

Katedra Ekologii Rolniczej, Akademia Rolnicza w Lublinie, ul. Akademicka 13,  
20-950 Lublin 1, skr. poczt. 158, Poland

Piotr Kraska, Edward Pałys

*Wpływ systemów uprawy roli, poziomów nawożenia i ochrony  
na masę i skład chemiczny resztek późniwnych jęczmienia jarego*

The influence of tillage systems, fertilization and plant protection levels on the weight  
and chemical composition of post-harvest residues of spring barley

ABSTRACT. The field research was carried out in the years 1997–2000 in the farm Bezek near Chełm, a part of Agricultural University in Lublin. The experimental field was situated on light and sandy clay soil. The content of phosphorus in the soil was high, potassium – medium, magnesium – low. Humus content was 1.2%. The purpose of this work was to determine the influence of conventional and ploughless tillage system in crop rotation: potato – spring barley – winter rye upon the weight and chemical composition of post-harvest residues of spring barley in two differentiated fertilization and plant protection levels on light soil. The stubble and bedding weight after harvest was estimated on every plot in two randomly selected places of 400 sq. c. area. The root mass was determined after harvest by means of a steel cylinder of 400 cm<sup>2</sup> down to 30 cm, dividing it into the following layers: 0–10 cm, 10–20 cm, 20–30 cm. The roots were rinsed with running water with about 1 mm diameter mesh sieve, then they were dried and weighed. It was stated that after the harvest spring barley accumulated significantly higher air dry mass of roots (74.2%) in 0–10 cm surface layer on light the soil than the in deeper layers. Basic fertilization and the plant protection level increases the dry matter of spring barley roots. The content of potassium and magnesium in spring barley roots was higher on the treatment with ploughless soil cultivation in comparison with conventional tillage. Basic fertilization and the plant protection level increases the content of phosphorus and magnesium in the roots of spring barley. The intensive chemical level increases the content of total nitrogen in the roots of spring barley in comparison with the basic one. Greater content of magnesium in the stubble and bedding of spring barley was found on the objects with ploughing tillage. The basic chemical level increases the content of phosphorus and magnesium in the stubble and bedding of spring barley in comparison with the intensive one.

KEY WORDS: spring barley, post-harvest residues, tillage system, fertilization, plant protection

System korzeniowy spełnia ważną rolę w życiu rośliny, jak również w podnoszeniu żyzności gleby [Pasela 1959]. Korzenie stanowią bowiem od 50,5 do 70% całkowitej masy resztek poźniwnych [Malicki 1969a, 1969c]. Malicki [1997] oraz Malicki i Pałys [1985] udowodnili, że na glebach lżejszych i średnich korzenie stanowią większą część masy resztek poźniwnych niż na ciężkich. Jednocześnie większa część korzeni badanych zbóż mieściła się w 0–10 cm powierzchniowej warstwie roli, najmniejsza zaś w warstwie od 20 do 30 cm. Wyniki te pokrywają się z wieloma innymi badaniami [Batalin 1962; Pawłowski, Malicki 1964; Malicki 1968, 1969a, 1970, 1997; Pasela 1975; Malicki, Pałys 1979; Pałys 1980/1981a; Wesołowski i in. 1983; Szymona i in. 1983/1984; Malicki i in. 1985; Dzienia, Wereszczaka 1999; Pałys, Kuraskiewicz 1999].

W kształtowaniu wielkości masy korzeniowej roślin ważną rolę pełni nawożenie, głównie azotowe. Zwiększa ono bowiem masę nadziemną, a tym samym także w pewnym stopniu masę korzeni [Batalin 1962; Gajek 1971; Grzebisz 1988b; Pałys, Chwil 1998]. Istotnie na wielkość i rozmieszczenie masy korzeni oddziałują warunki wilgotnościowe [Cantero-Martinez i in. 1994]. Zbytne uwilgotnienie wierzchnich warstw roli, szczególnie na początku wegetacji, nie sprzyja rozbudowie i zagłębianiu się systemu korzeniowego zbóż [Pawłowski, Malicki 1964; Pałys 1980/1981a, 1980/1981b]. Warunki wilgotnościowe w znacznym stopniu modyfikują również skład chemiczny korzeni [Malicki 1969b].

