

¹ Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum –

Výskumný ústav agroekológie Michalovce, Špitalska 1273/12, 071-01 Michalovce

² Lubelski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Końskowoli, ul. Pozowska 8, 24-130 Końskowola

³ Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach,

Instytut Agronomii, Katedra Gleboznawstwa i Chemii Rolniczej, ul. B. Prusa 14

⁴ HUMACON, s.r.o., Letná 27, Košice

ŠTEFAN TÓTH¹, WOJCIECH RYSAK², BARBARA SYMANOWICZ³,
BOŽENA ŠOLTYSOVÁ¹, JAROSLAV KARAHUTA⁴

Wpływ Humacu Agro na plon, zawartość cukru w burakach cukrowych i właściwości gleby w warunkach zrównoważonego systemu rozwoju rolnictwa

The effect of Humac Agro on the yield, sugar content in sugar beet and soil characteristics under conditions of sustainable agricultural management system

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań bezpośredniego wpływu Humacu Agro na plon, zawartość cukru w burakach cukrowych i wybrane właściwości gleby w warunkach klimatyczno-glebowych południowo-wschodniej Polski. Humac Agro zastosowano wczesną wiosną. W badaniach uwzględniono trzy warianty: obiekt kontrolny (V1), 250 kg·ha⁻¹ Humac Agro (V2) i 500 kg·ha⁻¹ Humac Agro (V3). Nawożenie azotem w dawce 60,3 kg·ha⁻¹ stosowano na obiekcie V3, a 94,8 kg·ha⁻¹ na obiekcie V1 i V2. Dawki nawozów PKS stosowano takie same dla wszystkich wariantów nawozowych. Największy plon buraków cukrowych (95,97 Mg·ha⁻¹) uzyskano z wariantu V3. Humac Agro w dawce 500 kg·ha⁻¹ wpłynął na zwiększenie plonu cukru o 29,6% w odniesieniu do obiektu kontrolnego. Zwiększyła się również zawartość próchnicy w glebie, pH gleby i zawartość przyswajalnych form P, K, Mg, B, Mn, Cu, Zn i Fe.

Słowa kluczowe: Humac Agro, kwasy huminowe, burak cukrowy, plon, zawartość cukru, właściwości gleby

WSTĘP

Aktualny stan systemów rolnictwa na Słowacji, w Czechach i Polsce oraz ich długi rozwój doprowadził do zubożenia gleby w materię organiczną i poszukiwania nowych, alternatywnych sposobów regeneracji żyzności gleby [Bujanowicz-Haraś 2015, Kudrna 1979]. Glebowa substancja organiczna ma duże znaczenie w kształtowaniu żyzności, łagodzeniu skutków intensywnego nawożenia mineralnego i utrzymaniu równowagi biologicznej w glebie [Nardi i in. 2009, Kalembasa i Symanowicz 2012]. Zwiększenie are-

atu uprawy zbóż w Polsce (ponad 75% w strukturze zasiewów) doprowadziło do zwiększenia degradacji materii organicznej w glebie [Zawiślak i Rychcik 2002]. Jednym ze źródeł węgla organicznego w glebie, jako środka poprawiającego jej właściwości, mogą być węgle brunatne odmian ziemistych, ksylicowych lub oksyhumolit o niskiej wartości energetycznej. Korzystne działanie takiego węgla na glebę uwidacznia się w jego bezpośrednim [Tobiašová i in. 2013, Symanowicz i Kalembasa 2012, Symanowicz i in. 2013] i pośrednim działaniu [Kwiatkowska-Malina i Maciejewska 2011, 2013, Spiak i in. 2004]. Badania polskich węgli brunatnych odmian ziemistych wykazały dużą zawartość C_{org} i N_{calc} w związkach trudno ulegających hydrolizie kwaśnej i w pozostałości po hydrolizie, co świadczy o bardzo dużej stabilności połączeń organicznych węgla i azotu [Kalembasa i in. 2001, 2007]. W celu rozwiązania problemu zmniejszającej się zawartości materii organicznej w glebach Słowacji przeprowadzono badania w warunkach polowych w Instytucie Agroekologicznym NPPC-VÚA Michalovce w Milhostovie z wykorzystaniem Humacu Agro – jako środka poprawiającego właściwości gleby. Badania Tótha i in. [2013] wykazały korzystny wpływ Humacu Agro na właściwości fizyczne i chemiczne gleby oraz ilość i jakość plonu pszenicy ozimej, jęczmienia jarego, kukurydzy, soi, sorga i słonecznika, uprawianych w różnych systemach rolnictwa. Badania te stały się inspiracją do postawienia hipotezy roboczej, że zastosowanie Humacu Agro jako środka poprawiającego właściwości gleby w warunkach klimatycznych i glebowych Polski może zwiększyć plon buraków cukrowych, zawartość cukru oraz poprawić wybrane właściwości chemiczne gleby.

Celem badań było określenie bezpośredniego wpływu Humacu Agro na plonowanie buraków cukrowych, zawartość cukru, plon cukru i wybrane właściwości gleby w warunkach klimatyczno-glebowych południowo-wschodniej Polski.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe z zastosowaniem naturalnego środka poprawiającego właściwości gleby Humac Agro w uprawie buraka cukrowego przeprowadzono w 2013 r. w stacji doświadczalnej LODR – Lubelskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego w Końskowoli (51°40'61"N, 22°05'39"E). Średnia roczna temperatura powietrza w 2013 r. wynosiła 8,9°C, w okresie wegetacji 16,0°C, suma opadów 587,9 mm rocznie, a w okresie wegetacji 384,0 mm (tab. 1). Warunki pogodowe w 2013 r. były sprzyjające dla wzrostu i rozwoju buraka cukrowego. Zwiększona ilość opadów w maju i czerwcu stworzyła korzystne warunki do kiełkowania i prawidłowego wzrostu w początkowej fazie rozwojowej. Mniejsze ilości opadów w lipcu i sierpniu zahamowały wzrost roślin.

Doświadczenie przeprowadzono na glebie płowej typowej utworzonej na utworach lessowych, zakwalifikowanej według WRB do Haplic Luvisol [IUSS Working Group WRB 2014]. Przedplonem był rzepak ozimy. W badaniach uwzględniono trzy warianty nawozowe: obiekt kontrolny – bez Humacu Agro (V1), 250 kg·ha⁻¹ Humac Agro (V2) i 500 kg·ha⁻¹ Humac Agro (V3). Nawożenie azotem w dawce 60,3 kg·ha⁻¹ stosowano na obiekcie V3, a 94,8 kg·ha⁻¹ azotu zastosowano na obiekcie V1 i V2. We wszystkich wariantach nawozowych stosowano takie same dawki fosforu, potasu i siarki (tab. 2). Wielkość każdego wariantu doświadczalnego do zbioru wynosiła 3300 m². Doświadczenie bezpowtórzeniowe założono metodą długich pasów. Jesienią (w 2012 r.) po głębokiej

orce zastosowano Polifoskę 6. Wczesną wiosną (w 2013 r.) przed siewem buraka cukrowego zastosowano Humac Agro w dawce 250 kg·ha⁻¹ (wariant V2) i 500 kg·ha⁻¹ (wariant V3). Nawożenie azotem stosowano w formie mocznika w dawkach: 69,0 kg·ha⁻¹ – wariant V1; 65,8 kg·ha⁻¹ – wariant V2; 28,1 kg·ha⁻¹ – wariant V3. Podczas wegetacji buraka cukrowego zastosowano również nawozy dolistne: Basfoliar 36 Extra w dawce 5 dm³·ha⁻¹ i Adob Bor w dawce 3 dm³·ha⁻¹.

