

<sup>1</sup> Katedra Roślin Przemysłowych i Leczniczych, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,  
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin

<sup>2</sup> Instytut Gleboznawstwa i Kształtowania Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie,  
ul. Króla Leszczyńskiego 7, 20-069 Lublin

CZESŁAW SZEWCZUK<sup>1</sup>, DANUTA SUGIER<sup>1</sup>, STANISŁAW BARAN<sup>2</sup>,  
ELŻBIETA JOLANTA BIELIŃSKA<sup>2</sup>, MAŁGORZATA GRUSZCZYK<sup>1</sup>

**Wpływ preparatów użyźniających  
i zróżnicowanych dawek nawozów  
na wybrane właściwości chemiczne gleb oraz plon  
i cechy jakościowe bulw ziemniaka**

The impact of fertilising agents and different doses of fertilizers on selected soil  
chemical properties as well as the yield and quality traits of potato tubers

**Streszczenie.** Celem badań była ocena wpływu trzech dawek nawozów mineralnych oraz czterech preparatów użyźniających (EM, PRP SOL, Rosahumus i UGmax) na odczyn i zasobność dwóch rodzajów gleb oraz plony i wybrane cechy jakościowe bulw ziemniaka. Uzyskane wyniki wskazują, iż właściwości chemiczne gleb były w większym stopniu zróżnicowane pomiędzy rodzajami gleb niż przez stosowane dawki nawozów i preparaty. Plon ogólny i plon frakcji handlowej bulw ziemniaka, jak też ich skład chemiczny były modyfikowane przez właściwości gleb, dawki nawozów oraz preparaty użyźniające. Większy plon o lepszej jakości uzyskano z gleby ciężkiej niż z lekkiej, przy większych dawkach nawozów. Aplikacja preparatów użyźniających wpłynęła korzystnie na plon bulw uprawianych na glebie lekkiej.

**Słowa kluczowe:** ziemniak, plon i jakość bulw, rodzaje gleb, dawki nawozów, użyźniacze glebowe

WSTĘP

Ziemniak, mimo ograniczonej powierzchni uprawy w ostatnich latach (267 tys. ha w 2014) [GUS 2015] w dalszym ciągu znajduje się w grupie ważnych roślin rolniczych w naszym kraju. Zmniejsza się liczba gospodarstw produkujących ziemniaki na własne potrzeby, natomiast wzrasta powierzchnia ich upraw w gospodarstwach specjalistycznych, co umożliwi uzyskiwanie większych i lepszych jakościowo plonów, dostosowanych do wymagań konkretnego odbiorcy.

W tym celu niezbędne jest zapewnienie roślinom optymalnych warunków wzrostu i rozwoju. Istotną rolę odgrywają nawozy naturalne i organiczne oraz racjonalne dawki

nawozów mineralnych [Bernat 2011]. Wniesiony do gleby obornik lub gnojowica zaspokajają przeciętnie 30–40% potrzeb pokarmowych ziemniaka, niezbędne jest zatem dodatkowe nawożenie mineralne. W przeliczeniu na 1 tonę bulw wczesne odmiany ziemniaka pobierają przeciętnie (w kg): 5–6 N, 0,87–1,09 P, 6,6–8,3 K, 0,57–0,72 Ca, 0,36–0,48 Mg i 0,15–0,35 S [Szczepaniak 2013]. Biorąc pod uwagę zasobność naszych gleb oraz wymagania pokarmowe ziemniaka, należy zwrócić szczególną uwagę na dobre zaopatrzenie w potas i azot, a z mikroelementów w cynk i bor, niekiedy również (w zależności od pH gleby) w mangan i molibden. Ważne w uprawie ziemniaka jest również odpowiednie pH gleby, w przedziale 5,6–6,5, które gwarantuje dobrą przyswajalność wnoszonych do gleby składników i jakość bulw [Szewczuk 2009].

Wobec niedoboru nawozów naturalnych, głównie obornika, proponuje się w zamian różnego rodzaju substytuty, nazywane: preparatami mikrobiologicznymi, biopreparatami, użyźniaczami lub polepszaczami glebowymi [Bolińska 2005, Trawczyński 2007, Bernat 2011, Martyniuk 2011, Sulewska i in. 2011, 2012, 2013, Zarzecka i in. 2011, Zarzecka i Gugała 2012, 2013, Bielińska i in. 2013, Szewczuk i in. 2014]. Spośród nich najszerzej oferowane lub reklamowane na polskim rynku są: Efektywne Mikroorganizmy (EM), PRP SOL, Rosahumus i Użyźniacz Glebowy Max (UGmax). Rolnik, mając tak duże możliwości wyboru, ma dylemat, który z nich zastosować w gospodarstwie. Tym zagadnieniom poświęcona jest niniejsza praca.

#### CEL I METODYKA BADAŃ

Zasadniczym celem badań była ocena wpływu trzech dawek nawozów mineralnych i czterech preparatów użyźniających glebę (na tle wariantu bez preparatów) na wybrane właściwości chemiczne dwóch rodzajów gleb oraz plony i niektóre cechy jakościowe bulw ziemniaka. Badania polowe prowadzono w 2014 r., nawozy i preparaty wnoszone przez trzy kolejne lata (2012–2014), w tych samych obiektach i wariantach badawczych. W pierwszych dwóch latach na obydwu glebach uprawiano pszenżyto ozime, w trzecim zaś ziemniak. Niniejsze wyniki pochodzą z trzeciego roku badań, czyli z plantacji ziemniaka. Prowadzono je w dwóch miejscowościach województwa lubelskiego, różniących się warunkami glebowymi:

– Brzeźnicy Bychawskiej, gmina Niedźwiada (powiat lubartowski), gdzie doświadczenie prowadzono na glebie bielcowej wytworzonej z piasku gliniastego mocnego, klasy bonitacyjnej V, kompleksu żyniego dobrego. Analiza składu granulometrycznego (metodą Casagrandea w modyfikacji Prószyńskiego) wykazała 65% udział frakcji piasku, 20% pyłu i 13% części spławialnych. Glebę zaliczono do kategorii agronomicznej – gleba lekka (gl).

– Wiszenkach, gmina Skierbieszów (powiat zamojski), gdzie doświadczenie prowadzono na rędzinie właściwej (typowej), wytworzonej z utworów kredowych, klasy bonitacyjnej IIIa, kompleksu pszennego dobrego. Analiza składu granulometrycznego wykazała: 20% części szkieletowych, 28% piasku, 34% pyłu i 18% iłu koloidalnego. Glebę zaliczono do kategorii agronomicznej – gleba ciężka pylasta (gcp).

Doświadczenie założono metodą bloków losowanych. Każdy obiekt liczył 450 m<sup>2</sup> (do zbioru) i składał się z 4 powtórzeń (poletek). Pomędzy obiektami zachowano pasy izolacyjne (cztery rzędy ziemniaka) by zapobiec przemieszczaniu nawozów i preparatów

na sąsiednie obiekty podczas ich aplikacji. Czynnikiem badawczym były warianty nawożenia. Zastosowano 3 obiekty kontrolne, różniące się dawką makroelementów. W pierwszym wnoszono pełną dawkę składników, w drugim 75% dawki N oraz 50% dawki pozostałych składników, w trzecim zaś tylko 75% dawki N.

