

Małgorzata WIDŁAK<sup>1</sup>

## OCENA ZAWARTOŚCI GLINU WYMIENNEGO I WYBRANYCH PARAMETRÓW GLEB WOJEWÓDZTWA ŚWIĘTOKRZYSKIEGO

### EVALUATION OF EXCHANGEABLE ALUMINIUM CONTENT AND SELECTED SOIL PARAMETERS OF SWIETOKRZYSKIE REGION

**Abstrakt:** Praca obejmuje badania nad zawartością glinu wymiennego i takich parametrów, jak: odczyn i pH gleby, węgiel organiczny i liczba jodowa. Gleby na badanych stanowiskach wykazywały odczyn od bardzo kwaśnego do zasadowego (pH 3,87-7,65). Zawartość glinu wymiennego w glebie wynosiła odpowiednio: 0,09-6,3 mg/100 g, w 65% przekroczyła dopuszczalną zawartość tego pierwiastka, stanowiąc toksyczne zagrożenie dla większości roślin. Zawartość materii organicznej w przedziale 1,8-4,3% odpowiada zawartości próchnicy 3,1-7,5% w badanych próbkach. Gleba charakteryzuje się dużą zawartością próchnicy, która jest decydującym czynnikiem jej żyzności. Do celów badawczych wytypowano obszary intensywnie użytkowane rolniczo. W sześciu powiatach województwa świętokrzyskiego, zróżnicowanych położeniem geograficznym, zlokalizowano 20 punktów badawczych. Próbki gleby pobierano wczesną wiosną przed nawożeniem i zasiewami.

**Słowa kluczowe:** gleba mineralna, pH, kwasowość gleby, glin wymienny, materia organiczna

#### Wprowadzenie

Gleba stanowi nieodnawialny element środowiska przyrodniczego, w jej skład wchodzi składniki mineralne, materia organiczna, woda, powietrze oraz żywe organizmy. Materię organiczną w środowisku naturalnym stanowią wszystkie występujące w glebie związki zawierające węgiel pochodzenia organicznego [1, 2]. Na rodzaj i dynamikę procesów zachodzących w glebie wpływa szereg czynników określanych glebotwórczymi: skała macierzysta, klimat, woda, organizmy żywe oraz czynniki antropogenne. W zależności od tego, który z wymienionych składników dominował w procesie glebotwórczym, wykształcił się określony typ gleby [3-5].

Blisko 80% powierzchni Polski pokrywa kompleks gleb brunatnych, bielcowych i pływowych, natomiast gleby bielcowe stanowią około 25% wszystkich ziem [6].

Gleby bielcowe charakteryzują się bardzo kwaśnym odczynem oraz małą zawartością próchnicy. Z kwaśnych gleb łatwo wymywane są składniki zasadowe, a ich miejsce w roztworze glebowym zajmują kationy wodoru, glinu, żelaza, manganu, które mogą stanowić toksyczne zagrożenie dla roślin.

