występowało w ograniczonym zakresie. Wyrazem tego był 20% udział badanych próbek glebowych reprezentujących średnią oraz dużą zawartość składnika. Pozostała część (80%) zgromadzonej kolekcji gleb z 2015 roku w dalszym ciągu, tak jak 20 lat wcześniej, odznaczała się małą zasobnością w omawiany składnik. Dane zawarte w tabeli 1 wskazują na duży wzrost ilości przyswajalnego magnezu w badanych próbkach z 2015 roku. Tendencja ta była niezależna od sposobu użytkowania gleb i aż 85% badanej kolekcji gleb charakteryzowało się bardzo dużą i dużą zasobnością w przyswajalny dla roślin magnez. Stanowi to znaczną różnicę w stosunku do danych GUS [2015], według których w latach 2010–2013 zaledwie 38% gleb Wielkopolski wykazywało tak dużą zasobność w magnez przy jednocześnie równie wysokim odsetku (30%) gleb o małej i bardzo małej zasobności w ten składnik. Pomimo zauważalnych różnic ilościowych omawianych powyżej makroskładników w latach badań w indywidualnych próbkach glebowych, nie możemy powiedzieć, że średnie zawartości makroskładników różniły się istotnie

po 20 latach. Jest to wynikiem dużego zróżnicowania zawartości makroskładników, a tym samym dużej wartości odchylenia standardowego (tab. 3). Podobnie jak w przypadku azotu mineralnego, tak również w odniesieniu do ilości potasu przyswajalnego, przeprowadzona weryfikacja hipotezy dowiodła, że nie były one jednakowe. Testując hipotezę $H_0 : \mu_{1K} - \mu_{2K} = 0$ wobec hipotezy alternatywnej $H_1 : \mu_{1K} - \mu_{2K} \neq 0$, z prawdopodobieństwem 0,95 można powiedzieć, że zawartość potasu uległa istotnej zmianie w badanych glebach w 2015 roku wobec 1995 roku.

Jak wynika z mapy prezentującej rozmieszczenie punktów pobrania próbek glebowych do badań (rys. 1), obecna ich lokalizacja w bliskim sąsiedztwie dróg komunikacyjnych o znacznym



Rys. 1. Lokalizacja pobrania próbek glebowych w latach badań
Fig. 1. Localization of soil sampling in years of studies

nasileniu transportu kołowego, może sugerować pewną możliwość akumulacji pierwiastków śladowych, będących jednocześnie mikroelementami niezbędnymi dla roślin. W związku z tym, oceniono zmienność ilości mikroskładników w latach badań. Jak wynika z danych zestawionych w tabeli 2 ilości przyswajalne Fe i Mn określone dla próbek glebowych pobranych w 2015 roku były bądź mniejsze, bądź na takim samym poziomie, jak przed 20 laty. Wyjątkiem były 2 próbki glebowe, dla których stwierdzono o 1,5 razy większą ilość Fe (próbka nr 2) oraz 2-krotnie większą zawartość Mn (próbka nr 24), co w obu przypadkach dotyczyło gleb użytkowanych rolniczo. Efektem zmian ilościowych był wzrost udziału gleb z 70% w 1995 roku do 100% w 2015 roku charakteryzujących się średnią zasobnością w Mn. Z kolei w przypadku Fe nastąpił spadek udziału gleb o średniej zasobności w ten pierwiastek ze 100% w 1995 roku do 50% w 2015 roku. Jednocześnie 50% badanych próbek glebowych charakteryzowało się małą zawartością przyswajalnego żelaza. Analiza pobranych próbek glebowych z terenu Poznania ujawniła, że zebrany w 2015 roku materiał glebowy odznaczał się większą zawartością Zn (1/3 ogólnej ilości próbek) oraz Cu (1/2 badanych próbek). Pozostałe próbki glebowe charakteryzowały się takim samym poziomem ilościowym, albo mniejszym w stosunku do tego, jaki był wykazany 20 lat temu. Wzrost przyswajalnych zawartości Cu i Zn głównie dotyczył gleb użytkowanych rolniczo. Ilości wspomnianych metali w indywidualnych próbkach pobranych w 2015 roku były większe o 25–49%, jak i nawet o 1,5 do 5,0 razy wobec ilości wykazanej w 1995 roku. Pomimo tego, udział gleb reprezentujących wysoką klasę zasobności w Zn był taki sam w latach badań i wynosił 100%. Z kolei w odniesieniu do Cu, 25% gleb bez względu na rok badań charakteryzowało się dużą zasobnością w ten składnik. W stosunku do 1995 roku, w 2015 zmienił się udział gleb odznaczających się małą (z 30 na 10%) oraz średnią (z 45 na 65%) zasobnością w przyswajalną miedź. Zaobserwowane zmiany ilościowe przyswajalnych form mikroelementów nie wpisują się w prezentowany przez Lipińskiego [2009] stan gleb Polski. W cytowanej pracy, między innymi, podkreślono że w latach 1989–2007 udział gleb z małą zasobnością w Cu i Zn wzrastał, natomiast gleby z małą zawartością Mn i Fe stanowiły coraz mniejszy odsetek.