Według Batalina [1962] korzenie stanowią podstawową część zaorywanej po żniwach masy roślinnej, która w większości przypadków jest bardziej zasobna w składniki mineralne niż ścierny czy ściółka. Jednocześnie ściółka również może stanowić źródło dużej ilości pierwiastków mineralnych. Malicki [1997] uważa, że składniki mineralne zawarte w resztkach poźniwnych są ważnym elementem bilansu składników pokarmowych gleby i roślin, szczególnie w warunkach zmniejszonego nawożenia mineralnego. Jednocześnie mineralizacja resztek poźniwnych na glebach lekkich zachodzi szybciej niż na glebach ciężkich [Webb i in. 1997].

Celem badań było określenie wpływu dwóch systemów uprawy roli – płużnego i bezorkowego oraz dwóch poziomów nawożenia i ochrony chemicznej, stosowanych w ogniwie zmianowania: ziemniak – jęczmień jary – żyto ozime, na masę i skład chemiczny resztek poźniwnych jęczmienia jarego odmiany Start.

#### METODY

Badania polowe przeprowadzono w latach 1997–2000 w Gospodarstwie Doświadczalnym Bezek w pobliżu Chełma, należącym do Akademii Rolniczej w Lublinie. Pole doświadczalne zlokalizowane było na glebie bielcowej niecał-

kwitowej, leżącej na podłożu marglistym o składzie granulometrycznym piasku gliniastego lekkiego i mocnego. Gleba ta zaliczona jest do klasy bonitacyjnej IVb i kompleksu żyniego dobrego. Zasobność gleby w przyswajalny fosfor była wysoka, w potas średnia, natomiast w magnez niska, w  $\text{mg kg}^{-1}$  wynosiła odpowiednio: P – 74,6; K – 99,6; Mg – 22. Zawartość próchnicy wynosiła 1,2%. Odczyn gleby był lekko kwaśny, a pH w 1 mol KCl wynosiło 6,0.

Tabela 1. Zabiegi agrotechniczne  
Table 1. Agricultural measures

| Uprawa roli Soil tillage   |  |
|--|--|
| Płużna Ploughing   | Bezorkowa Ploughless   |
| Jesień Autumn  |  |
| Orka przedzimowa (25 cm)<br>fall ploughing (25 cm)   | Głęboszowanie (ok. 30cm)<br>subsoiling (about 30 cm)   |
| Wiosna Spring  |  |
| Bronowanie. Gruberowanie (ok.18 cm) +<br>bronowanie. Siew + bronowanie posiewne<br>Harrowing. Cultivating (about 18 cm) +<br>harrowing. Sowing + postplant harrowing | Bronowanie. Gruberowanie (ok.18 cm) + bronowa-<br>nie. Siew + bronowanie posiewne Harrowing. Cultiv-<br>ating (about 18 cm) + harrowing. Sowing + post-<br>plant harrowing |

Tabela 2. Nawożenie w doświadczeniu polowym  
Table 2. Fertilization in the field experiment

| Składnik nawozowy<br>Fertilizer component | Poziom nawożenia Fertilization level |                      |
|---|--------------------------------------|----------------------|
|   | Podstawowy Basic                     | Intensywny Intensive |
|   | $\text{kg ha}^{-1}$                  |                      |
| N   | 60 (30+30)                           | 100 (50+30+20)       |
| P   | 17,5                                 | 35                   |
| K   | 41,5                                 | 83                   |
| Mg  | 0                                    | 18,1                 |

Suma opadów w okresie wegetacji w pierwszym roku badań była mniejsza, a w dwu ostatnich większa od średniej wieloletniej. Temperatury powietrza we wszystkich latach przewyższały średnią wieloletnią okresu wegetacji.