W obydwu miejscowościach badania obejmowały 15 następujących obiektów badawczych, różniących się dawkami N, P, K, Mg i S oraz stosowanymi preparatami:

1. kontrolny I – pełna dawka N, P, K, Mg, S (bez preparatów),
2. pełna dawka N, P, K, Mg, S + EM,
3. pełna dawka N, P, K, Mg, S + PRP SOL,
4. pełna dawka N, P, K, Mg, S + Rosahumus,
5. pełna dawka N, P, K, Mg, S + UGmax,
6. kontrolny II – 75% dawki N + 50% dawki P, K, Mg, S (bez preparatów),
7. 75% dawki N + 50% dawki P, K, Mg, S + EM,
8. 75% dawki N + 50% dawki P, K, Mg, S + PRP SOL,
9. 75% dawki N + 50% dawki P, K, Mg, S + Rosahumus,
10. 75% dawki N + 50% dawki P, K, Mg, S + UGmax,
11. kontrolny III – 75% dawki N, bez P, K, Mg, S (bez preparatów),
12. 75% dawki N, bez P, K, Mg, S + EM,
13. 75% dawki N, bez P, K, Mg, S + PRP SOL,
14. 75% dawki N, bez P, K, Mg, S + Rosahumus,
15. 75% dawki N, bez P, K, Mg, S + UGmax.

W trzeciej dekadzie października 2013 r. wysiano w obiekcie kontrolnym I wieloskładnikowy nawóz Polifoska 4, w dawce  $700 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ , a w obiekcie kontrolnym II połowę dawki tego nawozu, po czym wykonano orkę przedzimową. Wiosną, przed wysadzeniem bulw wniesiono pozostałe nawozy mineralne, po czym wymieszano je z glebą agregatem. W obiekcie kontrolnym I wysiano w przeliczeniu na 1 ha: 150 kg saletrzaku i 100 kg jednowodnego siarczanu magnezu oraz pogłównie – 150 kg saletry amonowej. Wniesiono w tych nawozach odpowiednio (w kg na 1 ha): 128 N, 45,8 P, 174,3 K, 18,4 Mg i 27,5 S. W pozostałych dwóch obiektach kontrolnych, zgodnie z założeniami metodycznymi, wysiano odpowiednio mniejsze dawki składników. W okresie wegetacji na wszystkich obiektach stosowano też 3-krotnie nawozy dolistne: ActiPlon ziemniak, Actibor oraz chelaty cynku, miedzi, molibdenu, manganu i żelaza. W przeliczeniu na 1 ha wniesiono w nich : 296 g N, 215 g Mg, 288 g S, 240 g Zn, 178 g B, 72 g Cu, po 380 g Mn i Fe oraz 4 g Mo.

Preparaty użyźniające stosowano w dniach 17–18 września 2013 r. na ściernisko po zbiorze pszenżyta, które zmieszano z glebą agregatem podorywkowym. Stosowano je w zalecanych przez producenta dawkach (w przeliczeniu na 1 ha): EM – 40 l, Rosahumus – 4,5 kg, PRP SOL – 200 kg i UGmax – 0,9 l. Preparaty płynne (EM i UGmax) oraz Rosahumus (w postaci sproszkowanej, przed aplikacją rozpuszczony w wodzie) stosowano do gleby w postaci roztworu wodnego. Z kolei granulatu preparatu PRP SOL rozsiano ręcznie.

Zaprawione preparatem Prestige Forte (przeciwko stoncem) sadzeniaki ziemniaka, wczesnej odmiany Vineta, wysadzono w dniach 23–25 kwietnia 2014 r. w obydwu miejscowościach sadzarką w rozstawie  $62,5 \times 30 \text{ cm}$ . W okresie wegetacji prowadzono niezbędne zabiegi przeciwko chwastom i chorobom ziemniaka, jak też wnoszono pogłównie nawozy azotowe i dolistne. Po zakończeniu wegetacji z poszczególnych

wariantów badawczych zebrano bulwy. Po zważeniu plonu pobrano z poszczególnych poletek 10 kg próby, po czym ustalono procentowy udział bulw handlowych (o średnicy powyżej 40 mm). Następnie z tej frakcji pobrano 2 kg próby do analiz chemicznych na zawartość skrobi, witaminy C, azotanów i azotynów. Analizy wykonano w akredytowanym Centralnym Laboratorium Agroekologicznym UP w Lublinie. Zawartość skrobi analizowano metodą CLA/PLC/30/2011 (wersja 2 z dn.1.02.2011 r.), zawartość witaminy C metodą CLA/PLC/40/2011 (wersja jak wyżej), azotany i azotyny zaś metodą CLA/PSO/24/2013 (wersja 4 z dn. 5.08.2013). Analizy dotyczące odczynu i zawartości makro- i mikroelementów w próbkach glebowych pobranych po zbiorze ziemniaków zostały wykonane standardowymi metodami w Okręgowej Stacji Chemiczno-Rolniczej w Lublinie: pH w KCl – PN-ISO 10390:1997, fosfor – PN-R-04023:1996, potas – PN-R-4022:1996+Az1:2002, magnez – PN-R-04020:1994+Az1:2004, siarka siarczanowa – KQ/PB-45 wer.04 z dn.01.12.10, bor – PN-R-04018:1993, miedź – PN-R-04017:1992, cynk – PN-R-4016:1992, mangan – PN-R-04019:1993, żelazo – PN-R-04021:1994.

Otrzymane wyniki odrębnie dla każdej miejscowości opracowano statystycznie za pomocą programu Statistica 6.0. Dane liczbowe poddano analizie wariancji (ANOVA) i obliczono najmniejsze istotne różnice testem Tukeya na poziomie ufności 0,05.

## WYNIKI I DYSKUSJA

### Odczyn i zasobność gleb

Analiza próbek glebowych wykazała, iż odczyn i zasobność gleb w poszczególne składniki były w większym stopniu zróżnicowane pomiędzy jednostkami glebowymi (gleba lekka i ciężka) niż przez wnoszone dawki nawozów i stosowane preparaty (tab. 1–2). W próbach pobranych z gleby lekkiej stwierdzono bardzo kwaśny odczyn (pH w 1M KCl – w przedziale 3,90–4,03), niską lub średnią zawartość fosforu (45,3–62,3 mg P), niską potasu (51,4–69,7 mg K) oraz bardzo niską magnezu i siarki siarczanowej (odpowiednio 6–8 mg Mg oraz 3,6–4,6 mg S-SO<sub>4</sub> w 1 kg gleby). Pod względem zawartości mikroelementów gleba lekka wykazywała niską zawartość boru (poniżej 0,5 mg B), miedzi (1,03–1,22 mg Cu) i żelaza (636–720 mg Fe), średnią zaś manganu (98–112 mg Mn) i cynku (2,24–3,36 mg Zn w 1 kg gleby).

W pobranych próbach gleby ciężkiej wykazano zdecydowanie większe pH i zasobność w makro- i mikroelementy (tab. 1–2). Gleba ta o odczynie lekko kwaśnym lub obojętnym (pH od 6,47 do 6,85) charakteryzowała się bardzo wysoką zawartością fosforu i potasu (121–142 mg P i 315–394 mg K w 1 kg gleby), niską magnezu (35–53 mg Mg) i bardzo niską siarki siarczanowej (4,1–5,2 mg S-SO<sub>4</sub>). Pod względem zawartości mikroelementów stwierdzono niską lub średnią zawartość boru (1,35–2,26 mg B), średnią manganu (178–194 mg Mn) oraz niską miedzi (2,74–3,83 mg Cu), cynku (7,04–7,92 mg Zn) i żelaza (591–630 mg Fe) w 1 kg gleby.