Tabela 1. Warunki meteorologiczne w okresie prowadzenia badań
Table 1. Meteorological conditions during the studies

Czynnik Factor	Miesiące/ Months						Suma opadów w roku Sum rainfall in a year (mm)	Suma opadów w czasie wegetacji Sum rainfall during the growing sea- son (mm)
	I	II	III	IV	V	VI		
Opady Rainfall 2013 (1871–2008) (mm)	39 (31)	30 (30)	34 (34)	34 (40)	85 (57)	85 (70)	453 (587)	261 (384)
	VII 31 (84)	VIII 7 (75)	IX 48 (51)	X 5 (47)	XI 44 (39)	XII 11 (37)		
Temperatura Temperature 2013 (1871–2008) (°C)	Miesiące/ Months						Średnia tem- peratura w roku Mean tempe- rature in a year (°C)	Średnia tempe- ratura w czasie wegetacji Mean tempera- ture during the growing se- ason (°C)
	I	II	III	IV	V	VI		
	-3,4 (-3,3)	-0,6 (-2,3)	-1,5 (1,6)	8,7 (7,8)	15,6 (13,5)	18,7 (16,8)	8,9 (7,7)	16,0 (14,6)
	VII 19,8 (18,5)	VIII 19,7 (17,4)	IX 12,1 (13,3)	X 10,3 (8,0)	XI 5,8 (2,8)	XII 2,1 (-1,3)		

Tabela 2. Dawki Humacu Agro i podstawowych składników nawozowych (NPKS)
w uprawie buraka cukrowego (kg·ha⁻¹)

Table 2. Doses Humac Agro and basic nutrients (NPKS) in the cultivation of sugar beet (kg·ha⁻¹)

Nawożenie Fertilization	Humac Agro	N	P	K	S
V1	0	94,8	34,9	100,0	28,0
V2	250	94,8	34,9	100,0	28,0
V3	500	60,3	34,9	100,0	28,0

Środek poprawiający właściwości gleby pod nazwą handlową Humac Agro został wprowadzony do obrotu na terenie Rzeczypospolitej Polskiej jako środek poprawiający właściwości gleby na podstawie Ustawy o nawozach i nawożeniu z dnia 10 lipca 2007 r. Producent Humacu Agro uzyskał także pozwolenie IUNG – PIB w Puławach na stosowanie preparatu w rolnictwie ekologicznym (NE/216/2013). Skład chemiczny Humacu Agro: 62% kwasów huminowych, N – 12,8 g·kg⁻¹, K – 1,2 g·kg⁻¹, Ca – 16,8 g·kg⁻¹, Zn –

64 mg·kg⁻¹, B – 77 mg·kg⁻¹, Fe – 14 502 mg·kg⁻¹, Cu – 19 mg·kg⁻¹, Se – 6 mg·kg⁻¹ i w mniejszych ilościach inne pierwiastki śladowe. Wysiew powlekanych nasion buraka cukrowego odmiany *Alegria* wykonano na głębokość 1,5 do 2,0 cm w rozstawie 45 × 18 cm. Do odchwaszczania buraków stosowano: Betanal Elite 274 EC, Betanal Maxx Pro, Azotop new 80WP i Fusilade Forte 150EC.

Podczas zbioru określono plon korzeni buraka cukrowego (Mg·ha⁻¹) i oznaczono zawartość cukru (%), którą przeliczono na kg·Mg⁻¹. Na podstawie plonu korzeni buraka cukrowego i zawartości cukru obliczono plon cukru (Mg·ha⁻¹). Analizy laboratoryjne wykonano w trzech powtórzeniach w OSCHR w Lublinie (Okręgowa Stacja Chemiczno-Rolnicza w Lublinie). Oznaczono: zawartość węgla organicznego (% C_{org}) metodą Tiurina, pH (w KCl mol·dm⁻³) metodą potencjometryczną, zawartość przyswajalnych form P i K (mg·kg⁻¹) metodą Egnera-Riehma, zawartość przyswajalnych form Mg metodą Schat-schabela, zawartość przyswajalnych form B, Mn, Cu, Zn i Fe w wyciągu mol HCl·dm⁻³ metodą ASA, zawartość cukru (%) metodą polarymetryczną. W analizie statystycznej wyników badań wykorzystano program Statistica 10.5 PL.

WYNIKI I DYSKUSJA

Środek poprawiający właściwości gleby Humac Agro miał pozytywny wpływ na wzrost i rozwój roślin buraków cukrowych (fot. 1).

Plon korzeni rośliny testowej kształtował się na poziomie od 72,81 Mg·ha⁻¹ na obiekcie kontrolnym do 95,97 Mg·ha⁻¹ na obiekcie nawożonym środkiem Humac Agro w dawce 500 kg·ha⁻¹ (tab. 3).

Po zastosowaniu Humacu Agro jako środka poprawiającego właściwości gleby w dawce 500 kg·ha⁻¹ odnotowano zwiększenie plonu korzeni buraka cukrowego o 31,8% w odniesieniu do plonu zebranego z obiektu kontrolnego. Plony uzyskane w badaniach własnych znacząco przewyższały plony przedstawione w badaniach Barłoga i in. [2013], które po nawożeniu obornikiem kształtowały się na poziomie od 45,0 do 69,4 Mg·ha⁻¹ w zależności od roku prowadzenia badań. Również Artyszak [2014] uzyskała mniejsze plony korzeni buraka cukrowego (59,0–73,8 Mg·ha⁻¹). Zawartość cukru oznaczona w burakach cukrowych kształtowała się na poziomie 176,5–184,3 kg·Mg⁻¹ (tab. 4). Humac Agro w dawce 250 kg·ha⁻¹ wpłynął na zwiększenie plonu cukru o 13,6% oraz o 29,6% pod wpływem dawki 500 kg·ha⁻¹ (tab. 4).

Zwiększenie plonu korzeni buraków cukrowych spowodowało zmniejszenie zawartości cukru w korzeniach rośliny testowej o 0,0163 na każdą tonę przyrostu plonu (zawartość cukru = 19,4556 – 0,0163x przy r = –0,48). Zależność pomiędzy plonem cukru i zawartością cukru przedstawiono równaniem regresji prostej: plon cukru = 47,6113 – 1,7855x przy r = –0,35. Zwiększenie plonu buraków cukrowych spowodowało zwiększenie plonu cukru o 0,169 Mg·ha⁻¹ na każdą tonę przyrostu plonu korzeni (rys. 1).

W badaniach Artyszek [2014] nad efektywnością dolistnego nawożenia borem dwóch odmian buraka cukrowego uzyskano mniejsze zawartości cukru (od 164 do 170 kg·Mg⁻¹, w zależności od odmiany i nawożenia borem) i mniejszy plon biologiczny cukru (od 10,08 do 12,31 Mg·ha⁻¹). Również Barłóg i in. [2013] wykazali mniejsze zawartości cukru (172–174 kg·Mg⁻¹). Przedstawione w tabeli 5 wybrane elementy statystyki wskazują na istotne zależności pomiędzy plonem korzeni buraków cukrowych i plonem cukru.



Fot. 1. Doświadczenie polowe. Lubelski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Końskowoli; a – obiekt kontrolny (V1), b – buraki cukrowe nawożone dawką 250 kg·ha⁻¹ Humac Agro (V2), c – buraki cukrowe nawożone dawką 500 kg·ha⁻¹ Humac Agro (V3), d – całe rośliny buraków cukrowych z poszczególnych obiektów nawozowych (fot. J. Karahuta)

