

KSZTAŁTOWANIE SIĘ CHEMICZNYCH WŁAŚCIWOŚCI GLEBY POD WPŁYWEM RÓŻNYCH SPOSOBÓW NAWOŻENIA W ZMIANOWANIU

Arkadiusz Stepien, Jan Adamiak

Katedra Systemów Rolniczych, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
pl. Łódzki 3, 10-718 Olsztyn
e-mail: arkadiusz.stepien@uwm.edu.pl

Streszczenie. W 5-letnich badaniach 2000-2005, prowadzonych w Zakładzie Produkcyjno-Doświadczalnym w Bałcynach, na glebie płowej, opadowo-glejowej, klasy IIIa, kompleksu 4, porównywano działanie różnych sposobów nawożenia, w 3-półowym płodozmianie: burak cukrowy-pszenica jęczmień ozimy. Porównywano następujące sposoby: A – nawożenie tylko mineralne, B – nawożenie obornikiem i nawozami mineralnymi, C – nawożenie słomą, nawozami zielonymi i mineralnymi; D – nawożenie kompostem (nawożenie ekologiczne). Na obiektach A, B, C przy stałym nawożeniu fosforem i potasem, zróżnicowano dawki N. Na obiekcie nawożonym ekologicznie (D) zróżnicowano dawkowanie biopreparatów P₅₀₀ (z krowieńca) i P₅₀₁ (z krzemionki). Celem niniejszej pracy była ocena wpływu różnych sposobów nawożenia w płodozmianie na zmiany chemicznych właściwości gleby. Po 5-letnim okresie badań odczyn gleby na wszystkich obiektach nawozowych niewiele się zmienił. Średnio minimalny wzrost pH gleby odnotowano na obiektach nawożonych sposobami konwencjonalnymi. Największy przyrost próchnicy (o 0,38%) odnotowano na obiekcie nawożonym słomą, nawozami zielonymi i mineralnym a następnie na obiekcie ekologicznym (o 0,32%). W sumie na ostatnim obiekcie zawartość próchnicy w końcowym roku badań była największa (2,02%). Wprowadzenie azotu na obiekty konwencjonalne ogólnie zwiększyło zawartości próchnicy w glebie wszystkich obiektów. Stwierdzono większą zawartość azotu w glebie na obiektach nawożonych nawozami organicznymi, w tym największy na obiekcie nawożonym sposobem ekologicznym. Nawożenie azotem powodowało przyrost zawartości azotu w glebie. Zawartość potasu w glebie wszystkich analizowanych obiektów, w ciągu 5-lecia istotnie wzrosła, w tym również na obiekcie nawożonym sposobem ekologicznym. Podobnie po 5 latach wzrosła zawartość magnezu oraz wapnia na wszystkich obiektach, a wyraźnie największą jego zasobnością charakteryzowała się gleba nawożona sposobem ekologicznym.

Słowa kluczowe: nawożenie organiczne, próchnica, azot, biopreparaty, właściwości chemiczne gleby.

WSTĘP

Zmiana w czasie parametrów fizycznych, chemicznych i biologicznych charakteryzujących glebę jest bardzo zróżnicowana. Typ gleby, uziarnienie nie ulega

zmianie w ciągu setek lat, całkowita zawartość składników pokarmowych pozostaje niezmienna przez dziesiątki lat a odczyn gleby, właściwości sorpcyjne mogą ulec znaczącym zmianom w ciągu okresu mierzonego jednym lub kilkoma sezonami wegetacyjnymi (Czuba 1986, Mazur 1993).

Rolę nawożenia organicznego rozpatrywano właściwie zawsze w dwóch podstawowych aspektach, jako metodę dostarczania składników pokarmowych dla roślin i jako metodę odtwarzania glebowych zasobów próchnicy (Łoginow 1985). Substancja organiczna dostarczana w nawozach do gleby oddziałuje na jej właściwości fizyczne oraz wzbogaca kompleks sorpcyjny w składniki mineralne i próchnicę. Zwiększa jej aktywność biologiczną, a tym samym zdolności produkcyjne oraz oddziałuje ochronnie i hydrologicznie (Jabłoński, Sienkiewicz 1993, Kaniuczak 1994, Krzywy i in. 1996, Łoginow i in. 1991). Co prawda tylko kilka procent materii organicznej dostarczonej do gleby przechodzi w próchnicę, większość ulega mineralizacji, jednak wzbogacenie jest wyraźnie potwierdzone (Gawrońska-Kulesza i in. 1992, Janowiak 1992).