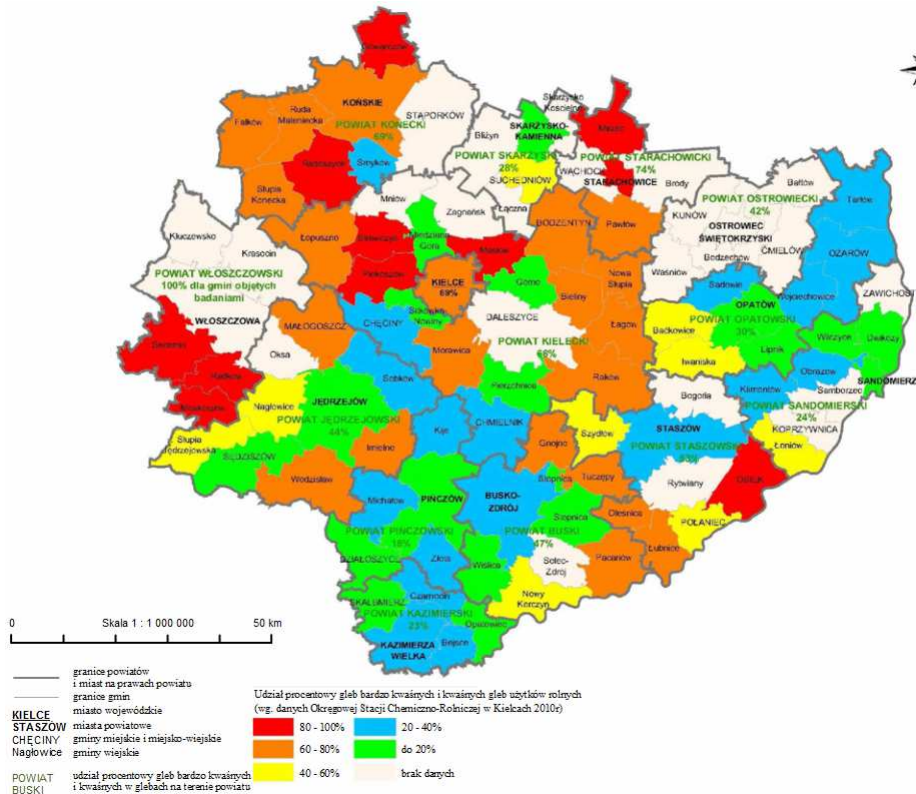
Glin w roztworze glebowym występuje w formie rozpuszczalnej i nierozpuszczalnej, a w zależności od pH gleby przyjmuje postać kationu, anionu lub cząsteczki obojętnej. Formy kationowe, zwane glinem ruchomym lub glinem wymiennym, odpowiedzialne są za kształtowanie podstawowych właściwości środowiska glebowego. Obecność glinu w glebie decyduje także o jej dużej pojemności sorpcyjnej [7-11].

<sup>1</sup> Katedra Inżynierii i Ochrony Środowiska, Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Świętokrzyska, al. 1000-lecia Państwa Polskiego 7, 25-314 Kielce, tel. 41 342 48 07, email: mwidlak@tu.kielce.pl

## Gleby województwa świętokrzyskiego

Zróżnicowanie fizyczno-geograficzne województwa ma bezpośredni wpływ na jakość gleb ze względu na różnorodność budowy geologicznej oraz skał macierzystych, z których wytworzyły się różne ich typy i rodzaje.

Generalnie w części północno-zachodniej, zachodniej i krańcach północnych województwa przeważają gleby bielicoziemne. We wschodniej i południowej części województwa zalegają na podłożu lessowym czarnoziemy i gleby brunatne, zaliczane do najżyźniejszych gleb woj. świętokrzyskiego (I i II klasa bonitacyjna). Na południowym zachodzie i południu województwa na utworach węglanowych i siarczanowych rozwinęły się rędziny i pararendziny. W obrębie wyższych wzniesień i stoków Gór Świętokrzyskich występują płytkie gleby inicjalne. W środkowej i północnej części województwa występują gleby antropogenne (Kielce i okolice, Skarżysko, Starachowice, Ostrowiec Świętokrzyski) [6, 12]. Odczyn gleb w warstwie orno-próchnicznej na terenie woj. świętokrzyskiego przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Odczyn gleb w warstwie orno-próchnicznej na terenie woj. świętokrzyskiego, Okręgowa Stacja Chemiczno-Rolnicza, Kielce 2010

Fig. 1. Soils pH in arable and humus layer in Świętokrzyskie province, Chemical-Agricultural Station in Kielce 2010

Celem pracy była ocena zawartości glinu wymiennego i wybranych parametrów gleb województwa świętokrzyskiego.

### Materiał i metody

Do badań wyselekcjonowano obszary gleb intensywnie użytkowanych rolniczo z sześciu powiatów woj. świętokrzyskiego. Powiaty znajdują się w części środkowej województwa, zachodnio-północnej, zachodnio-południowej i środkowo-wschodniej.

Próbki pobrano z 20 punktów badawczych reprezentujących 10 gmin w czterech obszarach województwa, wszystkie stanowiły gleby mineralne. Lokalizację i oznaczenie pobierania materiału badawczego przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Odczyn gleb w warstwie orno-próchnicznej wybranych gmin województwa świętokrzyskiego - marzec 2012 r.