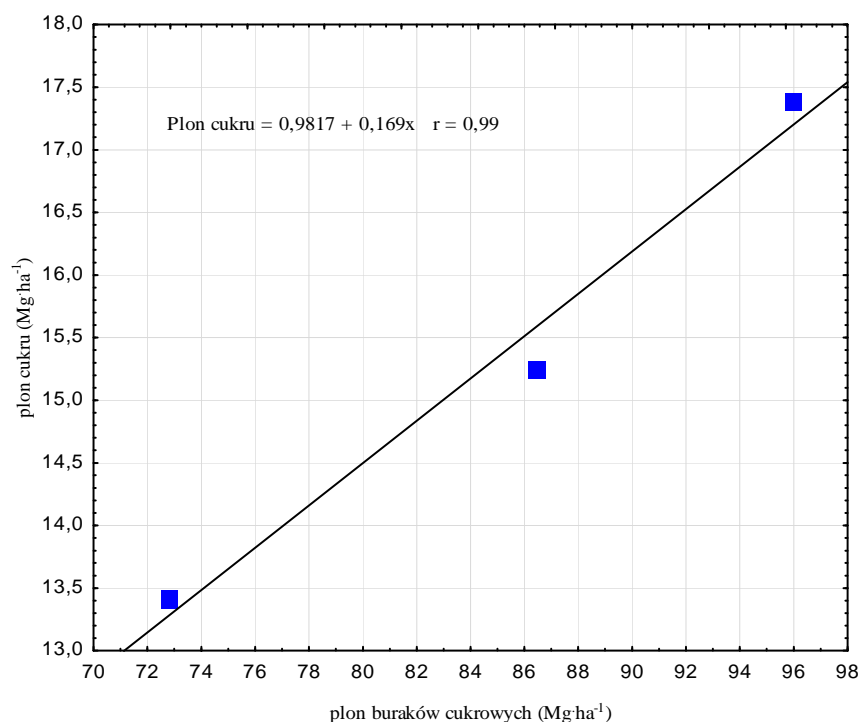
Phot. 1. The field experiment. Lublin Agricultural Advisory Centre in Końskowola; a – control treatment (V1), b – beets fertilized with a dose of 250 kg·ha⁻¹ Humac Agro (V2), c – sugar beets fertilized with 500 kg·ha⁻¹ Humac Agro (V3), d – whole plant sugar beet of individual objects fertilizer (phot. J. Karahuta)

Tabela 3. Plon korzeni buraka cukrowego
Table 3. The yield of sugar beet roots

Wariant nawożenia Fertilization variant	Plon korzeni Root yield (Mg·ha ⁻¹)	W stosunku do kontroli Relative to control (%)
0	72,81	100,0
Humac Agro – 250 kg·ha ⁻¹	86,39	118,7
Humac Agro – 500 kg·ha ⁻¹	95,97	131,8
Średnia/ Mean	85,06	125,2

Tabela 4. Zawartość cukru w burakach cukrowych i plon cukru
Table 4. The sugar content in sugar beets and sugar yield

Wariant nawożenia Fertilization variant	Zawartość cukru Sugar content (kg·Mg ⁻¹)	Plon cukru/ Sugar yield	
		(Mg·ha ⁻¹)	w stosunku do kontroli relative to control (%)
0	184,3	13,42	100,0
Humac Agro – 250 kg ha ⁻¹	176,5	15,25	113,6
Humac Agro – 500 kg ha ⁻¹	181,2	17,39	129,6
Średnia/ Mean	180,7	15,35	121,6



Rys. 1. Zależność pomiędzy plonem buraków cukrowych i plonem cukru (w Mg·ha⁻¹)

Fig. 1. The relationship between yield sugar beets and yield sugar (in Mg·ha⁻¹)

W badaniach przeprowadzonych w NPPC – VÚA Michalovce w Milhostovie (Słowacja) z wykorzystaniem Humacu Agro w różnych systemach uprawy roli (konwencjonalnym, zmniejszonym, minimalnym i bezorkowym) stwierdzono poprawę właściwości chemicznych gleby. Przedstawione w tabeli 6 wyniki wybranych analiz chemicznych poziomu Ap (0–25 cm) potwierdziły korzystny wpływ Humacu Agro w dawce 500 kg·ha⁻¹ na właściwości gleby płowej.

Po zbiorze buraków cukrowych gleba pobrana z obiektu, na którym zastosowano 500 kg·ha⁻¹ Humacu Agro, charakteryzowała się około 3-krotnie większą zawartością boru i zwiększoną zawartością próchnicy w odniesieniu do gleby z obiektu kontrolnego.

W badanej glebie zwiększyła się również zawartość przyswajalnego fosforu o 86%, miedzi o 80%, magnezu o 72%, cynku o 45%, manganu o 28,8% i potasu o 1%.

Tabela 5. Wybrane parametry statystyczne i współczynniki korelacji (r) pomiędzy plonem buraków cukrowych, zawartością cukru i plonem cukru
Table 5. Selected statistical parameters and correlation coefficients (r) between the yield of sugar beet, the content of sugar and sugar yield

Badane cechy Examined properties	Średnia Average	Odchylenie standardowe Standard devision	Współczynnik zmienności Variation coefficient	Plon Yield	Zawartość cukru Content of sugar (kg·Mg ⁻¹)	Plon cukru Sugar yield
Plon/ Yield (Mg·ha ⁻¹)	85,06	11,64	0,13	1,00		
Zawartość cukru Content of sugar (kg·Mg ⁻¹)	180,7	0,39	0,02	-0,48	1,00	
Plon cukru Sugar yield (Mg·ha ⁻¹)	15,35	1,99	0,12	0,99	-0,35	1,00

r istotne dla $\alpha = 0,05$ / r significant for $\alpha = 0,05$

Tabela 6. Wybrane właściwości gleby przed siewem i po zastosowaniu Humacu Agro
Table 6. Selected properties of the soil before and after using Humac Agro

Parametr Parameter	Przed siewem Before sowing	Po zbiorach/ After harvest	
		0	Humac Agro 500 kg·ha ⁻¹
Zawartość próchnicy Humus content (%)	1,18	1,14	1,20
pH _{KCl}	6,19	4,93	7,26
P (mg·kg ⁻¹)	113,7	89,1	165,9
K (mg·kg ⁻¹)	216,7	210,0	212,5
Mg (mg·kg ⁻¹)	71,0	58,0	100,0
B (mg·kg ⁻¹)	1,08	0,62	2,00
Mn (mg·kg ⁻¹)	150,0	184,0	237,0
Cu (mg·kg ⁻¹)	3,2	2,5	4,5
Zn (mg·kg ⁻¹)	8,5	7,1	10,3
Fe (mg·kg ⁻¹)	1002	1142	1198

Korzystny wpływ utlenionego węgla brunatnego na właściwości fizyczne i chemiczne gleby potwierdzają wyniki badań Kirejčeva i Chochlova [2002], Kibireva [2004] i Nadtočija [2005]. Badania przeprowadzone przez Nardiego i in. [2009], Muscolo i in. [2013], a także inne opracowania [Kabata-Pendias 2011] wskazują na dodatni wpływ węgla brunatnego o małej wartości energetycznej oraz oksyhumolitu na właści-

wości fizyczne, chemiczne, biologiczne gleb uprawnych, na unieruchamianie substancji ksenobiotycznych i fitotoksycznych w glebie, stymulowanie aktywności biologicznej mikroorganizmów i roślin, katalizowanie procesów biologicznych i aktywności hormonalnej roślin. Zasady wzbogacania gleby w próchnicę, jej wpływ na poprawę ilości i jakości upraw oraz regenerację żyzności gleby w warunkach polowych przedstawione zostały także przez Káša [1961]. Realizowany aktualnie w krajach Unii Europejskiej zrównoważony system rolnictwa, w którym wykorzystuje się postęp technologiczny i biologiczny w uprawie roślin, nie zawsze uwzględnia prawidłową gospodarkę składnikami pokarmowymi w układzie gleba-roślina. Często prowadzi do naruszenia równowagi środowiska glebowego. Mała obsada zwierząt poligastycznych na hektar, ograniczenie stosowania nawozów naturalnych [Bujanowicz-Haraś 2015], często ujemny bilans podstawowych składników pokarmowych w glebie wynikający z intensyfikacji i specjalizacji produkcji rolnej [Kuś i Kopiński 2012] doprowadzają do przyspieszonej mineralizacji i degradacji materii organicznej. Zawartość węgla organicznego w glebie jest obecnie uważana za jeden z najważniejszych wskaźników żyzności gleby [Tobiašová i in. 2013]. Według Bujanowicz-Haraś [2015] w Polsce wskaźniki reprodukcji glebowej materii organicznej były ujemne ($-0,41 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ w 1980 r. do $-0,50 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ w 2009 r.), a saldo bilansu organicznej materii gleby kształtowało się na poziomie $-0,14 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ w 2009 r.