Zaobserwowane, słabo zaakcentowane zmiany zawartości przyswajalnych mikroskładników w badanych glebach terenu Poznania zostały potwierdzone analizą statystyczną. Test hipotezy dotyczącej równości średnich zawartości żelaza ($H_0 : \mu_{1Fe} - \mu_{2Fe} = 0$) oraz uzyskane wartości statystyki t oraz p (tab. 3) wskazują na istotne zmiany w zawartości żelaza w badanym okresie. Zasadność hipotezy zerowej $H_0 : \mu_{1Mn} - \mu_{2Mn} = 0$ mówiącej, że średnia zawartość manganu w roku 1995 jest taka sama jak średnia zawartość manganu w roku 2015 przy założeniu hipotezy alternatywnej orzekającej, że średnie zawartości tego pierwiastka są niejednakowe została podważona.

PODSUMOWANIE

Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, że przemiany gospodarczo-urbanizacyjne są naturalnym i nieodłącznym etapem rozwoju cywilizacyjnego człowieka i niewątpliwie miały wpływ na gospodarkę gruntami ornymi miasta Poznania. Przeprowadzone badania wykazały, że efektem 20 letniego rozwoju aglomeracji poznańskiej był o 50% mniejszy areal gleb użytkowanych rolniczo. Ponadto aż 45% gleb użytkowanych rolniczo w 1995 roku, w 2015 r., stanowiły gleby odlogowane, porośnięte gatunkami inwazyjnymi lub zanieczyszczonymi nielegalnie deponowanymi odpadami komunalnymi. Analizowane gleby charakteryzowały się zmniejszoną zasobnością w przyswajalny N, K, P oraz zwiększoną zasobnością w Mg i Cu. Badane gleby, niezależnie od sposobu ich użytkowania odznaczały się mniejszymi ilościami makro- i mikroskładników przyswajalnych dla roślin, jednak zjawisko to słabiej było zaznaczone w odniesieniu do mikroelementów. Pomimo, że zmniejszanie się zawartości większości składników

było jednoznacznie określone w odniesieniu do indywidualnych próbek glebowych, to analiza statystyczna potwierdziła jedynie istotne zmiany średnich zawartości przyswajalnego N, K, Fe oraz Mn w latach badań. Zaobserwowane zmiany należy rozpatrywać w negatywnym aspekcie, który może prowadzić do stopniowego pogorszenia właściwości chemicznych gleb, a co za tym idzie obniżenia ich potencjału produkcyjnego. Powyższy problem należy rozpatrywać w szerszym aspekcie niż tylko agrotechniczny, a obejmujący funkcje ekologiczne gleb. W warunkach aglomeracji, gdzie mamy do czynienia z intensyfikacją oddziaływania czynników antropogenicznych, dbałość o prawidłową kondycję gleby jest szczególnie niezbędna, ponieważ jest ona niepomnążalnym i nieodnawialnym elementem środowiska, który spełnia funkcje estetyczne i ochronne.