Celem niniejszej pracy była ocena wpływu różnych sposobów nawożenia w płodozmianie na zmiany chemicznych właściwości gleby.

MATERIAŁ I METODA

Doświadczenie założono w Zakładzie Produkcyjno-Doświadczalnym w Bałcynach k. Ostródy w 1993 roku, jako statyczne, 2-czynnikowe, metodą systematycznych podbloków, obejmujące uprawę buraka cukrowego, pszenicy jarej i jęczmienia ozimego w 3-polowym płodozmianie. Zlokalizowano je w terenie prawie płaskim, o spadku 3%, o wystawie północno-wschodniej, w przewadze na glebie płowej opadowo-glejowej, wytworzonej z gliny lekkiej. Schemat badań uwzględniał następujące czynniki:

Czynnik I – Różne sposoby nawożenia płodozmiaru:

- A – Nawożenie tylko mineralne, średnio na 1 pole płodozmiaru w $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$: P – 35 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, K – 110,7 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, N – jak w pkt. II.
- B – nawożenie organiczno-mineralne z zastosowaniem 30 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ obornika w rotacji płodozmiaru pod burak cukrowy plus nawożenie mineralne jak na obiekcie A.
- C – nawożenie organiczno-mineralne z zastosowaniem w rotacji płodozmiaru: 8 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ słomy pszenno-jęczmiennej wzbogaconej 80 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ azotu plus 25 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ przyoranego międzyplonu (gorczyca biała) plus – 40 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ liści buraka cukrowego plus nawożenie mineralne jak na obiekcie A.
- D – nawożenie ekologiczne 40 t kompostu na 1 ha w rotacji płodozmiaru plus opryskiwanie preparatami biodynamicznymi (komponenty kompostu: 75-80% obornika i 20-25% gleby).

Czynnik II – Zróżnicowane nawożenie azotem (N) na obiektach A, B i C oraz opryskiwanie biopreparatami (P) na obiekcie D.

Uwzględniono następujące poziomy nawożenia azotem w kg czystego składnika średnio na 1 pole płodozmianu: N₀ – 0; N₁ – 40; N₂ – 73; N₃ – 106,7 i N₄ – 140.

Na obiekcie D (ekologicznym) pod wszystkie rośliny płodozmianu dawkowano preparaty biodynamiczne P₅₀₀ (z krowieńca) i P₅₀₁ (z krzemionki) w następujących wariantach: P₀ – 0; P₁ – 3 x P₅₀₀; P₂ – 3 x P₅₀₀ i 1 x P₅₀₁; P₃ – 2 x P₅₀₀ i 2 x P₅₀₁; P₄ – 2 x P₅₀₁. Jednorazowa dawka wynosiła: preparatu P₅₀₀ – 500g·ha⁻¹ i P₅₀₁ – 10 g·ha⁻¹ w 200 l wody.

W nawozach organicznych i w materiale roślinnym oznaczono zawartość azotu ogólnego, fosforu, potasu, magnezu i wapnia. W glebie, w warstwie 0-30 cm oznaczono pH, zawartość próchnicy, azotu ogólnego, fosforu, potasu, magnezu i wapnia. Analizy chemiczne wykonano w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Olsztynie. Określono odczyn gleby w KCl, zawartość próchnicy wg Tiurina, zawartość azotu metodą Kjeldahla, fosforu i potasu – metodą Wegnera-Riehma, magnezu – Schachtschabela, wapnia za pomocą ekstrakcji w 0.003n kwasie octowym – metodą uniwersalną. Badania zostały wykonane przed rozpoczęciem (2000) i po zakończeniu cyklu badań (2005). Wyniki z lat 1993–1998 przedstawiono w pracy Stępnia (2000), a wyniki z lat 1998–2000 w pracy Adamiaka i in. (2002).