PODSUMOWANIE

Przedstawiona praca dokumentuje bezpośredni, stymulujący efekt działania kwasów huminowych zawartych w Humacu Agro na plon korzeni buraków cukrowych, zawartość cukru i plon cukru oraz wybrane właściwości gleby płowej typowej. Humac Agro, dzięki rozwiniętemu układowi porowatemu i połączeniom organiczno-mineralnym, przyczynił się do zwiększenia współczynników wykorzystania składników nawozowych z polifoski 6 i mocznika, a w konsekwencji do uzyskania większego plonu korzeni buraków cukrowych i plonu cukru. Zastosowanie tego środka ograniczyło również wymywanie składników nawozowych do głębszych poziomów profilu glebowego. Dzięki wyżej wymienionym właściwościom Humacu Agro uzyskano zwiększenie plonu korzeni buraków cukrowych i plonu cukru, po zastosowaniu dawki $500 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ o około 30% w odniesieniu do obiektu kontrolnego, oraz poprawę wybranych właściwości chemicznych gleby.

PIŚMIENNICTWO

- Artyszak A., 2014. Efektywność nawożenia dolistnego dwóch odmian buraka cukrowego borem. Cz. 1. Plonowanie i jakość technologiczna korzeni. *Fragm. Agron.* 31(3), 7–34.
- Barłóg P., Szczepaniak W., Grzebisz W., 2013. Reakcja buraka cukrowego na dawkę i formę chemiczną sodu na tle obornika. Cz. 1. Plon i jakość korzeni. *Fragm. Agron.* 30(3), 24–18.
- Bujanowicz-Haraś B., 2015. Polskie rolnictwo w kontekście oddziaływania na środowisko przyrodnicze. *Annales UMCS, sec. E, Agricultura* 70 (2), 11–22.
- IUSS Working Group WRB, 2014. World reference base for soil resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps, 3rd ed. FAO, Rome.

- Kabata-Pendias A., 2011. Trace elements in soils and plants, 4th ed. CRC Press. Taylor & Francis Group, Boca Raton.
- Kalembasa S., Symanowicz B., Pieńkowska B., 2001. Frakcje siarki i azotu w kwaśnych wyciągach z węgla brunatnych. Zesz. Prob. Post. Nauk Roln. 477, 371–380.
- Kalembasa S., Symanowicz B., Wiśniewska B., 2007. The changes in the content of carbon and nitrogen in the alkaline extracts from the mixtures of brown coal with waste activated sludges. Pol. J. Environ. Stud. 16 (2A), 640–649.
- Kalembasa S., Symanowicz B., 2012. Enzymatic activity of soil after applying various waste organic materials, ash, and mineral fertilizers. Pol. J. Environ. Stud. 21(6), 1635–1641.
- Káš V., 1961. Obohacování půd humusem. ČSAZV, Praha, 1–203.
- Kibirev K.V., 2004. Formirovanije urožajnosti zerna kukuruz y pri ispol'zovaniji organo-mineral'nyh udobrenij v uslovijach Zejsko-Bureinskoj revniny. Dissert. rabota na soiskanije učennoj stepeni kandidata sel'.choz. nauk po VAK, Barnaul.
- Kirejčev L.V., Chochlova O.B., 2002. Ispol'zovanie sapropelje v kačestve kondicionerov osadkov stočnyh vod. Agrochim. vest. 4, 33–35.
- Kudrna K., 1979. Zemědělské soustavy, vyd. 1. SZN, Praha, 1–708.
- Kuś J., Kopiński J., 2012. Gospodarowanie glebową materią organiczną we współczesnym rolnictwie. Zag. Doradz. Rol. 2, 5–27.
- Kwiatkowska J., 2006. The effect of organic amendments on the phytoavailability of heavy metals in polluted soil. Ecohydrol. Hydrobiol. 6, 1–4, 181–186.
- Kwiatkowska-Malina J., Maciejewska A., 2011. Pobieranie metali ciężkich w warunkach zróżnicowanego odczynu gleb i zawartości materii organicznej. Ochr. Środ. Zasob. Nat. 49, 43–51.
- Kwiatkowska-Malina J., Maciejewska A., 2013. Uptake of heavy metals by darnel multifloral (*Lolium multiflorum* Lam.) at diverse soil reaction and organic matter content. Soil Sci. Annual. 64, 19–23.
- Muscolo A., Sidari M., Nadri S., 2013. Humic substance: Relationship between structure and activity, deeper information suggests univocal findings. J. Geochem. Explor. 129, 57–63.
- Nadtočij I.A., 2005. Agroekologičeskaja effektivnost' primenenija sapropelja v kačestve malioranta zagrjaznennoj kadmiem dernovo-podzolistoj počvy. Dissert. rabota na soiskanije učennoj stepeni kandidata sel'.choz. nauk po VAK, 1–153.
- Nardi S., Carletti P., Pizzeghello D., Muscolo A., 2009. Biological activities of humic substances. Biophysico-Chemical Processes Involving Natural Nonliving Organic Matter in Environmental Systems, 305–339.
- Spiak Z., Romanowska M., Radoła J., 2004. Trace metals content in plants from ecological and conventional cultivation systems. Chem. Agric. 5, 181–186.
- Symanowicz B., Kalembasa S., 2012. Effects of brown coal, sludge, their mixtures and mineral fertilisation on copper and zinc contents in soil and Italian ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.). Fresen. Environ. Bull. 21(4), 802–807.
- Symanowicz B., Kalembasa S., Jaremko D., Niedbała M., 2013. Polskie odpadowe węgle brunatne – potencjalne źródło składników pokarmowych roślin. Annales UMCS, sec. E, Agricultura 68 (4), 21–27.
- Tobiašová E., Šimansky V., Dębska B., Banach-Szott M., 2013. Soil structure and soil organic matter of selected soil types in different ecosystems. Agriculture 59 (1), 1–8.
- Tóth Š., Šoltysová B., Danilovič M., Kováč L., Hnát A., Kotorová D., Šariková D., Jakubová J., Balla P., Štyriak I., Štyriaková I., 2013. Význam a efekt pôdnych zlepšovateľov rôzneho typu pri ich použití v podmienkach diferencovanej intenzity obrábania pôd, vyd. 1. Piešťany, CVRV – Výskumný ústav agroekológie Michalovce, 1–112.
- Zawiślak K., Rychcik B., 2002. Racjonalna gospodarka polowa w krajobrazie północno-wschodniej Polski. Fragm. Agron. 2 (74), 16–30.
- Ustawa o nawozach i nawożeniu z dnia 10 lipca 2007 r. Dz.U. 2015 poz. 625.

Podziękowanie. Praca powstała dzięki wsparciu sektora MPRV (Słowacja) w ramach projektu „Badanie aspektów rolno-ekologicznych w zrównoważonych systemach rolnych w zakresie rozwoju społeczno-gospodarczego i zmian klimatycznych”, wdrażanego przez firmę MIRPOL Sp. z o.o. Strzyżewice (Polska).

Summary. The paper presents results of the direct impact of Humac Agro on the yield, sugar content in sugar beets and selected soil properties under conditions of climate and soil of south-eastern Poland. Humac Agro was applied in early spring. The studies included 3 variants: control (V1), 250 kg·ha⁻¹ Humac Agro (V2) and 500 kg·ha⁻¹ Humac Agro (V3). Nitrogen fertilization (60.3 kg·ha⁻¹) was applied on V3 and while the dose 94.8 kg·ha⁻¹ was used on V1 and V2. The doses of fertilizers were the same for all fertilizer variants. The highest yields of sugar beet (95.97 Mg·ha⁻¹) were obtained for variant V3. Humac Agro applied at 500 kg·ha⁻¹ resulted in an increase of the sugar yield by 29.6% in comparison to the control. The humus content in the soil, soil pH and content of available P, K, Mg, B, Mn, Cu, Zn and Fe were also increased.