Zróżnicowane dawki nawozów mineralnych wywierały wprawdzie niewielki, ale na ogół ukierunkowany wpływ na odczyn i zasobność gleby ciężkiej w podstawowe makroelementy. Wraz ze zmniejszaniem dawki nawozów notowano tendencję wzrostową wartości pH – od 6,52 w obiekcie z pełną dawką N, P, K, Mg, S, poprzez 6,59 w obiekcie z 75% dawką N oraz połową dawki pozostałych składników, do 6,78 w obiekcie, gdzie

Tabela 1. Odezym (w 1M KCl) i zasobność gleby lekkiej i ciężkiej w makroelementy (mg kg<sup>-1</sup> gleby)  
 Table 1. pH (in 1M KCl) and richness in macroelements of light and heavy soil (mg kg<sup>-1</sup> soil)

| Nawożenie<br>Fertilization                           | Preparaty/ Agents   | pH        |           |           | P         |           |           | K         |           |           | Mg        |           |           | S-SO <sub>4</sub> |           |           |
|--|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------------|-----------|-----------|
|  |   | GL/<br>SL | GC/<br>SH | GC/<br>SH | GL/<br>SL | GC/<br>SH | GC/<br>SH | GL/<br>SL | GC/<br>SH | GC/<br>SH | GL/<br>SL | GC/<br>SH | GC/<br>SH | GL/<br>SL         | GC/<br>SH | GC/<br>SH |
| Pełna dawka<br>N P K Mg S<br>Full dose<br>N P K Mg S | bez prep./ without agents   | 3,99      | 6,51      | 142       | 63,0      | 377       | 6,0       | 43        | 4,1       | 4,7       |           |           |           |                   |           |           |
|  | EM  | 3,97      | 6,48      | 126       | 54,5      | 365       | 6,0       | 49        | 4,2       | 4,9       |           |           |           |                   |           |           |
|  | PRP SOL   | 3,96      | 6,52      | 134       | 52,3      | 394       | 8,0       | 45        | 3,8       | 4,8       |           |           |           |                   |           |           |
|  | Rosahumus   | 4,01      | 6,60      | 134       | 62,3      | 390       | 8,0       | 43        | 4,6       | 4,6       |           |           |           |                   |           |           |
|  | UGmax   | 3,93      | 6,47      | 128       | 53,6      | 390       | 6,0       | 53        | 4,1       | 4,7       |           |           |           |                   |           |           |
|  | średnio prep./ mean agents  | 3,97      | 6,52      | 131       | 55,7      | 385       | 7,0       | 48        | 4,2       | 4,8       |           |           |           |                   |           |           |
| 75% N+50%<br>P K Mg S                                | bez prep./ without agents   | 3,97      | 6,52      | 129       | 46,2      | 315       | 8,0       | 41        | 4,0       | 5,2       |           |           |           |                   |           |           |
|  | EM  | 3,90      | 6,54      | 124       | 52,3      | 332       | 6,0       | 43        | 4,0       | 5,1       |           |           |           |                   |           |           |
|  | PRP SOL   | 4,00      | 6,63      | 139       | 47,5      | 382       | 6,0       | 37        | 3,8       | 4,6       |           |           |           |                   |           |           |
|  | Rosahumus   | 4,02      | 6,69      | 130       | 54,9      | 360       | 8,0       | 35        | 3,9       | 4,7       |           |           |           |                   |           |           |
|  | UGmax   | 3,94      | 6,51      | 130       | 51,9      | 353       | 6,0       | 49        | 3,6       | 4,8       |           |           |           |                   |           |           |
|  | średnio prep./ mean agents  | 3,97      | 6,59      | 131       | 51,7      | 357       | 6,5       | 41        | 3,8       | 4,8       |           |           |           |                   |           |           |
| 75% N, bez P K Mg S<br>75% N, without P K Mg S       | bez prep./ without agents   | 4,01      | 6,70      | 129       | 48,8      | 335       | 8,0       | 35        | 3,7       | 4,8       |           |           |           |                   |           |           |
|  | EM  | 3,91      | 6,70      | 121       | 50,6      | 341       | 6,0       | 43        | 4,1       | 4,7       |           |           |           |                   |           |           |
|  | PRP SOL   | 4,03      | 6,83      | 133       | 45,3      | 363       | 8,0       | 35        | 3,9       | 4,3       |           |           |           |                   |           |           |
|  | Rosahumus   | 3,96      | 6,85      | 125       | 51,4      | 359       | 6,0       | 35        | 3,8       | 4,1       |           |           |           |                   |           |           |
|  | UGmax   | 3,95      | 6,72      | 126       | 49,7      | 335       | 6,0       | 51        | 3,7       | 4,4       |           |           |           |                   |           |           |
|  | średnio prep./ mean agents  | 3,96      | 6,78      | 126       | 49,3      | 350       | 6,5       | 41        | 3,9       | 4,4       |           |           |           |                   |           |           |
| Średnio dla preparatów<br>Mean for agents            | bez prep./ without agents   | 3,99      | 6,58      | 133       | 48,7      | 342       | 7,3       | 40        | 3,9       | 4,9       |           |           |           |                   |           |           |
|  | EM  | 3,93      | 6,57      | 124       | 52,5      | 346       | 6,0       | 45        | 4,1       | 4,9       |           |           |           |                   |           |           |
|  | PRP SOL   | 4,00      | 6,66      | 135       | 48,4      | 380       | 7,3       | 39        | 3,8       | 4,6       |           |           |           |                   |           |           |
|  | Rosahumus   | 4,00      | 6,71      | 130       | 56,2      | 370       | 7,3       | 38        | 4,1       | 4,5       |           |           |           |                   |           |           |
|  | UGmax   | 3,94      | 6,58      | 128       | 51,7      | 359       | 6,0       | 51        | 3,8       | 4,6       |           |           |           |                   |           |           |
|  | Średnio dla całości – dla preparatów<br>Mean for whole – for agents | 3,97      | 6,63      | 129       | 52,2      | 364       | 6,7       | 43        | 4,0       | 4,7       |           |           |           |                   |           |           |

Objaśnienia/ Explanations:

GL – gleba lekka/ SL – light soils

GC – gleba ciężka/ SH – heavy soils

Tabela 2. Zasobność gleby lekkiej i ciężkiej w mikroelementy (mg·kg<sup>-1</sup> gleby)  
Table 2. Light and heavy soil richness in microelements (mg·kg<sup>-1</sup> soil)

| Nawożenie<br>Fertilization                           | Preparaty /Agents  | B         |           | Mn        |           | Cu        |           | Zn        |           | Fe        |           |
|--|--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|  |  | GL/<br>SL | GC/<br>SH | GL/<br>SL | GC/<br>SH | GL/<br>SL | GC/<br>SH | GL/<br>SL | GC/<br>SH | GL/<br>SL | GC/<br>SH |
| Pełna dawka<br>N P K Mg S<br>full dose<br>N P K Mg S | bez prep./ without agents  | < 0,5     | 1,83      | 100       | 188       | 1,22      | 2,95      | 2,74      | 7,14      | 636       | 617       |
|  | EM   | < 0,5     | 1,40      | 101       | 178       | 1,03      | 2,84      | 2,44      | 7,13      | 701       | 604       |
|  | PRP SOL  | < 0,5     | 2,00      | 104       | 184       | 1,16      | 3,40      | 2,64      | 7,34      | 677       | 618       |
|  | Rosahumus  | < 0,5     | 1,85      | 112       | 180       | 1,13      | 3,13      | 2,84      | 7,35      | 720       | 625       |
|  | UGmax  | < 0,5     | 1,63      | 106       | 186       | 1,13      | 3,04      | 2,74      | 7,92      | 707       | 606       |
|  | średnio prep./ mean agents   | < 0,5     | 1,72      | 106       | 182       | 1,11      | 3,10      | 2,67      | 7,44      | 701       | 613       |
| 75% N+50%<br>P K Mg S                                | bez prep./ without agents  | < 0,5     | 1,75      | 98        | 190       | 1,18      | 3,03      | 2,75      | 7,04      | 661       | 630       |
|  | EM   | < 0,5     | 1,77      | 99        | 194       | 1,12      | 2,95      | 2,24      | 7,23      | 705       | 606       |
|  | PRP SOL  | < 0,5     | 1,90      | 106       | 183       | 1,17      | 3,22      | 3,36      | 7,34      | 685       | 597       |
|  | Rosahumus  | < 0,5     | 2,15      | 109       | 191       | 1,14      | 3,36      | 2,85      | 7,75      | 701       | 607       |
|  | UGmax  | < 0,5     | 1,49      | 109       | 181       | 1,13      | 2,84      | 2,75      | 7,75      | 706       | 594       |
|  | średnio prep./ mean agents   | < 0,5     | 1,83      | 106       | 187       | 1,14      | 3,09      | 2,80      | 7,52      | 699       | 601       |
| 75% N, bez P K Mg S<br>75% N, without P K Mg S       | bez prep./ without agents  | < 0,5     | 1,92      | 106       | 193       | 1,16      | 3,03      | 2,94      | 7,14      | 681       | 627       |
|  | EM   | < 0,5     | 1,35      | 102       | 182       | 1,18      | 2,75      | 2,34      | 7,34      | 680       | 610       |
|  | PRP SOL  | < 0,5     | 2,13      | 99        | 185       | 1,12      | 3,22      | 2,55      | 7,85      | 674       | 618       |
|  | Rosahumus  | < 0,5     | 2,26      | 108       | 188       | 1,12      | 3,66      | 2,84      | 7,86      | 707       | 616       |
|  | UGmax  | < 0,5     | 1,39      | 108       | 178       | 1,18      | 2,74      | 2,83      | 7,34      | 695       | 591       |
|  | średnio prep./ mean agents   | < 0,5     | 1,78      | 104       | 183       | 1,15      | 3,09      | 2,64      | 7,60      | 689       | 609       |
| Średnio dla preparatów<br>Mean for agents            | bez prep./ without agents  | < 0,5     | 1,83      | 101       | 190       | 1,19      | 3,00      | 2,81      | 7,11      | 659       | 625       |
|  | EM   | < 0,5     | 1,51      | 101       | 185       | 1,11      | 2,85      | 2,34      | 7,23      | 695       | 607       |
|  | PRP SOL  | < 0,5     | 2,01      | 103       | 184       | 1,15      | 3,28      | 2,85      | 7,51      | 679       | 611       |
|  | Rosahumus  | < 0,5     | 2,09      | 110       | 186       | 1,13      | 3,83      | 2,84      | 7,65      | 709       | 616       |
|  | UGmax  | < 0,5     | 1,50      | 108       | 182       | 1,15      | 2,87      | 2,77      | 7,67      | 703       | 597       |
|  | Średnio dla całości – dla preparatów/<br>Mean for whole – for agents | < 0,5     | 1,78      | 105       | 184       | 1,13      | 3,21      | 2,70      | 7,52      | 696       | 608       |

Objaśnienia jak w tabeli 1/ Explanations like in table 1

stosowano tylko 75% dawki N. W przypadku gleby lekkiej wartość pH była bardzo niska (poniżej 4,0) i utrzymywała się na zbliżonym poziomie niezależnie od dawki wnoszonych składników. Wraz ze zwiększaniem dawek nawozów zaznaczył się trend wzrostowy w zasobności gleby w makroelementy (P, K, Mg, S-SO<sub>4</sub>). Był on zauważalny zarówno w glebie lekkiej, jak i ciężkiej. W glebie lekkiej pomiędzy pełną a zerową dawką P, K, Mg, S odnotowano spadek zawartości P w 1 kg gleby o 6,4 mg, K o 9,7 mg, Mg o 0,5 mg i S-SO<sub>4</sub> o 0,3 mg. Natomiast w glebie ciężkiej trend spadkowy w zawartości tych składników był bardziej zauważalny (z wyjątkiem fosforu) i wyniósł odpowiednio: P – 5 mg, K – 35 mg, Mg – 7 mg i S-SO<sub>4</sub> – 0,4 mg.

W niewielkim zakresie zróżnicowane dawki nawozów wpływały na zawartość mikroelementów w badanych glebach. Niemniej w glebie lekkiej wraz ze zmniejszaniem dawek wnoszonych składników notowano tendencję wzrostową zawartości Cu, spadek zaś zawartości Fe, z kolei w glebie ciężkiej nastąpił wzrost zawartości przyswajalnych form Zn.

Stosowane preparaty na tle wariantu „bez preparatów” różnicowały w niewielkim stopniu odczyn i zasobność gleby w makro- i mikroelementy. Tak więc w wyniku stosowania przez trzy kolejne lata (w tych samych wariantach badawczych) poszczególnych preparatów, nie odnotowano wyraźnych zmian wartości pH ani też zasobności w oceniane składniki. Notowano wprawdzie ich pewne zróżnicowanie pomiędzy preparatami, ale nie był to wyraźny, a zwłaszcza ukierunkowany trend. Stwierdzono jedynie wyraźnie większą zawartość magnezu w glebie ciężkiej w wariantcie z UGmax w stosunku do pozostałych preparatów. Korzystny wpływ tego preparatu nie uwidocznił się natomiast w glebie lekkiej. Sulewska i in. [2012] uzyskali pozytywne efekty, stosując PRP SOL w uprawie ziemniaka. Preparat ten zastąpił z powodzeniem nawożenie fosforowo-potasowe w czterech spośród pięciu lat prowadzonych badań.

Oceniane preparaty różnicowały w pewnym stopniu zawartość niektórych mikroelementów, zwłaszcza w glebie ciężkiej. W wariantach z PRP SOL i Rosahumusem notowano dość wysoką zawartość boru i miedzi. Jednak nie można na tej podstawie wyciągać daleko idących wniosków, gdyż były to różnice niewielkie i być może przypadkowe.

### **Plon ziemniaka i wydajność jednostkowa**

Plon bulw ziemniaka i wydajność jednostkowa rośliny (liczba bulw w przeliczeniu na roślinę ziemniaka oraz przeciętna masa bulwy) modyfikowane były przez zróżnicowane warunki glebowe, dawki nawozów oraz preparaty użyźniające glebę (tab. 3).