OMÓWIENIE WYNIKÓW I DYSKUSJA

Przed rozpoczęciem badań gleba charakteryzowała się lekko kwaśnym odczynem, zbliżonym na obiektach nawożonych sposobami konwencjonalnymi (A,B,C), nieco zaś wyższym na obiekcie nawożonym sposobem ekologicznym (D) (tab. I). Po 5-letnim okresie badań odczyn gleby niewiele się zmienił. Średnio minimalny wzrost pH gleby odnotowano na obiektach nawożonych sposobami konwencjonalnymi (A,B,C). Na obiekcie ekologicznym pozostał bez zmian, lecz nadal był tu najkorzystniejszy. Zastosowane dawki azotu na obiektach A, B i C oraz preparaty biodynamiczne na obiekcie D nie miały istotnego wpływu na odczyn gleby, zarówno w wyjściowym jak i końcowym pomiarze.

Zawartość próchnicy jest ściśle powiązana między innymi z rodzajem gleby i ilością oraz jakością substancji organicznej wprowadzanej do gleby (Janowiak 1992, Krzywy i in. 1996). Potwierdzają to wyniki badań własnych (Adamiak i in. 2002, Stępień 2000), pokazujące większą zawartość próchnicy na obiektach nawożonych nawozami organicznymi. Jednakże wzrost zawartości próchnicy zaobserwowano na wszystkich obiektach. O ile nie budzi wątpliwości wzrost jej w glebie, do której wprowadzono nawozy organiczne (B, C i D) o tyle zaskoczeniem jest fakt wzrostu próchnicy (o 0,17%) na obiekcie nawożonym wyłącznie mineralnie (A). Fakt ten wyjaśnia Mazur (1995) pozostawieniem zwiększonej ilości resztek poźniowych

oraz naruszeniem równowagi procesów humifikacji i mineralizacji. Największy przyrost próchnicy (o 0,38%) odnotowano na obiekcie nawożonym słomą, nawozami zielonymi i mineralnym (C), a następnie na obiekcie ekologicznym (D) (o 0,32%). W sumie na tym ostatnim obiekcie zawartość próchnicy w końcowym roku badań była największa (2,02%). Wprowadzenie azotu na obiekty konwencjonalne ogólnie zwiększyło zawartości próchnicy w glebie wszystkich obiektów. Przede wszystkim wzrost powodowała najniższa dawka azotu. Działanie wyższych dawek azotu było niejednoznaczne. Także aplikowanie biopreparatów podniosło zawartość próchnicy w glebie, a najkorzystniejszy wpływ na to miał samodzielnie stosowany preparat P₅₀₀.

Tabela 1. Zmiany chemicznych właściwości gleby w warstwie 0-30 cm
Table 1. Changes of soil chemical properties (0-30 cm)

Cecha Feature	Nawożenie azotem Nitrogen fertilization	Sposób nawożenia Fertilization system								Opryskiwanie biopreparatami Spraying with biopreparations
		A		B		C		D		
		2000	2005	2000	2005	2000	2005	2000	2005	
pH _{KCl}	N ₀	5,9	6,1	5,9	6,0	6,0	6,2	6,2	6,3	P ₀
	N ₁	5,9	5,8	5,9	6,0	5,9	6,1	6,1	6,3	P ₁
	N ₂	5,8	5,8	5,9	5,8	5,9	5,9	6,4	6,4	P ₂
	N ₃	5,7	5,9	5,8	6,0	5,9	6,0	6,3	6,3	P ₃
	N ₄	5,9	6,2	5,7	5,9	5,9	5,8	6,3	6,3	P ₄
Próchnica Humus (%)	N ₀	1,69	1,76	1,75	1,85	1,61	2,01	1,76	1,87	P ₀
	N ₁	1,71	1,91	1,82	2,05	1,75	2,10	1,64	1,86	P ₁
	N ₂	1,62	1,88	1,80	1,88	1,58	1,79	1,75	2,11	P ₂
	N ₃	1,74	1,82	1,71	1,74	1,55	1,98	1,68	1,94	P ₃
	N ₄	1,62	1,89	1,68	1,85	1,51	2,00	1,69	2,30	P ₄
N (%)	N ₀	0,080	0,09	0,084	0,090	0,088	0,101	0,094	0,099	P ₀
	N ₁	0,083	0,087	0,089	0,092	0,086	0,094	0,087	0,103	P ₁
	N ₂	0,085	0,087	0,088	0,093	0,089	0,100	0,091	0,104	P ₂
	N ₃	0,081	0,089	0,094	0,099	0,098	0,099	0,086	0,094	P ₃
	N ₄	0,076	0,090	0,087	0,100	0,081	0,096	0,090	0,114	P ₄