Key words: Humac Agro, humic acids, sugar beet, yield, sugar content, soil properties

ANNALES UMCS

VOL. LXXI (1)

SEKCIA E POĽNOHOSPODÁRSTVO

2016

¹ Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum

- Výskumný ústav agroekológie Michalovce, Špitalska 1273/12, 071-01 Michalovce

² Lublin Agricultural Advisory Center in Końskowola, ul. Pozowska 8, 24-130 Końskowola Siedlce

³ Univerzita prírodných vied a humanitných vied, Ústav agronómie, Katedra pôdoznavectva a poľnohospodárskej chémie, ul. B. Prusa 14

⁴ HUMACON, sro, Letná 27, Košice

ŠTEFAN TÓTH¹, WOJCIECH RYSAK², BARBARA SYMANOWICZ³,
BOŽENA ŠOLTYSOVÁ¹, JAROSLAV KARAHUTA⁴

Vplyv Humac Agro na úrodu, obsah cukru v cukrovej repe a vlastnosti pôdy v podmienkach trvalo udržateľného systému rozvoja poľnohospodárstva

Vplyv Humac Agro na úrodu, obsah cukru v cukrovej repe a vlastnosti pôdy
v podmienkach trvalo udržateľného systému poľnohospodárstva

Zhrnutie. V príspevku sú prezentované výsledky výskumu priameho vplyvu Humac Agro na úrodu, cukornatosť cukrovej repe a vybrané pôdne vlastnosti v klimatických a pôdnych podmienkach juhovýchodného Poľska. Humac Agro bol aplikovaný skoro na jar.

Štúdia zahŕňala tri varianty: kontrola (V1), 250 kg ha⁻¹ Humac Agro (V2) a 500 kg ha⁻¹ Humac Agro (V3). Na objekte V3 bolo aplikované dusíkaté hnojenie v dávke 60,3 kg ha⁻¹ a na objekte V1 a V2 94,8 kg ha⁻¹. Dávky hnojív PKS boli aplikované rovnako pre všetky varianty hnojenia. Najvyššia úroda cukrovej repe (95,97 Mg ha⁻¹) bola dosiahnutá z variantu V3. Humac Agro v dávke 500 kg ha⁻¹ zvýšil úrodu cukru o 29,6 % v porovnaní s kontrolným objektom. Zvýšil sa aj obsah humusu v pôde, pH pôdy a obsah dostupných foriem P, K, Mg, B, Mn, Cu, Zn a Fe.

Kľúčové slová: Humac Agro, huminové kyseliny, cukrová repa, úroda, cukornatosť, pôdne vlastnosti

ÚVOD

Súčasný stav poľnohospodárskych systémov na Slovensku, v Českej republike a Poľsku a ich dlhý vývoj viedol k vyčerpaniu organickej hmoty v pôde a hľadaniu nových, alternatívnych spôsobov regenerácie pôdnej úrodnosti [Bujanowicz-Haraś 2015, Kudrna 1979]. Pôdna organická hmota má veľký význam pri formovaní úrodnosti, zmierňovaní účinkov intenzívneho minerálneho hnojenia a udržiavaní biologickej rovnováhy v pôde [Nardi et al. 2009, Kalembasa a Symanowicz 2012]. Rastie -

Pestovanie obilnín v Poľsku (vyše 75 % v oševnej štruktúre) viedlo k zvýšeniu degradácie organickej hmoty v pôde [Zawiślak a Rychcik 2002]. Jedným zo zdrojov organického uhlíka v pôde, ako prostriedku na zlepšenie jej vlastností, môže byť zemité, xylitové alebo nízkoenergetické oxyhumolitové lignity. Priaznivý vplyv takéhoto uhlíka na pôdu je viditeľný v jeho priamom [Tobiašová et al. 2013, Symanowicz a Kalembasa 2012, Symanowicz a kol. 2013] a nepriama akcia [Kwiatkowska-Malina a Maciejewska 2011, 2013, Spiak et al. 2004]. Výskum na poľskom hnedom uhlí zemitých odrôd ukázal vysoký obsah Corg a Ntot v zlúčeninách, ktoré sa ťažko hydrolyzujú kyselinou a vo zvyšku po hydrolyze, čo dokazuje veľmi vysokú stabilitu kombinácií organického uhlíka a dusíka [Kalembasa et al. 2001, 2007]. S cieľom vyriešiť problém klesajúceho obsahu organickej hmoty v pôdach Slovenska boli v Agroekologickom ústave NPPC-VÚA Michalovce v Milhostove realizované terénne testy s použitím prípravku Humac Agro ako pôdneho kondicionéra. Štúdie Tótha a kol. [2013] preukázali priaznivý vplyv Humac Agro na fyzikálno-chemické vlastnosti pôdy ako aj množstvo a kvalitu úrody ozimnej pšenice, jarného jačmeňa, kukurice, sóje, ciroku a slnečnice pestovanej v rôznych poľnohospodárskych systémoch. Tieto štúdie inšpirovali pracovnú hypotézu, že použitie Humac Agro ako prostriedku zlepšujúceho pôdne vlastnosti v klimatických a pôdnych podmienkach Poľska môže zvýšiť úrodu cukrovej repy, obsah cukru a zlepšiť vybrané chemické vlastnosti pôdy.

Cieľom výskumu bolo zistiť priamy vplyv Humac Agro na úrodu cukrovej repy, cukornatosť, cukornatosť a vybrané vlastnosti pôdy v klimatických a pôdnych podmienkach juhovýchodného Poľska.

MATERIÁL A METÓDY

Poľný pokus s použitím prírodného pôdneho kondicionéra Humac Agro pri pestovaní cukrovej repy sa uskutočnil v roku 2013 na pokusnej stanici LODR - Lublin Agricultural Advisory Center v Końskowoli (51°40'61" N, 22°05'39" E). Priemerná ročná teplota vzduchu v roku 2013 bola 8,9°C, počas vegetačného obdobia 16,0°C, úhrn zrážok 587,9 mm za rok a 384,0 mm počas vegetačného obdobia (tabuľka 1). Poveternostné podmienky v roku 2013 boli priaznivé pre rast a vývoj cukrovej repy. Zvýšené množstvo zrážok v máji a júni vytvorilo priaznivé podmienky pre klíčenie a správny rast v počiatočnom štádiu vývoja. Nižšie zrážky v júli a auguste brzdili rast rastlín.

Experiment sa uskutočnil na typickej pôde úhorom vytvorenej na sprašových súvrstviach, klasifikovanej podľa WRB až po Haplic Luvisol [IUSS Working Group WRB 2014]. Predplodinou bola repka olejná ozimná. Do výskumu boli zaradené tri varianty hnojenia: kontrola - bez Humac Agro (V1), 250 kg ha⁻¹ Humac Agro (V2) a 500 kg ha⁻¹ Humac Agro (V3). Na objekte V3 bolo aplikované dusíkaté hnojenie v dávke 60,3 kg ha⁻¹ a na objekte V1 a V2 94,8 kg ha⁻¹ dusíka. Vo všetkých variantoch hnojenia boli použité rovnaké dávky fosforu, draslíka a síry (tab. 2). Veľkosť každého testovacieho variantu na zber bola 3300 m². Skúsenosti neopakovateľné boli založené metódou dlhých pruhov. Na jeseň (v roku 2012) po hlbokom

Orba sa robila Polifoskou 6. Na začiatku jari (v roku 2013), pred sejbou cukrovej repe, sa použil Humac Agro v dávke 250 kg ha⁻¹ (variant V2) a 500 kg ha⁻¹ (variant V3). Hnojenie dusíkom bolo aplikované vo forme močoviny v nasledujúcich dávkach: 69,0 kg ha⁻¹ - variant V1; 65,8 kg ha⁻¹ - variant V2; 28,1 kg ha⁻¹ - variant V3.

Počas vegetácie cukrovej repe boli aplikované aj listové hnojivá: Basfoliar 36 Extra v dávke 5 dm³ ha⁻¹ a Adob Bor v dávke 3 dm³ ha⁻¹.