Uprawę roli pod jęczmień jary uprawiany po ziemniaku wykonano zgodnie z wariantami zamieszczonymi w tabeli 1. Nawozy fosforowe, potasowe i magnezowe oraz pierwszą dawkę azotu w formie 34% saletry amonowej wnoszono wiosną przed kultywatorowaniem. Jęczmień jary w I stopniu odsiewu wysiewano w liczbie 4 mln ziarn na hektar i rozstawie rzędów 10–12,5 cm, uprzednio zapra-

wiając go zaprawą Baytan Uniwersal 19,5 DS, Oxafun T lub Raxil. W okresie krzewienia w obydwu poziomach nawożenia stosowano pogłównie po 30 kg ha<sup>-1</sup> N

Tab. 3

w formie 34% saletry amonowej. Trzecią dawkę azotu w ilości 20 kg ha<sup>-1</sup> i tej samej formie wnoszono na początku kłoszenia tylko w poziomie chemizacji intensywnej (tab. 2). W bezorkowym sposobie uprawy roli pod jęczmień jary nawozy mineralne wnoszono przed kultywatorowaniem w tych samych dawkach i formach w obu poziomach nawożenia jak w uprawie płużnej.

Tabela 4. Powietrznie sucha masa ścierni i ściółki jęczmienia jarego  
Table 4. Dry air mass of stubble and bedding of spring barley

| Rok<br>Year     | System uprawy<br>Tillage system |                         | Poziom chemizacji<br>Chemical level |                         | Średnio<br>Mean |
|-----------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------|
|                 | Płużny<br>Ploughing             | Bezorkowy<br>Ploughless | Podstawowy<br>Basic                 | Intensywny<br>Intensive |                 |
|                 | g m <sup>-2</sup>               |                         |                                     |                         |                 |
| 1998            | 323,1                           | 215,8                   | 238,2                               | 300,6                   | 269,4           |
| 1999            | 319,0                           | 313,9                   | 293,9                               | 339,1                   | 316,5           |
| 2000            | 225,3                           | 161,3                   | 181,4                               | 205,2                   | 193,3           |
| Średnio<br>Mean | 289,1                           | 230,3                   | 237,8                               | 281,6                   | –               |

NIR<sub>0,05</sub> LSD<sub>0,05</sub> nieistotne; not significant

Tabela 5. Powietrznie sucha masa resztek poźniwnych (korzenie + ścierni + ściółka) jęczmienia jarego  
Table 5. Dry air mass of post-harvest residues (roots + stubble + bedding) of spring barley

| Rok<br>Year     | System uprawy<br>Tillage system |                         | Poziom chemizacji<br>Chemical level |                         | Średnio<br>Mean |
|-----------------|---------------------------------|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------|-----------------|
|                 | Płużny<br>Ploughing             | Bezorkowy<br>Ploughless | Podstawowy<br>Basic                 | Intensywny<br>Intensive |                 |
|                 | g m <sup>-2</sup>               |                         |                                     |                         |                 |
| 1998            | 400,7                           | 274,9                   | 314,3                               | 361,3                   | 337,8           |
| 1999            | 473,8                           | 422,7                   | 473,5                               | 423,0                   | 448,2           |
| 2000            | 294,1                           | 206,3                   | 239,9                               | 260,5                   | 250,2           |
| Średnio<br>Mean | 389,5                           | 301,2                   | 342,5                               | 348,2                   | –               |

NIR<sub>0,05</sub> LSD<sub>0,05</sub> między latami 109,8; between years 109.8

Chwasty w jęczmieniu jarym na obiektach podstawowego wariantu nawożenia i ochrony w okresie krzewienia zwalczano Aminopielikiem D w ilości 3 l ha<sup>-1</sup>, a w wariacie intensywnym połączono go z Pumą Uniwersal w ilości 1 l ha<sup>-1</sup>. Przeciw chorobom tylko w poziomie chemizacji intensywnej wnoszono w końcu krzewienia Alert 375 SC w ilości 1 l ha<sup>-1</sup> oraz na początku kłoszenia Tango 500 SC w ilości 0,8 l ha<sup>-1</sup>. W okresie strzelania w źdźbło w intensywnym wariacie

ochrony zastosowano Terpal C 460 SC w ilości 2 l ha<sup>-1</sup> celem przeciwdziałania wyleganiu.