P (mg w 100 g gleby) (mg per 100 g of soil)	N ₀	9,33	12,6	10,71	13,0	8,99	13,2	9,21	12,0	P ₀
	N ₁	8,87	11,9	8,51	13,4	9,19	11,6	9,28	12,8	P ₁
	N ₂	9,03	11,3	8,91	12,6	9,82	10,7	10,69	14,4	P ₂
	N ₃	8,46	11,7	10,24	13,4	9,93	11,4	9,40	14,2	P ₃
	N ₄	9,72	14,6	9,02	14,8	8,90	11,2	9,58	15,6	P ₄
K (mg w 100 g gleby) (mg per 100 g of soil)	N ₀	16,2	23,4	20,5	24,9	21,6	32,4	13,3	22,1	P ₀
	N ₁	11,5	16,4	17,2	26,7	19,6	27,5	13,0	17,0	P ₁
	N ₂	12,3	17,3	19,2	20,1	17,4	24,6	12,9	17,3	P ₂
	N ₃	10,9	15,4	16,7	19,6	18,5	23,9	12,0	17,2	P ₃
	N ₄	11,8	15,2	14,0	21,6	16,0	23,8	12,5	19,4	P ₄
Mg (mg w 100 g gleby) (mg per 100 g of soil)	N ₀	4,83	7,13	5,33	6,9	5,10	6,23	5,97	7,37	P ₀
	N ₁	5,07	6,27	5,50	6,47	5,30	6,57	6,00	7,67	P ₁
	N ₂	5,03	5,70	5,60	6,13	5,27	5,93	5,73	8,33	P ₂
	N ₃	4,87	5,30	5,20	6,23	5,30	6,33	5,6	7,23	P ₃
	N ₄	4,8	4,13	5,13	5,23	5,10	5,57	5,73	8,93	P ₄
Ca (mg w 100 g gleby) (mg per 100 g of soil)	N ₀	48,0	53,7	47,3	51,7	50,7	55,8	59,3	66,7	P ₀
	N ₁	50,0	50,8	48,7	53,3	50,0	51,7	54,7	65,8	P ₁
	N ₂	48,0	53,3	48,0	54,2	49,3	52,5	60,0	68,3	P ₂
	N ₃	46,0	57,3	48,7	59,2	48,7	55,8	60,7	67,5	P ₃
	N ₄	52,0	65,0	45,3	57,1	49,3	56,2	65,0	68,3	P ₄

Zasobność azotu w glebie jest skorelowana z zawartością i dostępnością materii organicznej (Krzywy i in. 1996), nawożeniem azotem mineralnym (Kaniuczak 1996) oraz zdolność pobierania go przez rośliny (Janowiak 1992). Nie dziwi, więc fakt większej zawartości azotu w glebie na obiektach nawożonych nawozami organicznymi, w tym największy na obiekcie nawożonym sposobem ekologicznym. Nawożenie azotem powodowało przyrost zawartości azotu w glebie. Jednakże działanie dawek azotu było nieregularne. Proporcjonalny wzrost zawartości N relatywnie do rosnącego nawożenia azotem, stwierdzono na obiekcie organiczno-mineralnym – B. Takich zależności nie odnotowano na obiekcie nawożonym mineralnie (A) i organiczno-mineralnie – C. Podobnie jak stosowanie preparatów biodynamicznych na obiekcie ekologicznym (D) podwyższało, choć niejednoznacznie, zawartość azotu w glebie. W sumie w okresie 5-lecia zasobność azotu w glebie wszystkich obiektów

nawozowych znacząco wzrosła jako skutek większego wniesienia w nawozach niż wyniesienia w plonach.

Wobec dodatniego bilansu fosforu (Adamiak i in. 2002) także wyraźny wzrost zawartości tego składnika w glebie po 5 latach badań nie budzi zastrzeżeń. Najwyższy przyrost zawartości fosforu (o 4,17 mg) zaobserwowano na obiekcie nawożonym ekologicznie (D), nieco mniejszy (o 3,92 mg) na nawożonym obornikiem i nawozami mineralnymi (B). Zaskoczeniem jest najniższa zawartość fosforu na obiekcie nawożonym słomą, nawozami zielonymi i mineralnymi (C) niższą niż na obiekcie A. Dawki azotu obniżyły zawartość fosforu w glebie na obiektach A i C, z wyjątkiem dawki 140 kg N. Z kolei na obiekcie B stosowanie azotu podwyższyło koncentrację fosforu w glebie. Podobnie zadziałały preparaty biodynamiczne na obiekcie ekologicznym (D) w tym najbardziej jego zasobność podniósł samodzielnie dawkowany preparat P₅₀₁.