Table 1

Soils pH in arable and humus layer in selected municipalities of Świętokrzyskie province - March 2012

Numer obszaru	Położenie gminy w rejonie woj. świętokrzyskiego	Oznaczenie próbki badawczej	Odczyn gleby [pH <sub>KCl</sub> ]
I	Rejon środkowy	1A	3,87
		1B	4,13
II	Rejon zachodnio-północny	2A	5,47
		2B	5,33
III	Rejon zachodnio-południowy	3A	7,34
		3C	5,43
		4A	4,74
		4B	7,55
		5A	5,27
		5B	5,87
IV	Rejon środkowo-wschodni	6A	7,46
		6B	4,03
		7A	5,93
		7B	5,18
		8A	7,01
		8B	4,97
		9A	7,57
		9B	6,14
		10A	7,65
		10B	6,76

Z każdego punktu badawczego pobrano próbkę reprezentatywną obejmującą profil glebowy od 0-25 cm, analizie poddawano próbki powietrzne suche [13]. Z właściwości chemicznych gleby oznaczano odczyn i pH w 1n KCl - potencjometrycznie, kwasowość wymienną i glin wymienny metodą Sokołowa, węgiel organiczny metodą Tiurina, liczbę jodową wg normy PN-83/C97555.04 [14].

Materiał badawczy pobierany z wybranych obszarów woj. świętokrzyskiego charakteryzował się zróżnicowanym procentowym udziałem gleb bardzo kwaśnych

i kwaśnych dla użytków rolnych wg danych Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Kielcach w 2010 r. (rys. 1).

## Wyniki i dyskusja

### Odczyn i pH

W glebach kwaśnych o  $\text{pH}_{\text{KCl}} < 4,5$  źródłem jonów wodorowych w roztworze glebowym są jony glinu. W glebach tych glin wymienny zaabsorbowany pozostaje w równowadze z jonami Al w roztworze glebowym, które zakwaszają gleby poprzez zdolność do hydrolizy.

W glebach kwaśnych o  $\text{pH}_{\text{KCl}} \sim 4,5-6,5$  źródłem jonów wodorowych w roztworze glebowym jest przede wszystkim wodór, obecny zarówno w samym roztworze glebowym, jak też zaadsorbowany przez kompleks sorpcyjny [15, 16].

W glebach obojętnych nie dominują jony kwaśne ( $\text{H}^+$  i  $\text{Al}^{3+}$ ), jony wodorotlenków glinu przekształcają się w gibbsyt:



Charakterystyka materiału glebowego wykorzystanego w badaniach

Tabela 2

Characteristics of soil material used in the testing

Table 2

Zakresy pH i odczyn gleby	Procentowy udział badanej gleby o zakresie pH	Najniższa wartość $\text{pH}_{\text{KCl}}$ o danym zakresie pH	Zawartość $\text{Al}^{3+}$ dla najniższych wartości pH [ $\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ ]
(< 4,5) bardzo kwaśny	15	3,87 (< 4,5)	6,30
(4,6-5,5) kwaśny	35	4,74 (4,6-5,5)	0,72
(5,6-6,5) lekko kwaśny	15	5,87 (5,6-6,5)	0,90
(6,6-7,2) obojętny	10	6,76 (6,6-7,2)	0,18
(> 7,2) zasadowy	25	7,34 (> 7,2)	0,27

Gleby bardzo kwaśne, kwaśne i lekko kwaśne, w zakresie pH od 3,87 do 6,50 (tab. 2), stanowią 65% badanych próbek gleby z wybranych gmin woj. świętokrzyskiego. Gleby kwaśne to aż 35% obszarów badawczych. Pierwszy (rejon środkowy) i drugi (rejon zachodnio-północny) obszar badawczy to gleby o odczynie bardzo kwaśnym i kwaśnym. W obszarze trzecim (rejon zachodnio-południowy) i czwartym (rejon środkowo-wschodni) występują gleby o odczynie kwaśnym, obojętnym i zasadowym z dominacją gleb zasadowych.

### Węgiel organiczny i liczba jodowa

Materia organiczna stanowi jeden z podstawowych czynników decydujących o żyzności gleby. Spełnia ona różnorodne pośrednie i bezpośrednie funkcje w kształtowaniu się fizycznych, fizykochemicznych oraz biochemicznych właściwości gleb. W obrębie glebowej materii organicznej wyróżniamy dwie podstawowe grupy substancji: humusowe (próchnicę) i niehumusowe. Próchnica ma dużą pojemność wodną, charakteryzuje się bardzo dużą pojemnością sorpcyjną, związki próchnicowe zwiększają

zdolności buforowe gleb, regulują odczyn roztworu glebowego oraz stężenie składników pokarmowych.