Tabela 6. Zawartość niektórych makroelementów w powietrznie suchej masie korzeni jęczmienia jarego

Table 6. Content of some macroelements in dry air mass of spring barley roots

| Pierwiastek<br>Element | System uprawy<br>Tillage system |                         | NIR <sub>0,05</sub><br>LSD <sub>0,05</sub> | Poziom chemizacji<br>Chemical level |                         | NIR <sub>0,05</sub><br>LSD <sub>0,05</sub> |
|------------------------|---------------------------------|-------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------|--|
|                        | Plużny<br>Ploughing             | Bezorkowy<br>Ploughless |  | Podstawowy<br>Basic                 | Intensywny<br>Intensive |  |
|                        | %                               |                         |  | %                                   |                         |  |
| N                      | 0,8650                          | 0,9067                  | ni ns                                      | 0,8467                              | 0,9250                  | 0,0350                                     |
| P                      | 0,2542                          | 0,2558                  | ni ns                                      | 0,2667                              | 0,2433                  | 0,0118                                     |
| K                      | 0,5125                          | 0,8033                  | 0,0241                                     | 0,6708                              | 0,6450                  | ni ns                                      |
| Mg                     | 0,0300                          | 0,0383                  | 0,0044                                     | 0,0408                              | 0,0275                  | 0,0044                                     |

ni – nieistotne

ns – not significant

Tabela 7. Zawartość niektórych makroelementów w powietrznie suchej masie ścierni i ściółki jęczmienia jarego

Table 7. Content of some macroelements in dry air mass of spring barley stubble and bedding

| Pierwiastek<br>Element | Sposób uprawy<br>Tillage system |                         | NIR <sub>0,05</sub><br>LSD <sub>0,05</sub> | Poziom chemizacji<br>Chemical level |                         | NIR <sub>0,05</sub><br>LSD <sub>0,05</sub> |
|------------------------|---------------------------------|-------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------|--|
|                        | Plużny<br>Ploughing             | Bezorkowy<br>Ploughless |  | Podstawowy<br>Basic                 | Intensywny<br>Intensive |  |
|                        | %                               |                         |  | %                                   |                         |  |
| N                      | 0,7700                          | 0,7950                  | ni ns                                      | 0,7817                              | 0,7833                  | ni ns                                      |
| P                      | 0,2075                          | 0,2092                  | ni ns                                      | 0,2175                              | 0,1992                  | 0,0112                                     |
| K                      | 1,5783                          | 1,5717                  | ni ns                                      | 1,5858                              | 1,5642                  | ni ns                                      |
| Mg                     | 0,0683                          | 0,0617                  | 0,0044                                     | 0,0767                              | 0,0533                  | 0,0044                                     |

ni – nieistotne

ns – not significant

Masę ścierni i ściółki (opadłe liście, części łodyg) jęczmienia jarego oznaczono po zbiorze na każdym poletku w dwóch losowo wybranych miejscach o powierzchni 400 cm<sup>2</sup>. Równocześnie w tych samych miejscach stalowym cylindrem o powierzchni 400 cm<sup>2</sup> pobierano próbki gleby do głębokości 30 cm celem oznaczenia masy korzeniowej i jej pionowego rozmieszczenia w warstwach 0–10, 10–20, 20–30 cm. Korzenie oddzielano od ziemi strumieniem bieżącej wody na sitach o średnicy oczek ok. 1 mm [Malicki 1968]. Po wysuszeniu i oddzieleniu zanieczyszczeń mineralnych próbki korzeni ważono. W powietrznie suchej

masie resztek poźniwnych oznaczono zawartość: azotu ogólnego metodą potencjometrycznego miareczkowania podbrominem sodu, fosfor metodą wanadomolibdenową, potas metodą fotometrii płomieniowej, magnez metodą ASA.

Uzyskane dane opracowano statystycznie metodą analizy wariancji. Średnie porównano za pomocą najmniejszych istotnych różnic testem Tukeya.

#### WYNIKI

Jęczmień jary istotnie większą niż w dwu pozostałych poziomach powietrznie suchą masę korzeni gromadził w powierzchniowej 0–10 cm warstwie roli. Stanowiła ona 74,2% masy korzeni, stwierdzonej w 0–30 cm warstwie gleby (tab. 3). Podobne wyniki zostały potwierdzone w wielu innych doświadczeniach [Batalin 1962; Malicki 1969a, 1970, 1997; Malicki, Pałys 1979, 1985; Wesołowski i in. 1983; Malicki i in. 1985; Pałys, Kuraszkiewicz 1999]. Wynika to według Malickiego [1970] z eksploatacji przez rośliny przede wszystkim warstwy próchnicznej, najżyźniejszej i najłatwiej oddającej wodę.