Zawartość potasu w glebie wszystkich analizowanych obiektów, w ciągu 5-lecia istotnie wzrosła, w tym również na obiekcie nawożonym sposobem ekologicznym (D), na którym jego wyniesienie z plonami przeważało nad wniesieniem z kompostem. Według Mazura (1995) jest to wynikiem nieuwzględnienia w bilansie resztek poźniwnych i korzeniowych, w których zawartość potasu jest stosunkowo duża. Zaobserwowano wyraźną tendencję zmniejszenia się zawartości potasu pod wpływem wzrastających dawek azotu. Fakt ten można wytłumaczyć, tym że wraz ze wzrostem dawki azotu następował wzrost plonów, a wraz z nimi zwiększone wynoszenie potasu. Również opryski preparatami biodynamicznymi na obiekcie ekologicznym (D) obniżyły zawartość potasu.

Wzrost zawartości magnezu w glebie, po 5 latach badań, na obiektach nawożonych nawozami organicznymi (B, C, D) nie budzi wątpliwości, gdyż na tych obiektach stwierdzono dodatni bilans tego składnika (Adamiak i in. 2002). Zaskoczeniem natomiast jest wzrost zawartości Mg w glebie na obiekcie nawożonym mineralnie (A), na którym bilans był ujemny. Dawki azotu na obiektach A, B i C zwiększając jego wyniesienie z plonami obniżyły poziom Mg w glebie. Dzięki czemu gleba tego obiektu była najbardziej zasobna w magnez, najmniej zaś obiektu nawożonego tylko mineralnie.

Podobnie po 5 latach wzrosła zawartość wapnia na wszystkich obiektach, a wyraźnie największą jego zasobnością charakteryzowała się gleba nawożona sposobem ekologicznym (D). Jak wykazano w publikacji Adamiaka i in. (2002) jedynie na tym obiekcie bilans wapnia był dodatni. Na pozostałych obiektach nawozowych zawartość wapnia była niższa, a między sobą podobna.

WNIOSKI

1. Minimalny wzrost pH gleby odnotowano na obiektach nawożonych sposobami konwencjonalnymi.
2. Największy przyrost próchnicy odnotowano na obiekcie nawożonym słomą, nawozami zielonymi i mineralnym a następnie na obiekcie ekologicznym. W sumie na ostatnim obiekcie zawartość próchnicy w końcowym roku badań była największa (2,02%). Wprowadzenie azotu na obiekty konwencjonalne ogólnie zwiększyło zawartości próchnicy w glebie wszystkich obiektów.
3. Stwierdzono większą zawartość azotu w glebie na obiektach nawożonych nawozami organicznymi niż mineralnymi, w tym największy na obiekcie nawożonym sposobem ekologicznym.
4. Zawartość potasu przyswajalnego w glebie wszystkich analizowanych obiektów, w ciągu 5-lecia istotnie wzrosła, w tym również na obiekcie nawożonym sposobem ekologicznym.
5. Po 5 latach wzrosła zawartość magnezu oraz wapnia na wszystkich obiektach, a wyraźnie największą jego zasobnością charakteryzowała się gleba nawożona sposobem ekologicznym.