Istotnie większe plony bulw uzyskano z gleby ciężkiej niż z lekkiej (odpowiednio: 47,1 i 35,4 t ha<sup>-1</sup>). Średni plon bulw był większy na glebie ciężkiej o 11,7 t ha<sup>-1</sup>, czyli o 33%. Wraz ze wzrostem dawki wnoszonych nawozów notowano istotny wzrost plonu bulw, bardziej zauważalny na glebie lekkiej niż ciężkiej. W obiekcie kontrolnym z zerową dawką P, K, Mg, S i 75% dawką N uzyskano w przeliczeniu na 1 ha zaledwie 31,7 t bulw na glebie lekkiej i 43,6 t na ciężkiej (średnie plony w wariantach z preparatami). W obiekcie z pełną dawką N, P, K, Mg, S plon bulw wzrósł do 38,9 t (o 22,7%) na glebie lekkiej oraz do 49,3 t (o 13,1%) na glebie ciężkiej (tab. 3). Również stosowane preparaty wpłynęły korzystnie na plon bulw, ale wyłącznie na glebie lekkiej. Spośród nich najlepszy na glebie lekkiej okazał się PRP SOL i Rosahumus, choć również dwa pozostałe wywarły korzystny wpływ na plony bulw. Przeciętny wzrost plonu w stosunku do

Tabela 3. Plon bulw ziemniaka ( $t\ ha^{-1}$ ), ich liczba (w przeliczeniu na roślinę) i przeciętna masa jednej bulwy (g) oraz % udział bulw frakcji handlowej (o średnicy powyżej 40 mm)

Table 3. Yield of potato tubers, their number (per plant), and % proportion of commercial tubers (diameter over 40 mm)

| Nawożenie<br>Fertilization                           | Preparaty/ Agents          | Plon ogólny bulw<br>Total yield of tubers |           |           |           | Liczba bulw /<br>Tuber number |           |           |           | Przeciętna masa<br>bulwy/<br>Average weight<br>tuber |           |           |           | Udział bulw frakcji<br>handlowej/<br>Proportion of commercial<br>fraction tubers |           |  |  |
|--|----------------------------|---|-----------|-----------|-----------|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|--|-----------|-----------|-----------|--|-----------|--|--|
|  |                            | GL/<br>SL                                 | GC/<br>SH | GL/<br>SL | GC/<br>SH | GL/<br>SL                     | GC/<br>SH | GL/<br>SL | GC/<br>SH | GL/<br>SL  | GC/<br>SH | GL/<br>SL | GC/<br>SH | GL/<br>SL  | GC/<br>SH |  |  |
| Pełna dawka<br>N P K Mg S<br>Full dose<br>N P K Mg S | bez prep./ without agents  | 37,2                                      | 52,8      | 10,5      | 10,8      | 66,5                          | 91,6      | 92,5      | 93,6      |  |           |           |           |  |           |  |  |
|  | EM                         | 38,2                                      | 48,1      | 11,3      | 9,2       | 63,3                          | 98,0      | 90,8      | 96,0      |  |           |           |           |  |           |  |  |
|  | PRP SOL                    | 39,5                                      | 46,2      | 10,9      | 9,5       | 68,0                          | 91,1      | 94,3      | 92,2      |  |           |           |           |  |           |  |  |
|  | Rosahumus                  | 39,3                                      | 52,5      | 11,5      | 10,4      | 64,1                          | 94,6      | 91,1      | 93,5      |  |           |           |           |  |           |  |  |
|  | UGmax                      | 38,6                                      | 50,3      | 11,7      | 10,1      | 61,8                          | 93,3      | 90,2      | 93,4      |  |           |           |           |  |           |  |  |
|  | średnio prep./ mean agents | 38,9                                      | 49,3      | 11,4      | 9,8       | 64,3                          | 94,3      | 91,6      | 93,8      |  |           |           |           |  |           |  |  |
| 75% N+50%<br>P K Mg S                                | bez prep./ without agents  | 32,7                                      | 47,9      | 10,2      | 10,8      | 60,2                          | 83,1      | 87,6      | 85,4      |  |           |           |           |  |           |  |  |
|  | EM                         | 34,7                                      | 49,9      | 10,6      | 9,8       | 61,3                          | 95,4      | 89,3      | 93,3      |  |           |           |           |  |           |  |  |
|  | PRP SOL                    | 36,3                                      | 47,7      | 11,4      | 10,0      | 59,7                          | 89,4      | 91,3      | 90,3      |  |           |           |           |  |           |  |  |
|  | Rosahumus                  | 35,9                                      | 47,3      | 11,1      | 9,6       | 60,6                          | 92,3      | 90,7      | 91,4      |  |           |           |           |  |           |  |  |
|  | UG Max                     | 34,9                                      | 49,2      | 10,9      | 9,9       | 60,1                          | 93,1      | 88,1      | 92,9      |  |           |           |           |  |           |  |  |
|  | średnio prep./ mean agents | 35,5                                      | 48,5      | 11,0      | 9,8       | 60,4                          | 92,6      | 89,9      | 92,0      |  |           |           |           |  |           |  |  |
| 75% N, bez P K<br>Mg S<br>75% N, without P<br>K Mg S | bez prep./ without agents  | 29,0                                      | 44,6      | 9,8       | 9,1       | 55,5                          | 91,8      | 84,8      | 90,7      |  |           |           |           |  |           |  |  |
|  | EM                         | 30,9                                      | 44,8      | 10,1      | 9,9       | 57,4                          | 84,8      | 85,2      | 86,0      |  |           |           |           |  |           |  |  |
|  | PRP SOL                    | 32,4                                      | 43,9      | 10,5      | 9,0       | 57,8                          | 91,5      | 85,3      | 90,1      |  |           |           |           |  |           |  |  |
|  | Rosahumus                  | 32,1                                      | 43,7      | 10,7      | 9,5       | 56,3                          | 86,2      | 87,6      | 87,6      |  |           |           |           |  |           |  |  |
|  | UG Max                     | 31,4                                      | 42,0      | 10,2      | 8,1       | 57,7                          | 89,0      | 86,4      | 88,9      |  |           |           |           |  |           |  |  |
|  | średnio prep./ mean agents | 31,7                                      | 43,6      | 10,4      | 9,1       | 57,3                          | 87,9      | 86,1      | 88,2      |  |           |           |           |  |           |  |  |



|   |                           |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Średnio dla preparatów<br>Mean for agents                   | bez prep./ without agents | 33,0 | 48,4 | 10,2 | 10,2 | 60,7 | 88,8 | 88,3 | 89,9 |
|   | EM                        | 34,6 | 47,6 | 10,7 | 9,6  | 60,7 | 92,7 | 88,4 | 91,8 |
|   | PRP SOL                   | 36,1 | 45,9 | 10,9 | 9,5  | 61,8 | 90,7 | 90,3 | 90,9 |
|   | Rosahumus                 | 35,8 | 47,8 | 10,9 | 9,8  | 60,3 | 91,0 | 89,8 | 90,8 |
|   | UG Max                    | 35,0 | 47,2 | 10,9 | 9,4  | 59,9 | 91,8 | 88,2 | 91,7 |
| Średnio – dla preparatów/ Mean – for agents                 |                           | 35,4 | 47,1 | 10,9 | 9,5  | 60,7 | 91,6 | 89,2 | 91,3 |
| NIR <sub>(p=0,05)</sub> dla: / LSD <sub>(p=0,05)</sub> for: |                           |      |      |      |      |      |      |      |      |
| dawek nawozów (A)/ fertiliser doses (A)                     |                           | 0,33 | 0,74 | 0,55 | 0,59 | 2,83 | 1,20 | -    | -    |
| preparatów (B)/ agents (B)                                  |                           | 0,50 | 1,13 | 0,83 | r.n. | r.n. | 1,81 | -    | -    |
| interakcji (AxB)/ interaction (AxB)                         |                           | r.n. | 2,48 | r.n. | r.n. | r.n. | 3,99 | -    | -    |