Zawartość próchnicy w glebach jest zróżnicowana. Gleby ze względu na zawartość w nich próchnicy możemy podzielić na gleby ubogie (0,1-1%), gleby słabo próchniczne (1,01-2%), średnio próchniczne (2,01-4%) i próchniczne (powyżej 4%). Zawartość próchnicy w poziomach akumulacyjnych gleb mineralnych Polski, w zależności od rodzaju gleby, mieści się najczęściej w granicach od 0,9 do 6,8% [4].

Jedynie materia organiczna ma zdolność wymiennego adsorbowania kationów. Gleby zasobniejsze w próchnicę są odporniejsze na wpływ zanieczyszczeń niż gleby małopróchnicowe [17, 18].

Uzyskane wyniki obejmują zawartość węgla organicznego ( $C_{ORG}$ ) w przedziale od 1,8 do 4,3%, odpowiada to zawartości próchnicy w zakresie 3,1-7,5%. Badane gleby w 55% wykazały zawartość próchnicy na poziomie gleb średniopróchnicznych (tab. 3).

Tabela 3

Oznaczenie materii organicznej w warstwie orno-próchniczej wybranych gmin województwa świętokrzyskiego - marzec 2012 r.

Table 3

Determination of organic matter in arable and humus layer in selected municipalities of Świętokrzyskie province - March 2012

Numer obszaru	Położenie gminy w rejonie woj. świętokrzyskiego	Oznaczenie próbki badawczej	Zawartość $C_{ORG}$ [%]	Zawartość próchnicy [%]	Liczba jodowa [mg/g]
I	Rejon środkowy	1A	2,9	5,0	25
		1B	1,8	3,1	13
II	Rejon zachodnio-północny	2A	3,1	5,4	13
		2B	3,7	6,3	51
III	Rejon zachodnio-południowy	3A	2,9	4,9	38
		3C	2,0	3,5	38
		4A	2,0	3,4	121
		4B	4,3	7,5	32
		5A	2,5	4,4	95
		5B	3,4	5,9	25
IV	Rejon środkowo-wschodni	6A	3,8	6,5	25
		6B	3,4	6,3	51
		7A	2,5	4,4	51
		7B	2,2	3,8	82
		8A	3,6	6,1	44
		8B	2,5	4,4	19
		9A	1,9	3,4	44
		9B	2,4	4,2	76
		10A	2,3	3,9	69
		10B	3,7	6,4	95

Zdolności sorpcyjne gleby charakteryzuje liczba jodowa o wartościach w przedziale od 25 do 95 mg/g.

### Zawartość glinu

Glin wymienny zajmuje dużą część pojemności sorpcyjnej, ponad 50%, zmieniając tym samym udział pozostałych kationów wymiennych w kompleksie sorpcyjnym. Na ogół stwierdza się, że zawartość 0,05 do 0,4 mg Al w 100 g gleby wpływa toksycznie na rozwój większości roślin w badanych glebach. Największa ilość wymiennych jonów  $H^+$  i  $Al^{3+}$  występuje w poziomach humusowych. W polskich glebach zawartość wymiennych jonów  $H^+$  i  $Al^{3+}$  wynosi 0,04-13,4 m.eq  $H^+$  oraz 0,0 do 10,3 m.eq Al w 100 g gleby [10, 19-21].

Tabela 4

Kwasowość wymienna i glin wymienny w warstwie orno-próchnicznej wybranych gmin województwa świętokrzyskiego - marzec 2012 r.