W roku 1999 powietrznie sucha masa korzeni w podstawowym poziomie nawożenia i ochrony była większa niż w pozostałych latach i przy intensywnym poziomie chemizacji (tab. 3).

W roku 1999 jęczmień jary wytworzył istotnie większą powietrznie suchą masę korzeni aniżeli w latach 1998 i 2000. Udowodniono istotne zmniejszające oddziaływanie nawożenia i ochrony chemicznej na wielkość powietrznie suchej masy korzeni jęczmienia jarego. Istotnie mniejszą, bo aż o 36,4% masę korzeni wytworzył jęczmień jary na poletkach, gdzie stosowano zwiększone nawożenie mineralne i ochronę chemiczną (tab. 3). Malicki [1970] na glebach bielicowych i brunatnych wytworzonych z lessów nie stwierdził różnicującego oddziaływania podwyższonego nawożenia mineralnego na wielkość masy korzeniowej jęczmienia jarego. Wesołowski i in. [1983] stwierdzili zaś zmniejszanie masy korzeni mieszanki strączkowo-zbożowej na glebie lessowej wskutek zwiększonego nawożenia.

Należy zauważyć, że pomimo nieudowodnionej statystycznie różnicy pomiędzy systemami uprawy roli na poletkach uprawy płużnej jęczmień jary wytworzył o 41,6% większą powietrznie suchą masę korzeni aniżeli w uprawie bezorkowej (tab. 3). Niewiadomski i Nowicki [1970] w uprawie bezorkowej na glebie brunatnej obserwowali tworzenie mocniejszego systemu korzeniowego roślin skutkiem pogorszenia się właściwości fizycznych gleby. Podobnie Pałys i Kuraszkiewicz [1997, 1999] stwierdzili na rędzinie tendencję tworzenia większej masy korzeni przez jęczmień jary na poletkach z uprawą bezorkową, gdzie pług zastąpiono głęboszem i kultywatorem o zębach sztywnych.

Czyż i in. [1995] uzyskali przyrost masy korzeni jęczmienia jarego wskutek głęboszowania gleby lessowej i piaskowej, odpowiednio o 1,7% i 9,1%. Uproszczenia uprawy roli pod jęczmień jary, polegające na stosowaniu uprawy bezorkowej, w badaniach Braim i in. [1992] redukowały głębokość zasięgu korzeni w porównaniu z uprawą płużną. Czyż i Tomaszewska [1998] podają, że nadmierne zagęszczenie gleby w okresie wegetacji jęczmienia jarego ogranicza głębokość zasięgu i penetracji jego korzeni na skutek wzrostu gęstości roli i pogorszenia jej aeracji.

Jęczmień jary w 0–30 cm warstwie roli pozostawiał średnio za okres trzech lat 0,86 t ha<sup>-1</sup> powietrznie suchej masy korzeni. Masa korzeni jęczmienia jarego określona przez Malickiego [1969a, 1970] w warstwie ornej wahała się od 0,84 do 0,15 t ha<sup>-1</sup>. Powietrznie sucha masa korzeni w t ha<sup>-1</sup>, pozostawiana przez jęczmień jary w badaniach Batalina [1962], ponaddwukrotnie przewyższała tę, która została określona w warunkach omawianego doświadczenia. Tak duże rozbieżności mogą wynikać z niejednakowej metodyki oznaczeń oraz różnic odmianowych, agrotechnicznych i siedliskowych [Batalin 1962; Malicki 1968].