Objaśnienia jak w tabeli 1/ Explanations like in table 1

wariantu „bez preparatów” wyniósł  $2,4 \text{ t ha}^{-1}$ , czyli 7,3%. Korzystny wpływ preparatu UGmax na plony bulw ziemniaka potwierdził też Trawczyński [2007]. Z kolei wyniki badań Bernata [2011] wskazują na korzystny wpływ stosowania preparatu Rosahumus na wielkość i strukturę plonu bulw ziemniaka.

Biorąc pod uwagę liczbę wytworzonych bulw w przeliczeniu na roślinę ziemniaka, nieco większą wartość tego parametru uzyskano z gleby lekkiej (średnio 10,9) niż z ciężkiej (9,5), a więc różnica wyniosła 1,4 bulwy (14,7%). Także wzrost dawek nawozów mineralnych w ocenianych obiektach badawczych powodował wyraźny wzrost liczby bulw w przeliczeniu na roślinę ziemniaka, szczególnie na glebie lekkiej. W obiekcie z zerową dawką P, K, Mg, S i 75% dawką N uzyskano przeciętnie 10,4 bulwy z rośliny na glebie lekkiej i 9,1 na ciężkiej, podczas gdy w obiekcie z pełną dawką N, P, K, Mg, S przeciętna liczba bulw na glebie lekkiej wzrosła do 11,4 (o 11%), a na ciężkiej do 9,8 (wzrost o 10,8%). Również stosowane preparaty modyfikowały liczbę bulw w przeliczeniu na roślinę ziemniaka, przy czym na glebie lekkiej wpłynęły stymulująco, na ciężkiej zaś nie wywarły wyraźnego wpływu (75% dawki N, bez P, K, Mg, S) bądź ograniczały ich liczbę (w obiekcie z pełną dawką N, P, K, Mg, S i z 75% dawką N i połową dawki P, K, Mg, S). Na glebie lekkiej szczególnie korzystny wpływ na liczbę bulw wywarły: PRP SOL, Rosahumus i UGmax (tab. 3). Uzyskane różnice nie zostały jednak potwierdzone statystycznie.

Przeciętna masa jednej bulwy ziemniaka była dość zróżnicowana. Wyraźnie większą masą (przeciętnie o ponad 50%) charakteryzowały się bulwy pozyskane z gleby ciężkiej, niż z lekkiej (odpowiednio 91,6 i 60,7 g). Wraz ze wzrostem dawek nawozów następował wyraźny wzrost masy bulwy – na glebie lekkiej, średnio od 57,3 do 64,3 g (o 12,2%), zaś na ciężkiej – od 87,9 do 94,3 g (o 7,3%). Stosowane preparaty w niewielkim stopniu modyfikowały przeciętną masę jednej bulwy, niemniej na glebie lekkiej szczególnie korzystnie na ten parametr oddziaływał PRP SOL, zaś na ciężkiej EM. Wyniki badań Boligłowy i Gleń [2008] nie wykazały wyraźnego wpływu stosowania preparatu EM na średnią masę jednej bulwy.

Na obydwu glebach odnotowano dość wysoki udział w plonie bulw frakcji handlowej – o średnicy powyżej 40 mm. Średnio ich udział na glebie lekkiej kształtował się na poziomie 89,2%, na ciężkiej zaś 91,3%. Wraz ze wzrostem dawek nawozów mineralnych notowano na obydwu glebach trend wzrostowy frakcji handlowej bulw. Były to jednak różnice niewielkie i nieistotne. Na glebie lekkiej najlepszy wynik uzyskano w wariantach z PRP SOL i Rosahumusem, na ciężkiej zaś z EM i UGmax. Badania Zarzeckiej i in. [2012, 2013] wskazują na pozytywny wpływ stosowania preparatu UGmax na plony bulw, poprawę ich struktury oraz ograniczenie porażenia roślin ziemniaka przez parcha zwykłego i rizoktoniozę.

Reasumując, wyniki niniejszych badań wskazują, iż plon bulw, ich liczba w przeliczeniu na roślinę ziemniaka, przeciętna masa bulwy, jak też procentowy udział bulw frakcji handlowej były modyfikowane przez zróżnicowane warunki glebowe, dawki wnoszonych nawozów oraz stosowane preparaty. Na ogół lepsze wyniki uzyskano z gleby ciężkiej niż z lekkiej oraz w obiektach z większą dawką stosowanych nawozów. Również aplikowane preparaty wpłynęły korzystnie na plon bulw i ich liczbę z jednej rośliny (wyłącznie na glebie lekkiej), przeciętną masę bulwy (wyłącznie na glebie ciężkiej), a w niewielkim stopniu na wzrost udziału bulw frakcji handlowej (na obydwu jednostkach glebowych). Krytycznie na temat efektów i jakości preparatów mikrobiologicz-

nych wypowiada się Martyniuk [2011]. Wyniki niniejszych badań nie potwierdzają tak skrajnej opinii, choć także informacje podawane przez producentów preparatów o ich dużym działaniu plonotwórczym nie są w pełni zgodne z uzyskanymi wynikami.

### **Skład chemiczny bulw ziemniaka**

Zawartość skrobi, witaminy C, azotanów i azotynów w bulwach ziemniaka modyfikowana była zarówno przez zróżnicowane warunki glebowe, dawki nawozów, jak też stosowane preparaty użyźniające glebę (tab. 4). Bulwy pozyskane z gleby ciężkiej w porównaniu z uzyskanymi z gleby lekkiej charakteryzowały się wyraźnie większą zawartością skrobi (odpowiednio 15,5 i 14,5%) i witaminy C (14,9 i 14,1 mg w 100 g bulw), ale zarazem zdecydowanie większą zawartością niepożądanych azotanów (odpowiednio 214 i 115 mg) i azotynów (1,33 i 1,07 mg w przeliczeniu na 1 kg bulw). Zróżnicowane dawki nawozów nie wpływały w wyraźnym, a zwłaszcza ukierunkowanym stopniu na zawartość skrobi i witaminy C w bulwach ziemniaka. Na glebie lekkiej największą zawartość skrobi, ale najmniejszą witaminy C w bulwach uzyskano w obiekcie z zerową dawką P, K, Mg, S. Z kolei na glebie ciężkiej największą zawartość skrobi i witaminy C w bulwach otrzymano po zastosowaniu 75% dawki N + 50% dawki P, K, Mg, S. Stosowane preparaty modyfikowały w pewnym stopniu zawartość skrobi i witaminy C w bulwach ziemniaka, niemniej w stosunku do wariantu bez preparatów były to wyniki niekorzystne (zawartość skrobi w bulwach pozyskanych z gleby lekkiej z wyłączeniem UGmax i witaminy C z ciężkiej z wyjątkiem Rosahumusu) bądź zbliżone (zawartość skrobi z gleby ciężkiej). Jedynie na glebie lekkiej odnotowano przeciętnie większą zawartość witaminy C, szczególnie w wariantach z Rosahumusem, jak też EM i UGmax.