Tabuľka 1. Meteorologické podmienky počas výskumného obdobia

Tabuľka 1. Meteorologické podmienky počas štúdií

Faktor Faktor	Mesiace / mesiace						Úhrn zrážok za rok Celkové zrážky za rok (mm)	Úhrn zrážok počas vegetačného obdobia Súčet zrážok počas rastúceho obdobia (mm)
	A	II	III	IV V VI				
Zrážky Zrážky 2013 (1871 - 2008) (mm)	39 (31)	30 (30)	34 (34)	34 (40)	85 (57)	85 (70)	453 (587)	261 (384)
	VII VII (84) (75)	31 7 (75)	IX X XI 48 (51)	5 (47)	44 (39)	XII 11 (37)		
Teplota Teplota 2013 (1871 - 2008) (°C)	Mesiace / mesiace						Priemerná teplota za rok Priemerná teplota rátorá za rok (°C)	Priemerná teplota počas vegetačného obdobia Stredná teplota počas vegetácie syn (°C)
	A	II	III	IV V VI				
	-3,4 (-3,3)	-0,6 (-2,3)	-1,5 (1,6)	8,7 (7,8)	15,6 (13,5)	18,7 (16,8)	8,9 (7,7)	16,0 (14,6)
	VII VII (18,5)	19,7 (17,4)	12,1 (13,3)	10,3 (8,0)	5,8 (2,8)	2,1 (-1,3)		

Tabuľka 2. Dávky Humac Agro a základných živín (NPKS) pri pestovaní cukrovej repe (kg ha⁻¹)Tabuľka 2. Dávky Humac Agro a základných živín (NPKS) pri pestovaní cukrovej repe (kg ha⁻¹)

Hnojenie Hnojenie	Humac Agro	N	P.	K.	S.
V1	0	94,8	34,9	100,0	28,0
V2	250	94,8	34,9	100,0	28,0
V3	500	60,3	34,9	100,0	28,0

Pôdny kondicionér pod obchodným názvom Humac Agro bol uvedený na trh na území Poľskej republiky ako pôdny kondicionér podľa zákona o hnojivách a hnojení zo dňa 10.7.2007.

Výrobca Humac Agro získal aj povolenie od IUNG - Národného výskumného ústavu v Puławoch na použitie prípravku v ekologickom poľnohospodárstve (NE / 216/2013). Chemické zloženie Humac Agro: 62% humínové kyseliny, N - 12,8 g kg⁻¹, K - 1,2 g kg⁻¹, Ca - 16,8 g kg⁻¹, Zn -

64 mg kg⁻¹, B - 77 mg kg⁻¹, Fe - 14 502 mg kg⁻¹, Cu - 19 mg kg⁻¹, Se - 6 mg kg⁻¹ a v menšom množstve aj iné stopové prvky. Výsev obalovaných semien cukrovej repy odrody Alegra bol realizovaný do hĺbky 1,5 až 2,0 cm s rozstupom 45 × 18 cm. Na repné buriny boli použité Betanal Elite 274 EC, Betanal Maxx Pro, Azotop new 80WP a Fusilade Forte 150EC.

Pri zbere sa zisťovala úroda koreňov cukrovej repy (Mg ha⁻¹) a stanovila sa cukornatosť (%), ktorá sa prepočítala na kg Mg⁻¹. Úroda cukru (Mg ha⁻¹) bola vypočítaná na základe úrody koreňov cukrovej repy a obsahu cukru. Laboratórne analýzy sa uskutočnili trojmo v OSCHR v Lubline (Obvodná poľnohospodárska chemická stanica v Lubline). Stanovené: obsah organického uhlíka (% Corg) metódou Tiuri na, pH (v KCl mol dm⁻³) potenciometriou, obsah dostupných foriem P a K (mg kg⁻¹) metódou Egner-Riehm, obsah disponibilných Mg formy Schatovou metódou schabela, obsah asimilovateľných foriem B, Mn, Cu, Zn a Fe v extrakte mol HCl dm⁻³ metódou ASA, obsah cukru (%) polarimetricky. Štatistická analýza výsledkov výskumu bola vykonaná pomocou programu Statistica 10.5 PL.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pôdny kondicionér Humac Agro mal pozitívny vplyv na rast a vývoj rastlín cukrovej repy (foto 1).

Úroda koreňov testovanej rastliny sa pohybovala od 72,81 Mg ha⁻¹ v kontrolnom objekte do 95,97 Mg ha⁻¹ v objekte hnojenom Humac Agro v dávke 500 kg ha⁻¹ (tabuľka 3).

Po aplikácii prípravku Humac Agro ako pôdneho kondicionéra v dávke 500 kg ha⁻¹ bol zaznamenaný nárast úrody koreňov cukrovej repy o 31,8 % vo vzťahu k úrode zberanej z kontrolného objektu. Výťažky získané vo vlastnom výskume výrazne prevyšovali výťažky prezentované vo výskume Barłóg et al. [2013], ktorá sa po hnojení maštaľným hnojom pohybovala od 45,0 do 69,4 Mg ha⁻¹ v závislosti od roku výskumu. Aj Artyszak [2014] dosiahol nižšie úrody koreňov cukrovej repy (59,0–73,8 Mg ha⁻¹). Cukornatosť stanovená v cukrovej repe bola na úrovni 176,5–184,3 kg Mg⁻¹ (tab. 4). Hu mac Agro v dávke 250 kg ha⁻¹ zvýšil úrodu cukru o 13,6 % a po dávke 500 kg ha⁻¹ o 29,6 % (tabuľka 4).

Zvýšenie úrody koreňov cukrovej repy spôsobilo zníženie cukornatosti v koreňoch testovanej rastliny o 0,0163 na každú tonu prírastku úrody (pre cukornatosť = 19,4556 - 0,0163x pri r = -0,48). Vzťah medzi výťažnosťou cukru a obsahom cukru bol prezentovaný jednoduchou regresnou rovnicou: výťažnosť cukru = 47,6113 - 1,7855x pri r = -0,35. Zvýšením úrody cukrovej repy sa úroda cukru zvýšila o 0,169 Mg ha⁻¹ na každú tonu prírastku koreňovej úrody (obr. 1).

Vo výskume Artyszeka [2014] o účinnosti listového hnojenia bórom dvoch kultivarov cukrovej repy nižší obsah cukru (od 164 do 170 kg Mg⁻¹ v závislosti od kultivaru a bórového hnojenia) a nižšia biologická úroda cukru (od 10,08 do 12,31 Mg ha⁻¹). Tiež Barłóg a kol. [2013] vykazoval nižší obsah cukru (172–174 kg Mg⁻¹). Vybrané štatistické prvky uvedené v tabuľke 5 naznačujú významné vzťahy medzi úrodou koreňov cukrovej repy a úrodou cukru.



Fotografia 1. Skúsenosti z terénu. Lublinské poľnohospodárske poradenské centrum v Koňskowole; a - kontrolný objekt (V1), b - cukrová repa hnojená dávkou 250 kg ha-1 Humac Agro (V2), c - cukrová repa hnojená dávkou 500 kg ha-1 Humac Agro (V3), d - celé rastliny cukrovej repy z jednotlivých objektov hnojenia (foto J. Karahuta)

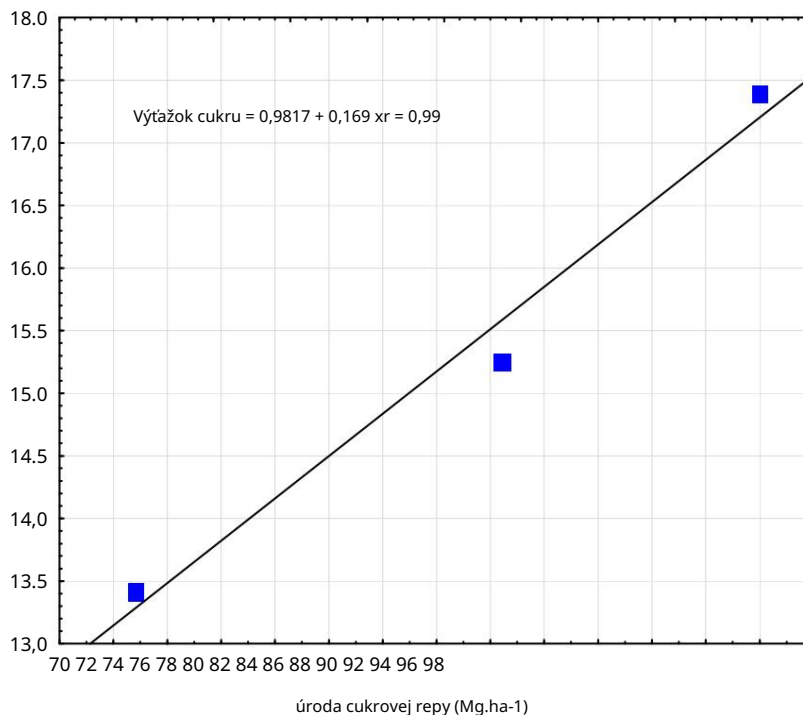
Phot. 1. Poľný pokus. Lublinské poľnohospodárske poradenské centrum v Koňskowole; a - kontrolné ošetrovanie (V1), b - repa hnojená dávkou 250 kg ha-1 Humac Agro (V2), c - cukrová repa hnojená 500 kg ha-1 Humac Agro (V3), d - celá rastlina cukrová repa jednotlivých objektov hnojivo (fot. J. Karahuta)