PIŚMIENNICTWO

- Adamiak J., Stępień A., Adamiak E., Klimek D. 2002. Einfluss der Dungungsmethode in der Fruchtfolge auf die Bilanz der Nahrungsbestandteile und auf die Veränderungen der chemischen Bodeneigenschaften. Arch. Acker- Pfl. Boden, Vol. 48, 435-443.
- Czuba R., 1986. Nawożenie. PWRiL. Warszawa.
- Gawrońska-Kulesza A., Lenart S., Suwara J., 1992. Rola wieloletniego nawożenia w utrzymaniu zasobów substancji organicznej w glebie. W: Nawozy organiczne. Mat. Konf. Nauk. AR Szczecin, 2, 20–23.
- Jabłoński W., Sienkiewicz J. 1993. Wpływ wieloletniego zróżnicowanego nawożenia organiczno-mineralnego na plony i zawartość podstawowych składników pokarmowych w glebie lekkiej. Zesz. Nauk. AR Kraków. Roln., 37, 139-147.
- Janowiak J. 1992. Wpływ nawożenia obornikiem i azotem na zawartość substancji organicznej niektórych glebie i niektórych właściwości kwasów huminowych. W: Nawozy organiczne. Mat. Konf. Nauk. „Nawozy organiczne” AR Szczecin 1, 271-276.
- Kaniuczak J. 1994. The effect of various system of mineral fertilization on the content of available forms of phosphorus, potassium and magnesium in brown soil formed from loess. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln., 413, 115-124.
- Kaniuczak J. 1996. Bilans azotu, fosforu, potasu, magnezu w glebie lessowej w warunkach nawożenia organiczno-mineralnego. Zesz. Nauk AR Szczecin, 172, Roln. 62, 189-195.
- Krzywy E., Krupa J., Wołoszyk Cz. 1996. Wpływ wieloletniego nawożenia organicznego i mineralnego na niektóre wskaźniki żywności gleby. Zesz. Nauk. AR Szczecin 172, Roln. 62, 259-264.
- Łoginow W., 1985. Nowoczesne podstawy nawożenia organicznego. Post. Nauk Roln., 6, 25-38.
- Łoginow W., Andrzejewski J., Janowiak J. 1991. Rola nawożenia organicznego w utrzymaniu zasobów materii organicznej w glebie. Roczn. Glebozn., 3-4, 19.

- Mazur T. 1995. Stan i perspektywy bilansu substancji organicznej w glebach uprawnych. Zesz. Prob. Post. Nauk. Roln. 42la, 267-276.
- Mazur T., 1993. Nawożenie jako czynnik zakwaszenia gleb użytkowanych rolniczo. W: Przyrodnicze i antropogeniczne przyczyny oraz skutki zakwaszania gleb. Sym. Nauk. Lublin, 19-26.
- Stępień A. 2000. Zmiany chemiczne właściwości gleby pod wpływem różnych sposobów nawożenia w zmianowaniu. Folia Univ. Agric. Stetin. 211 Agricultura, (84), Ann. 2000, 459-464.

EFFECT OF FERTILIZATION METHODS IN CROP ROTATION ON CHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOIL

Arkadiusz Stępień, Jan Adamiak

Department of Agricultural Systems, University of Warmia and Mazury
pl. Łódzki 3, 10-718 Olsztyn
e-mail: arkadiusz.stepien@uwm.edu.pl

Abstract. In 5-year investigations, carried out in 2000-2005 at the Production and Experimental Establishment in Bałcyny, on a lessive-type, gravity-gley soil of class IIIa, complex 4, the effects of different methods of fertilization in a 3-field crop rotation: sugar beet – spring wheat – winter barley were compared. The following were the methods subject to comparison: A – mineral fertilization only; B – fertilization with manure and mineral fertilizers; C – fertilization with straw, green manure and mineral fertilizers; D – fertilization with compost (ecological fertilization). In objects A, B and C doses of N were differentiated while fertilization with phosphorus and potassium remained constant. In the ecologically fertilized object (D), the dosage of biopreparations P₅₀₀ (of cow-dung) and P₅₀₁ (of silica) was differentiated. The aim of this paper is to estimate the effect of various fertilization methods in the crop rotation on changes in the chemical properties of the soil. After the 5-year period of investigation, the reaction of the soil in all fertilization objects did not change significantly. A mean minimal increase in the soil pH was recorded in objects fertilized with conventional methods. The highest increase in humus (by 0.38%) was recorded in the object fertilized with straw, green manure and mineral fertilizers, and in the ecological object (by 0.32%). In the last object the content of humus in the final year of investigation was the highest (2.02%). In total, the introduction of nitrogen in the conventional objects increased the content of humus in the soil of all objects. A higher content of nitrogen in the soil was observed in the objects fertilized with organic fertilizers, the highest being that in the object fertilized with the use of the ecological method. Nitrogen fertilization caused an increase in the content of nitrogen in the soil. The potassium content in the soil of all analysed objects increased significantly over the period of 5 years, which was also true for the object fertilized with the ecological method. Similarly, the content of magnesium and calcium increased in all of the objects after 5 years, and the soil fertilized with the ecological method was characterized by significantly the highest abundance of those elements.

Keywords: organic fertilization, humus, nitrogen fertilization, biopreparations, chemical soil characteristics