Zawartości azotanów i azotynów w bulwach ziemniaka były w pewnym stopniu zróżnicowane pomiędzy ocenianymi obiektami i stosowanymi preparatami. W bulwach z obiektu z największą dawką nawozów notowano średnio nieco większą zawartość azotanów, nie stwierdzono natomiast takiej prawidłowości w zawartości azotynów. Z kolei stosowane preparaty, a zwłaszcza UGmax i EM różnicowały w większym stopniu zawartość tych składników w bulwach ziemniaka. W wariantach z EM stwierdzono najmniejszą, a z UGmax największą zawartość azotanów (wyłącznie na glebie lekkiej) i azotynów (na obydwu glebach) w stosunku do pozostałych preparatów.

### **WNIOSKI**

1. Odczyn i zasobność gleb w makro- i mikroelementy była w większym stopniu zróżnicowana pomiędzy glebą lekką a ciężką, zaś w mniejszym przez dawki nawozów i stosowane preparaty użyźniające glebę.

2. Gleba lekka charakteryzowała się bardzo kwaśnym odczynem, niską lub średnią zawartością P, średnią Zn i Mn, niską K, B, Cu i Fe oraz bardzo niską Mg i S-SO<sub>4</sub>. Natomiast gleba ciężka wykazywała lekko kwaśny lub obojętny odczyn, bardzo wysoką zawartość P i K, średnią B i Mn, niską Mg, Cu, Zn i Fe oraz bardzo niską S-SO<sub>4</sub>.

3. Wraz z obniżaniem dawki nawozów notowano na obydwu glebach wzrost wartości pH oraz spadek zawartości makroelementów, bardziej zauważalny w glebie lekkiej. Stosowane preparaty różnicowały w niewielkim stopniu odczyn i zasobność gleb.

Tabela 4. Zawartość skrobi (%) , witaminy C ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ), azotanów ( $\text{mg } \text{kg}^{-1}$ ) i azotynów ( $\text{mg } \text{kg}^{-1}$ ) w bulwach ziemniaka  
 Table 4. The starch content (in %) , vitamin C ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ), nitrates ( $\text{mg } \text{kg}^{-1}$ ) and nitrites ( $\text{mg } \text{kg}^{-1}$ ) the potato tubers

| Nawożenie<br>Fertilization                           | Preparaty/ Agents          | Skrobia/ Starch |           | Vit. C/ Vit. C |           | Azotany/ Nitrates |           | Azotyny/ Nitrites |           |
|--|----------------------------|-----------------|-----------|----------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|-----------|
|  |                            | GL/<br>SL       | GC/<br>SH | GL/<br>SL      | GC/<br>SH | GL/<br>SL         | GC/<br>SH | GL/<br>SL         | GC/<br>SH |
| Pełna dawka<br>N P K Mg S<br>Full dose<br>N P K Mg S | bez prep./ without agents  | 15,9            | 14,5      | 12,2           | 14,6      | 141               | 202       | 1,55              | 0,86      |
|  | EM                         | 12,7            | 15,3      | 14,7           | 13,9      | 127               | 220       | 1,11              | 0,58      |
|  | PRP SOL                    | 15,1            | 14,5      | 12,1           | 14,7      | 100               | 224       | 1,05              | 1,13      |
|  | Rosahumus                  | 12,9            | 14,8      | 16,1           | 13,8      | 151               | 208       | 0,87              | 0,75      |
|  | UG Max                     | 17,2            | 15,9      | 15,2           | 14,7      | 141               | 241       | 1,23              | 1,58      |
|  | średnio prep./ mean agents | 14,5            | 15,1      | 14,5           | 14,3      | 130               | 223       | 1,07              | 1,01      |
| 75% N+50%<br>P K Mg S                                | bez prep./ without agents  | 16,0            | 15,6      | 12,6           | 16,8      | 82                | 231       | 0,65              | 1,93      |
|  | EM                         | 13,8            | 15,6      | 15,6           | 15,2      | 56                | 196       | 0,39              | 0,59      |
|  | PRP SOL                    | 14,0            | 17,2      | 12,3           | 16,2      | 102               | 144       | 1,16              | 1,35      |
|  | Rosahumus                  | 14,3            | 14,3      | 15,9           | 16,9      | 96                | 241       | 1,53              | 1,57      |
|  | UG Max                     | 14,3            | 15,6      | 14,1           | 15,3      | 117               | 217       | 1,60              | 2,41      |
|  | średnio prep./ mean agents | 14,1            | 15,7      | 14,5           | 15,9      | 93                | 200       | 1,17              | 1,48      |
| 75% N, bez P K<br>Mg S<br>75% N, without P<br>K Mg S | bez prep./ without agents  | 15,1            | 16,2      | 12,1           | 15,5      | 90                | 240       | 0,78              | 1,40      |
|  | EM                         | 15,1            | 15,1      | 12,7           | 12,7      | 106               | 231       | 0,84              | 1,75      |
|  | PRP SOL                    | 14,0            | 15,1      | 11,3           | 13,0      | 100               | 264       | 1,00              | 1,58      |
|  | Rosahumus                  | 14,3            | 16,4      | 15,2           | 17,1      | 120               | 206       | 0,95              | 1,70      |
|  | UG Max                     | 16,2            | 15,9      | 13,6           | 15,9      | 165               | 178       | 1,09              | 1,02      |
|  | średnio prep./ mean agents | 14,9            | 15,6      | 13,2           | 14,7      | 123               | 220       | 0,97              | 1,51      |

|  |                           |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Średnio dla preparatów<br>Mean for agents      | bez prep./ without agents | 15,7 | 15,4 | 12,3 | 15,6 | 104  | 224  | 0,93 | 1,40 |
|  | EM                        | 13,9 | 15,3 | 14,3 | 13,9 | 96   | 216  | 0,78 | 0,97 |
|  | PRP SOL                   | 14,3 | 15,6 | 11,9 | 14,6 | 101  | 211  | 1,07 | 1,35 |
|  | Rosalunus                 | 13,8 | 15,2 | 15,7 | 15,9 | 122  | 218  | 1,12 | 1,34 |
|  | UG Max                    | 15,9 | 15,8 | 14,3 | 15,3 | 141  | 212  | 1,31 | 1,67 |
| Średnio – dla preparatów/<br>Mean – for agents | Mean – for agents         | 14,5 | 15,5 | 14,1 | 14,9 | 115  | 214  | 1,07 | 1,33 |
| $NIR_{(p=0,05)}$ dla: / $LSD_{(p=0,05)}$ for:  |                           |      |      |      |      |      |      |      |      |
| dawek nawozów (A) / fertiliser doses (A)       |                           | 0,33 | 0,27 | 0,25 | 0,30 | 4,87 | 5,12 | 0,03 | 0,03 |
| preparatów (B) / agents (B)                    |                           | 0,50 | 0,42 | 0,38 | 0,45 | 7,38 | 7,76 | 0,05 | 0,05 |
| interakcji (AxB) / interaction (AxB)           |                           | 1,10 | 0,92 | 0,84 | 0,99 | 16,2 | 17,1 | 0,11 | 0,10 |

Objasnienia jak w tabeli 1 / Explanations like in table 1

4. Plon ogólny i plon frakcji handlowej bulw ziemniaka oraz wydajność jednostkową rośliny modyfikowały zarówno warunki glebowe, zróżnicowane dawki nawozów oraz stosowane preparaty. Istotnie większe plony (o 33%) oraz średnią masę bulwy (o 50%) uzyskano z gleby ciężkiej niż z lekkiej, podczas gdy więcej bulw (o 13,5%) w przeliczeniu na roślinę ziemniaka uzyskano z gleby lekkiej.