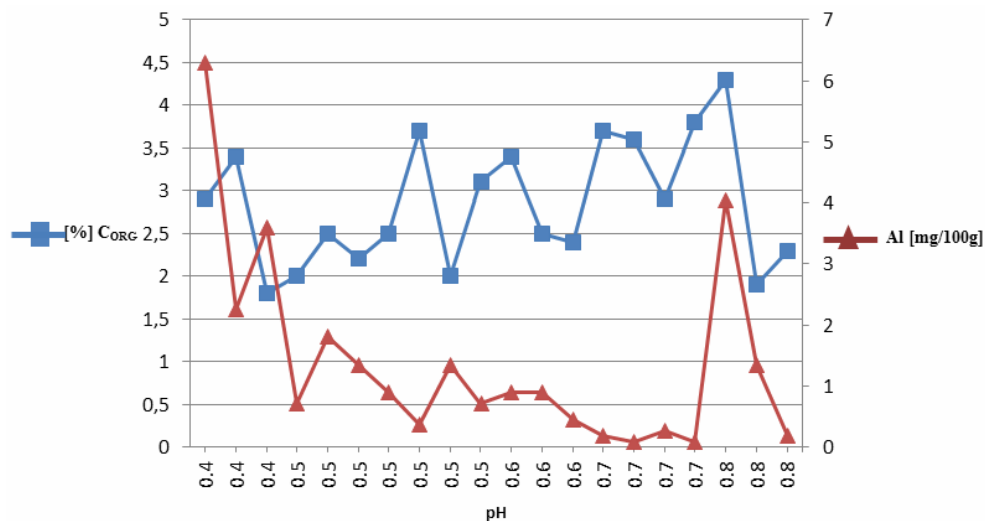
Table 4

Exchangeable acidity and exchangeable aluminum in arable and humus layer in selected municipalities of Świętokrzyskie province - March 2012

Numer obszaru	Położenie gminy w rejonie woj. świętokrzyskiego	Oznaczenie próbki badawczej	$K_w$ [m.eq/100 g]	Al [m.eq/100 g]	Al [mg/100 g]
I	Rejon środkowy	1A	0,85	0,70	6,30
		1B	0,60	0,40	3,60
II	Rejon zachodnio-północny	2A	0,16	0,08	0,72
		2B	0,20	0,04	0,36
III	Rejon zachodnio-południowy	3A	0,11	0,03	0,27
		3C	0,3	0,15	1,35
		4A	0,16	0,08	0,72
		4B	0,50	0,45	4,05
		5A	0,30	0,10	0,90
		5B	0,12	0,10	0,90
IV	Rejon środkowo-wschodni	6A	0,10	0,01	0,09
		6B	0,45	0,25	2,25
		7A	0,20	0,10	0,90
		7B	0,25	0,15	1,35
		8A	0,11	0,01	0,09
		8B	0,3	0,20	1,80
		9A	0,25	0,15	1,35
		9B	0,20	0,05	0,45
		10A	0,10	0,02	0,18
		10B	0,15	0,02	0,18

### Węgiel organiczny i glin wymienny a pH gleby

Analizując wyniki procentowe zawartości węgla organicznego oraz Al wymiennego [mg/100 g] w odniesieniu do pH badanej gleby (tab. 2-4), obserwujemy zależność: dla gleby kwaśnej, lekko kwaśnej oraz obojętnej przy wzroście zawartości węgla organicznego zmniejsza się występowanie glinu wymiennego (rys. 2).



Rys. 2. Korelacja procentowej zawartości węgla organicznego i Al wymiennego [mg/100 g] od pH badanej gleby  
 Fig. 2. Correlation between percentage of organic carbon, removable aluminum and pH of tested soil

### Podsumowanie

1. Gleby województwa świętokrzyskiego w 35% wykazują odczyn kwaśny.
2. Glin wymienny występujący w badanych próbkach w 65% przekroczył zawartość wpływającą toksycznie na rozwój roślin.
3. Zawartość węgla organicznego wskazuje na gleby średniopróchnicze.
4. Wzrastająca zawartość węgla organicznego zmniejsza występowanie glinu wymiennego w glebach kwaśnych i obojętnych.

### Literatura

- [1] Zouboulis AI, Wu J, Katsoyiannis IA. Removal of humic acids by flotation. *Colloids & Surfaces. Part A: Physico-chemical & Eng Aspects*. 2003;231:181-193.
- [2] Gonet SS. Ochrona zasobów materii organicznej gleb. W: Rola materii organicznej w środowisku. Gonet SS, Markiewicz M, redaktorzy. Wrocław: PTSH; 2007.
- [3] Leinweber P, Schulten H-R, Körschens M. Hot water extracted organic matter: chemical composition and temporal variations in a long-term field experiment. *Biol Fertil Soils*. 1995;20:17-23
- [4] Mercik S. *Chemia rolna*. Warszawa: Wyd SGGW; 2004.
- [5] Kwiatkowska-Malina J. Analiza struktury substancji humusowych gleb po wprowadzeniu węgla brunatnego na podstawie widm fluorescencyjnych. *Inż Ochr Środow*. 2011;14(3):197-208.
- [6] Raport: Programu Ochrony Środowiska dla województwa świętokrzyskiego. Zarząd Województwa Świętokrzyskiego. Kielce: 2011.
- [7] Badora A. Wpływ pH na mobilność pierwiastków w glebach. *Zesz Probl Nauk Roln*. 2002;482:21-36.
- [8] Bezak-Mazur E. *Specjacja w ochronie i inżynierii środowiska*. PAN; 2004.
- [9] Gworek B. Glin w środowisku przyrodniczym a jego toksyczność. *Ochr Środow i Zasob Natural*. 2006;26:27-38.
- [10] Martyn W, Niemczuk B. Zawartość żelaza i glinu w profilach gleb rdzawych różnie użytkowanych. *Ochr Środow i Zasob Natural*. 2011;48:287-296.
- [11] Widłak M. *Rocznik Świętokrzyski, Ser. B - Nauki Przyr*. 2011;32:131-140.