PIŚMIENNICTWO

- GUS 2015. Rocznik statystyczny rolnictwa 2014. Warszawa.
- Jakubus M. 2013. Wybrane zagadnienia z gleboznawstwa i chemii rolnej. Wyd. UP Poznań: ss. 136.
- Jaskulski D., Kotwica K., Jaskulska I., Piekarczyk M., Osiński G., Pochylski B. 2012. Elementy współczesnych systemów uprawy roli i roślin – skutki produkcyjne oraz środowiskowe. *Fragm. Agron.* 29(3): 61–70.
- Kopiński J., Kuś J. 2011. Wpływ zmian organizacyjnych w rolnictwie na gospodarkę glebową materiałą organiczną. *Probl. Inż. Rol.* 2: 47–53.
- Krasowicz S., Oleszek W., Horabik J., Dębicki R., Jankowiak J., Stuczyński T., Jadczyński J. 2011. Racjonalne gospodarowanie środowiskiem glebowym Polski. *Pol. J. Agron.* 7: 43–58.
- Lin S.W., Ben T.M. 2009. Impact of government and industrial agglomeration on industrial land prices: A Taiwanese case study. *Habitat Int.* 33: 412–418.
- Lipiński W. 2009. Ocena zasobności gleb Polski w mikroelementy. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 541: 291–296.
- Platt Cz. 1977. *Problemy rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematyczne*. PWN Warszawa: s. 377.
- Rytter R.M. 2016. Afforestation of former agricultural land with *Salicaceae species* – Initial effects on soil organic carbon, mineral nutrients, C:N and pH. *Forst Ecol. Manag.* 363: 21–30.
- Tomaszewski T., Chudecka J. 2010. Wpływ odłogowania na wybrane właściwości gleb piaszczystych. *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin. Agric. Aliment. Pisc. Zootech.* 278(14): 107–112.
- Wall A., Hytönen J. 2005. Soil fertility of afforested arable land compared to continuously forested sites. *Plant Soil* 275: 247–260.
- Woch F. 2014. Ocena zmian wykorzystania przestrzeni wiejskiej w Polsce. *Pol. J. Agron.* 18: 52–62.
- Xue D., Zhang X. 2002. Study on ecological space of urban agglomeration. *Chin. Geogr. Sci.* 12(4): 321–328.

M. JAKUBUS, M. GRACZYK

**CHANGES OF SOIL ABUNDANCE IN NUTRIENTS OCCURRED DURING LAST 20 YEARS
ON THE AREA OF POZNAŃ AGGLOMERATION****Summary**

The dynamic development of Poznań agglomeration is realized by different soil management, economy and city planning transformation. All these factors have a strong influence on the quality changes of macro- and micronutrients in arable soils. So the paper presents an assessment the amounts of macro- and micronutrients available for plants and evaluation of soils fertility, exerted by their abundance in nutrients, which took place during last 20 years. The aim of the studies was realized on the basis of chemical analysis of soil samples gathered in 1995 and 2015. The soils were located on the Poznań city area and were the arable lands. The used analytical methods were popular and widespread applied in proficiently agri-chemical procedures. Here, the null hypothesis that the mean content of each from macro- and micronutrients is the same in the year 1995 and 2015 taking the alternative hypothesis that the mean content of each from macro- and micronutrients differs in these years were analysed. It was found that urbanization transformations, which have been occurring during last 20 years had essential effect on decreasing (on 50%) area of arable soils. Moreover, considerably share of soils (45%) are waste lands and became a part of neglected area of Poznań with low visual and agricultural quality. On the basis of the obtained results one may state that the analysed soils showed lower fertility and this situation was clearly signed in the case of waste land. It was stated, that in 2015 year soils have a lower abundance in available nitrogen, potassium and phosphorus as well as a higher abundance in available magnesium and copper. It should be underlined, that unfavourable changes in soil fertility were exerted by decrease in content of most analysed elements, especially macro-nutrients. The difference in contents of macronutrients in individual soil samples between 1995 and 2015 year ranged from a few percentages until to multiple. Despite of this, only in the case of mineral nitrogen, potassium, iron and manganese the quantity significant differences in years of studies were confirmed by statistical analysis. The revealed above phenomenon should be noticed as a negative changes, which are connected not only with agricultural production but also with environment protection.

Key words: urbanization, Poznań agglomeration, arable soils, nutrients available for plants, hypothesis, *t*-Student test

Zaakceptowano do druku – *Accepted for print*: 26.02.2016

Do cytowania – *For citation*:

Jakubus M., Graczyk M. 2016. Zmiany zasobności gleb w składniki pokarmowe zachodzące w ciągu ostatnich 20 lat na terenie aglomeracji poznańskiej. *Fragm. Agron.* 33(1): 38–47.