5. Na obydwu glebach notowano dość duży udział bulw frakcji handlowej. Wzrastające dawki nawozów oraz stosowane preparaty wpłynęły korzystnie, choć nieistotnie na ten parametr. Na glebie lekkiej najlepsze rezultaty uzyskano w wariantach z PRP SOL i Rosahumusem, na ciężkiej zaś z EM i UGmax.

6. Stosowane preparaty modyfikowały w pewnym stopniu zawartość azotanów i azotynów w bulwach. W wariacie z EM stwierdzono najmniejszą, a z UGmax największą zawartość azotanów (wyłącznie na glebie lekkiej) i azotynów (na obydwu glebach) w stosunku do pozostałych preparatów.

#### PIŚMIENNICTWO

- Bernat E., 2011. Wpływ nawożenia doglebowego nawozami pochodzenia mineralno-organicznego na zdrowotność, jakość i plonowanie ziemniaka. *Post. Ochr. Roślin/Prog. Plant Prot.* 51(1), 443–446.
- Bielińska E.J., Futa B., Bik-Mołodzińska M., Szewczuk C., Sugier D., 2013. Wpływ preparatów używających na aktywność enzymatyczną gleb. *J. Res. App. Agric. Engng.* 58, 3, 15–19.
- Bolińska E., 2005. Ochrona ziemniaka przed chorobami i szkodnikami przy użyciu Efektywnych Organizmów (EM) z udziałem ziół. W: Z. Zbytek (red.), *Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie*. PIMR, Poznań, 165–170.
- Bolińska E., Gleń K. 2008. Assessment of effective microorganism activity (EM) in winter wheat protection against fungal diseases. *Ecol. Chem. Eng.* 15(1–2), 23–27.
- CLA/PLC/30/2011 (wersja 2 z dn. 01.02.2011) – Oznaczenie zawartość skrobi.
- CLA/PLC/40/2011 (wersja 2 z dn. 01.02.2011) – Oznaczenie zawartość witaminy C.
- CLA/PSO/24/2013 (wersja 4 z dn. 05.08.2013) – Oznaczenie zawartość azotanów i azotynów.
- GUS, 2015. *Rocznik Statystyczny Rzeczypospolitej Polskiej 2015*. Zakład Wydawnictw Statystycznych w Warszawie.
- KQ/PB-45 wer.04 z dn.01.12.10 – Siarka siarczanowa.
- Martyniuk S., 2011. Skuteczne i nieskuteczne preparaty mikrobiologiczne stosowane w ochronie i uprawie roślin oraz rzetelne i nierzetelne metody ich oceny. *Post. Mikrobiol.* 50, 4, 321–328.
- PN-ISO 10390:1997 – Jakość gleby. Oznaczanie pH.
- PN-R-04016:1992 – Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości przyswajalnego cynku.
- PN-R-04017:1992 – Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości przyswajalnej miedzi.
- PN-R-04018:1993 – Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości przyswajalnego boru.
- PN-R-04019:1993 – Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości przyswajalnego manganu.
- PN-R-04020:1994+Az1:2004 – Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości przyswajalnego magnezu.
- PN-R-04021:1994 – Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości przyswajalnego żelaza.

- PN-R-04022:1996+Az1:2002 – Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości przyswajalnego potasu w glebach mineralnych.
- PN-R-04023:1996 – Analiza chemiczno-rolnicza gleby. Oznaczanie zawartości przyswajalnego fosforu w glebach mineralnych.
- Sulewska H., Koziara W., Panasiewicz K., Niewiadomska A., 2011. Reakcja pszenicy ozimej i jęczmienia jarego na nawożenie PRP SOL. *J. Res. App. Agric. Engng.* 56(4), 129–133.
- Sulewska H., Koziara W., Szymańska G., Niewiadomska A., Majchrzak L., Panasiewicz K., 2012. Reakcja ziemniaków na nawożenie PRP SOL. *J. Res. App. Agric. Engng.* 57(4), 116–121.
- Sulewska H., Szymańska G., Śmiatacz K., Koziara W., Niewiadomska A., 2013. Efekty stosowania PRP SOL w kukurydzy uprawianej na ziarno. *J. Res. App. Agric. Engng.* 58(4), 161–166.
- Szczepaniak W., 2013. Startowe nawożenie ziemniaków. *Wyd. Plantpress*, 3–7.
- Szewczuk C., 2009. Wpływ dokarmiania dolistnego na plon bulw ziemniaka. *Annales UMCS, sec. E, Zootechnica* 64, 7–12.
- Szewczuk C., Sugier D., Baran S., Bielińska E., Futa B., Żukowska G., 2014. Ocena wpływu preparatów użyźniających glebę i zróżnicowanych dawek nawozów mineralnych na plony i jakość ziarna pszenżyta ozimego oraz wybrane właściwości chemiczne, fizyczne i biologiczne gleb dwóch kategorii agronomicznych. *Wyd. Perfekta Info, Lublin*, 148 ss.
- Trawczyński C., 2007. Wykorzystanie użyźniacza glebowego w uprawie ziemniaka. *Ziemn. Pol.* 3, 26–29.
- Zarzecka K., Gugala M., 2012. Plonotwórcze działanie użyźniacza glebowego UGmax w uprawie ziemniaka. *Inż. Ekol.* 28, 144–148.
- Zarzecka K., Gugala M., 2013. Wpływ użyźniacza glebowego UGmax na plon ziemniaka i jego strukturę. *Biul. IHAR* 267, 107–112.
- Zarzecka K., Gugala M., Milewska A., 2011. Oddziaływanie użyźniacza glebowego UGmax na plonowanie ziemniaka i zdrowotność roślin. *Prog. Plant Prot.* 51(1), 153–157.

Badania zrealizowano w ramach projektu badawczego „Ocena wpływu preparatów użyźniających na zmiany właściwości gleby i ich zdolności plonotwórcze” nr N N305298940, finansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki.

**Summary.** The aim of the study was to assess the effect of three doses of mineral fertilisers and four soil agents (EM, PRP SOL, Rosahumus, and UGmax) on the pH reaction and richness of two types of soils as well as the yields and selected quality traits of potato tubers. The results obtained indicate that the chemical properties of the soils were more diversified between the soil types rather than by the application of the fertiliser doses and fertilising agents.

The total and commercial yields of potato tubers and their chemical composition were modified by the soil properties, fertiliser doses and soil agents. Higher and better quality yields were obtained from the heavy soil as compared to the light soil after the application of higher fertiliser doses. The use of soil agents had a positive effect on the yield of tubers cultivated on the light soil.

**Key words:** potato, tuber yield and quality, type of soils, fertiliser doses, soil agents