Tabuľka 3. Úroda koreňov cukrovej repy Tabela
3. Úroda koreňov cukrovej repy

Variant hnojenia Variant hnojenia	Výnos koreňov Výtazok koreňov	Vo vzťahu ku kontrole Relatívne ku kontrole (%)
0	(Mg ha-1) 72,81	100,0 118,7
Humac Agro - 250 kg ha-1	86,39 95,97 85,06	131,8 125,2
Humac Agro - 500 kg ha-1		
priemer / priemer		

Tabuľka 4. Obsah cukru v cukrovej repe a výtťažnosť cukru Tabuľka 4.
Obsah cukru v cukrovej repe a výtťažnosť cukru

Variant hnojenia Variant hnojenia	Obsah cukru Obsah cukru (kg Mg-1)	Výtťažnosť cukru / Výtťažnosť	
		(Mg ha-1)	cukru vo vzťahu ku kontrole relatívne ku kontrole (%)
0	184,3 176,5	13,42	100,0 113,6
Humac Agro - 250 kg. ha-1	181,2 180,7	15,25	129,6 121,6
Humac Agro - 500 kg. ha-1		17,39	
Priemer / Priemer		15,35	



Obr. 1. Vzťah medzi úrodou cukrovej repe a úrodou cukru v (v Mg ha-1) Obr.

Obr. 1. Vzťah medzi výnosom cukrovej repe a výnosovým cukrom (v Mg ha-1) Obr.

V štúdiách realizovaných v NPPC - VÚA Michalovce v Milhostove (SR) s použitím Humac Agro v rôznych systémoch obrábania pôdy (konvenčné, redukované, minimálne a bezorbové) bolo zistené zlepšenie chemických vlastností pôdy. Výsledky vybraných chemických analýz hladiny Ap (0–25 cm) uvedené v tabuľke 6 potvrdili priaznivý vplyv Humac Agro v dávke 500 kg ha-1 na vlastnosti menej úrodnej pôdy.

Po zbere cukrovej repe sa pôda zozbieraná zo zariadenia, na ktorom bolo aplikovaných 500 kg ha-1 Humacu Agro, vyznačovala cca 3-krát vyšším obsahom bóru a zvýšený obsah humusu vo vzťahu k pôde z kontrolného objektu.

Testovaná pôda zvýšila aj obsah asimilovateľného fosforu o 86 %, medi o 80 %, horčíka o 72 %, zinku o 45 %, mangánu o 28,8 % a draslíka o 1 %.

Tabuľka 5. Vybrané štatistické parametre a korelačné koeficienty (r) medzi úrodou cukrovej repe, obsahom cukru a úrodnosťou cukru

Testované funkcie Skúmaný vlastnosti	Priemerný Priemerná	Smerodajná odchýlka Štandardné rozdelenie	Koeficient variácie Variačný koeficient	Plodina Výťažok	Obsah cukor Obsah cukru (kg Mg-1)	Plodina cukor Výťažok cukru
Plon / Výnos (Mg ha-1)	85,06	11,64	0,13	1,00		
Obsah cukru (kg Mg-1)	180,7	0,39	0,02	-0,48	1,00	
Výťažok cukru Výťažok cukru (Mg ha-1)	15,35	1,99	0,12	0,99	-0,35	1,00

r významné pre $\alpha = 0,05$ / r významné pre $\alpha = 0,05$

Tabuľka 6. Vybrané vlastnosti pôdy pred sejbou a po aplikácii Humac Agro

Tabuľka 6. Vybrané vlastnosti pôdy pred a po použití Humac Agro

Parameter Parameter	Pred výsevom Pred výsevom	Po zbere / Po zbere Humac Agro	
		0	500 kg. ha-1
Obsah humusu (%) pHKCl	1.18	1.14	1.20
P (mg kg-1)	6,19	4,93	7,26
	113,7	89,1	165,9
K (mg kg-1)	216,7	210,0	212,5
Mg (mg kg-1)	71,0	58,0	100,0
B (mg kg-1)	1,08	0,62	2,00
Mn (mg kg-1)	150,0	184,0	237,0
Cu (mg . Kg-1)	3,2	2,5	4,5
Zn (mg kg-1)	8,5	7,1	10,3
Fe (mg kg-1)	100 2	1142	1198

Priaznivý vplyv oxidovaného hnedého uhlia na fyzikálne a chemické vlastnosti pôdy potvrdzujú výsledky štúdií Kirejčeva a Chochlovej [2002], Kibireva [2004] a Nadtočija [2005]. Výskum Nardiho a kol. [2009], Musco lo a kol. [2013], ako aj ďalšie štúdie [Kabata-Pendias 2011] poukazujú na pozitívny vplyv hnedého uhlia s nízkou energetickou hodnotou a oxyhumolitu na

fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti kultivovaných pôd, imobilizovať xenobiotické a fytotoxické látky v pôde, stimulovať biologickú aktivitu mikroorganizmov a rastlín, katalyzovať biologické procesy a hormonálnu aktivitu rastlín. Princípy obohacovania pôdy humusom, jeho vplyv na zlepšenie množstva a kvality plodín a regeneráciu pôdnej úrodnosti v poľných podmienkach prezentoval aj Káš [1961]. Systém trvalo udržateľného poľnohospodárstva, ktorý sa v súčasnosti uplatňuje v krajinách Európskej únie a ktorý využíva technologický a biologický pokrok pri pestovaní rastlín, nie vždy zohľadňuje správne hospodárenie so živinami v systéme pôda – rastlina. Často vedie k narušeniu rovnováhy pôdneho prostredia. Malý počet polygastrických zvierat na hektár, obmedzenie používania prírodných hnojív [Bujanowicz-Haraś 2015], často negatívna bilancia základných živín v pôde v dôsledku intenzifikácie a špecializácie poľnohospodárskej výroby [Kuś a Kopiński 2012] vedú k zrýchlenej mineralizácii, a degradácia organickej hmoty. Obsah organického uhlíka v pôde je v súčasnosti považovaný za jeden z najdôležitejších ukazovateľov pôdnej úrodnosti [Tobiašová et al.

2013]. Podľa Bujanowicza-Haraśa [2015] boli ukazovatele reprodukcie pôdnej organickej hmoty v Poľsku negatívne (-0,41 Mg ha⁻¹ v roku 1980 až -0,50 Mg ha⁻¹ v roku 2009) a organická bilancia pôdnej hmoty bola na úrovni -0,14 Mg ha⁻¹ v roku 2009

SÚHRN

Predložená práca dokumentuje priamy, stimulačný účinok humínových kyselín obsiahnutých v Humac Agro na úrodu koreňov cukrovej repy, cukor a úrodnosť cukru ako aj vybrané vlastnosti typickej menej úrodnej pôdy. Vďaka vyvinutému poréznemu systému a organo-minerálnym kombináciám prispel Humac Agro k zvýšeniu miery využitia zložiek hnojív z polyfosky 6 a močoviny a následne k vyššej úrode koreňov cukrovej repy a cukru. Použitie tohto opatrenia obmedzilo aj vyplavovanie zložiek hnojív do hlbších úrovní pôdneho profilu. Vzhľadom na vyššie uvedené vlastnosti Humac Agro bola úroda koreňov cukrovej repy a úroda cukrovej po aplikácii dávky 500 kg ha⁻¹ zvýšená o cca 30 % vo vzťahu ku kontrolnému objektu a zvolená zlepšili sa chemické vlastnosti pôdy.