- [12] Synteza: Świętokrzyski Zarząd Melioracji i Urzędzeń Wodnych w Kielcach. Program małej retencji dla województwa świętokrzyskiego. Kielce; 2006.
- [13] Namieśnik J. Trendy w analityce i monitoring środowiskowy. W: Namieśnik J, Chrzanowski W, Szpinek P, redaktorzy. Nowe horyzonty i wyzwania w analityce i monitoringu środowiskowym. CEEAM: Politechnika Gdańska; 2003; 1-32.
- [14] Polska Norma - PN -83/C97555.04. Węgle aktywne. Oznaczenie liczby adsorpcji jodu.
- [15] Siuta J, Żukowski B. Rozwój i potencjalne zagrożenia agroekosystemów. Część I. Uwarunkowania agroekologicznego rozwoju gleb mineralnych. Ochr Środow i Zasob Natural. 2009;39:115-125.
- [16] Gorlach E, Mazur T. Chemia rolna. Warszawa: Wyd Nauk PWN; 2002.
- [17] Sapek B. Zapobieganie stratom i sekwestracja węgla organicznego w glebach łąkowych. Inż Ekol. 2009;21:48-61.
- [18] Huculak-Mączka M, Hoffman K, Hoffman J, Skut J. Ocena zawartości substancji humusowych w wybranych surowcach i odpadach. Proc of ECOpole. 2010;4(2):383-387
- [19] Cieśla W, Malczyk P, Kędzia W. Glin wymienny w glebach leśnych okolic zakładów azotowych we Włocławku. Chrom, nikiel i glin w środowisku. Problemy ekologiczne i metodyczne. Polska Akad Nauk Komitet Naukowy przy Prezydium PAN „Człowiek i środowisko”. Zeszyty Naukowe Ossolineum. 1993;5:205-210.
- [20] Graczyk A, Konarski J, Radomska K, Długoszek M, Sobczyńska J. Glin - nowa trucizna środowiska. Warszawa: Biblioteka Monitoringu Środowiska, 1992.
- [21] Kabata-Pendias A. Biogeochemia chromu, niklu i glinu. Chrom, nikiel i glin w środowisku. Problemy ekologiczne i metodyczne. Polska Akad Nauk Komitet Naukowy przy Prezydium PAN „Człowiek i Środowisko”. Zeszyty Naukowe Ossolineum, 1993;5:9-14.

## EVALUATION OF EXCHANGEABLE ALUMINIUM CONTENT AND SELECTED SOIL PARAMETERS OF SWIETOKRZYSKIE REGION

Department of Environmental Engineering and Protection, Kielce University of Technology

**Abstract:** The work involves the determination of exchangeable aluminum content and parameters such as reaction, soil pH, organic carbon and iodine. Soils on the test sites showed a pH ranging from very acidic to alkaline (pH 3.87-7.65). The content of exchangeable aluminum in the soil was: 0.09-6.3 mg/100 g and 65% of  $Al^{3+}$  mg/100 g exceeded the allowable amounts of this element therefore becoming a toxic threat to most plants. Organic matter in the range 1.8-4.3%, corresponds to 3.1-7.5% humus content in samples. The soil has a high content of humus, which is crucial for its fertility. For research purposes intensively cultivated areas were selected. In six districts of region Świętokrzyskie which different in terms of geographical location, twenty research points were placed. Soil samples were collected during early spring, before fertilization and sowing.

**Keywords:** mineral soil, pH, soil acidity, exchangeable aluminum, organic matter