LITERATÚRA

- Artyszak A., 2014. Efektivnost' listového hnojenia dvoch kultivarov cukrovej repy bórom. Th. 1. Výnos a technologická kvalita koreňov. *Fragm. Agron.* 31 (3), 7-34.
- Bartóg P., Szczepaniak W., Grzebisz W., 2013. Reakcia cukrovej repy na dávku a formu chemický sodík na pozadí hnoja. Th. 1. Úroda a kvalita koreňov. *Fragm. Agron.* 30 (3), 24-18.
- Bujanowicz-Haraś B., 2015. Poľské poľnohospodárstvo v kontexte jeho vplyvu na prírodné prostredie. *Annales UMCS, sek. E, Agricultura* 70 (2), 11-22.
- Pracovná skupina IUSS WRB, 2014. Svetová referenčná základňa pre pôdne zdroje. Medzinárodný systém klasifikácie pôd na pomenovanie pôd a vytváranie legiend k pôdnym mapám, 3. vydanie. FAO, Rím.

- Kabata-Pendias A., 2011. Stopové prvky v pôdach a rastlinách, 4. vydanie. CRC Press. Taylor & Francis Group, Boca Raton.
- Kalembasa S., Symanowicz B., Pieńkowska B., 2001. Frakcie síry a dusíka v kyslých extraktoch z hnedého uhlia. Zesz. Prob. Príspevok. Poľnohospodárskych vied. 477, 371-380.
- Kalembasa S., Symanowicz B., Wiśniewska B., 2007. Zmeny obsahu uhlíka a dusíka v alkalických extraktoch zo zmesí hnedého uhlia s odpadovými aktivovanými kalmi. Polovicu. J. Environ. Stud. 16 (2A), 640-649.
- Kalembasa S., Symanowicz B., 2012. Enzymatická aktivita pôdy po aplikácii rôznych odpadových organických materiálov, popola a minerálnych hnojív. Polovicu. J. Environ. Stud. 21 (6), 1635-1641.
- Káš V., 1961. Obohacovanie pôd humusom. ČSAZV, Praha, 1-203.
- Kibirev KV, 2004. Formovanie uroжайnosti zerna kukuruz y pri ispol'zovaniji organo mineral'nykh obohaceniye v uslovijach Zejsko-Bureinskoj revniny. Dizertačnā práca. rabota na soiskaniye učennoj stepeni kandidata sel'-choz. štúdia po VAK, Barnaul.
- Kirejčev LV, Chochlova OB, 2002. Ispol'zovanie sapropel'ej v kačestve skoricionerov zastkov stočnykh vod. Agrochim. vesta. 4, 33-35.
- Kudrna K., 1979. Zemědělské soustavy, vyd. 1. SZN, Praha, 1-708.
- Kuš J., Kopyňskij, 2012. Manažment pôdnej organickej hmoty v súčasnom poľnohospodárstve dva. Zag. Poradte. Rol. 2, 5-27.
- Kwiatkowska J., 2006. Vplyv organických úprav na fytodostupnosť ťažkých kovov v znečistenej pôde. Ecohydrol. Hydrobiol. 6, 1-4, 181-186.
- Kwiatkowska-Malina J., Maciejewska A., 2011. Príjem ťažkých kovov v podmienkach rôzneho pH pôdy a obsahu organických látok. Ochrana Streda Zdroj Nat. 49, 43-51.
- Kwiatkowska-Malina J., Maciejewska A., 2013. Príjem ťažkých kovov šípkami mnohokvetými (*Lolium multiflorum* Lam.) Pri rôznorodej pôdnej reakcii a obsahu organickej hmoty. Soil Sci. Výročný. 64, 19-23.
- Muscolo A., Sidari M., Nadri S., 2013. Humínová látka: Vzťah medzi štruktúrou a aktivitou, hlbšie informácie naznačujú jednoznačné zistenia. J. Geochem. Preskúmajte. 129, 57-63.
- Nadtočij IA, 2005. Agroekologičeskaja effektivnost' primenenija sapropelja v kačestve malio ranta zagraznennoj kadm dernovo-podzolistoj počvy. Dizertačnā práca. rabota na soiskaniye učennoj stepeni kandidata sel'-choz. učenie po VAK, 1-153.
- Nardi S., Carletti P., Pizzeghello D., Muscolo A., 2009. Biologické aktivity humínových látok. Biofyzikálno-chemické procesy zahŕňajúce prirodzenú neživú organickú hmotu v environmentálnych systémoch, 305-339.
- Spiak Z., Romanowska M., Radoła J., 2004. Obsah stopových kovov v rastlinách z ekologických a konvenčných pestovateľských systémov. Chem. Agric. 5, 181-186.
- Symanowicz B., Kalembasa S., 2012. Účinky hnedého uhlia, kalov, ich zmesí a minerálneho hnojenia na obsah medi a zinku v pôde a ražni talianskej (*Lolium multiflorum* Lam.). Fresen. Environ. Bull. 21 (4), 802-807.
- Symanowicz B., Kalembasa S., Jaremko D., Niedbała M., 2013. Poľský odpadový lignit - potenciálny zdroj rastlinných živín. Annales UMCS, sek. E, Agricultura 68 (4), 21-27.
- Tobiašová E., Šimansky V., Dębska B., Banach-Szott M., 2013. Štruktúra pôdy a pôdna organická hmota vybraných pôdnych typov v rôznych ekosystémoch. Poľnohospodárstvo 59 (1), 1-8.
- Tóth Š., Šoltysová B., Danilovič M., Kováč L., Hnát A., Kotorová D., Šariková D., Jakubová J., Balla P., Štyriak I., Štyriaková I., 2013. Význam a nasl. efekt zlepšovateľov rôzneho typu pri ich použití v substitúcii diferencovanej intenzity obrábania pôd, vyd. 1. Piešťany, CVRV - Výskumný ústav agroekológie Michalovce, 1-112.
- Zawiślak K., Rychcik B., 2002. Racionálna poľná ekonomika v severnej krajine východnom Poľsku. Fragm. Agron. 2 (74), 16-30.
- Zákon o hnojivách a hnojení z 10. júla 2007, Zbierka zákonov č. položka 2015 625.

Vďaka. Dielo vzniklo vďaka podpore sektora MPRV (Slovensko) v rámci projektu „Výskum agroekologických aspektov v udržateľných poľnohospodárskych systémoch v oblasti sociálno-ekonomického rozvoja a klimatických zmien“, ktorý realizuje spoločnosť MIRPOL Sp. z o. Strzyżewice (Poľsko).

Zhrnutie. Článok prezentuje výsledky priameho vplyvu Humac Agro na úrodu, cukrnatosť cukrovej repy a vybrané pôdne vlastnosti v podmienkach klímy a pôdy juhovýchodného Poľska. Humac Agro bol aplikovaný skoro na jar. Štúdie zahŕňali 3 varianty: kontrola (V1), 250 kg. ha⁻¹ Humac Agro (V2) a 500 kg ha⁻¹ Humac Agro (V3). Na V3 bolo aplikované dusikaté hnojenie (60,3 kg ha⁻¹) a na V1 a V2 dávka 94,8 kg ha⁻¹. Dávky hnojív boli rovnaké pre všetky varianty hnojív. Najvyššie úrody cukrovej repy (95,97 Mg ha⁻¹) boli dosiahnuté pri variante V3. Humac Agro aplikovaný v dávke 500 kg ha⁻¹ viedol k zvýšeniu úrody cukru o 29,6 % v porovnaní s kontrolou. Zvýšil sa aj obsah humusu v pôde, pH pôdy a obsah dostupného P, K, Mg, B, Mn, Cu, Zn a Fe.

Kľúčové slová: Humac Agro, huminové kyseliny, cukrová repa, úroda, cukrnatosť, pôdne vlastnosti