Powietrznie sucha masa ścierni i ściółki jęczmienia jarego nie była istotnie modyfikowana przez czynniki doświadczenia (tab. 4). Niemniej jednak w płużnym sposobie uprawy roli stwierdzono o 25,5% większą masę ścierni i ściółki anizeli w uprawie bezorkowej oraz o 18,4% większą ich masę w intensywnym poziomie nawożenia i ochrony w porównaniu z podstawowym wariantem chemizacji. Powietrznie suchą masę resztek późniwnych, obejmującą korzenie wraz ze ściernią i ściółką, istotnie różnicowały warunki sezonów wegetacyjnych. Największą ich masę, podobnie jak korzeni, stwierdzono w roku 1999, istotnie mniejszą w roku 1998, zaś najmniejszą w roku 2000. Systemy uprawy nie różnicowały istotnie powietrznie suchej masy resztek późniwnych jęczmienia jarego, jednak wyraźnie większą ich masę o 29,3% stwierdzono w płużnym systemie uprawy roli. Na taki układ wpływała większa masa korzeni, wytworzona przez jęczmień w roku 1999 w systemie płużnym. Udział korzeni w ogólnej masie resztek późniwnych jęczmienia jarego wynosił od 16,8 do 37,9% (tab. 3, 5).

Ilość ścierni i ściółki pozostawianych przez rośliny zbożowe w głównej mierze zależy od technologii ich zbioru i związanej z tym wysokości koszenia [Malicki, Pałys 1985]. Dlatego też Malicki [1969a], Szymona i in. [1983/1984] masę ścierni i ściółki uznają za najmniej charakterystyczną składową resztek późniwnych. W naszym doświadczeniu ścierni i ściółka stanowiły istotną część resztek późniwnych jęczmienia jarego. Mniejszą ich masę po zbiorze jęczmienia jarego podają Batalin [1962], Malicki [1969a] oraz Malicki i Pałys [1985]. Jednakże w ostatnich latach wskutek kombajnowego zbioru zbóż pozostawia się wyższą ścierni, a w tym doświadczeniu zbioru dokonano kombajnem.

Bezorkowy sposób uprawy roli istotnie podnosił zawartość potasu i magnezu w korzeniach jęczmienia jarego. Stosowanie intensywnego wariantu nawożenia i



ochrony zwiększało istotnie zawartość azotu ogólnego w korzeniach jęczmienia jarego, natomiast koncentracja fosforu i magnezu była większa w wariancie podstawowym (tab. 6). Zawartość azotu i fosforu w powietrznie suchej masie korzeni jęczmienia jarego była większa aniżeli w ścierni i ściółce, natomiast potasu i magnezu mniejsza. Uzyskane w Bezku wyniki dotyczące zawartości azotu, fosforu i potasu są zbieżne z obserwacjami Batalina [1962].

Zawartość makroelementów w korzeniach jęczmienia jarego zmieniała się w poszczególnych sezonach wegetacyjnych. Podobnie Malicki i Pałys [1980/1981] wskazują na zmiany w zawartości fosforu i magnezu w korzeniach zbóż jarych w poszczególnych latach i brak różnic w zawartości potasu.

W badaniach Malickiego [1970] zróżnicowane nawożenie mineralne nie zmieniało zawartości azotu i potasu w korzeniach jęczmienia jarego. W omawianym doświadczeniu potwierdzono brak wpływu zróżnicowanego nawożenia na poziom potasu w korzeniach jęczmienia jarego, zaś zawartość azotu była w nich większa w intensywnym poziomie nawożenia i ochrony. Pałys i Chwil [1998] w doświadczeniach wazonowych stwierdzili natomiast największe zawartości azotu, fosforu, potasu i magnezu w korzeniach jęczmienia jarego na obiektach o zwiększonym nawożeniu mineralnym. Grzebisz [1988a] zwraca uwagę, że o wartości resztek poźniwnych decyduje nie tylko skład chemiczny, ale przede wszystkim zawartość węgla i azotu oraz stosunek C:N.

W płużnym sposobie uprawy roli ścierni i ściółka jęczmienia jarego zawierały istotnie więcej magnezu niż w uprawie bezorkowej (tab. 7). Zawartość fosforu oraz magnezu w ścierni i ściółce jęczmienia jarego była istotnie większa na poletkach podstawowego poziomu nawożenia i ochrony.

#### WNIOSKI

1. Niezależnie od systemu uprawy roli oraz poziomu nawożenia i ochrony jęczmień jary największą powietrznie suchą masę korzeni wytworzył w 0–10 cm warstwie gleby w porównaniu z warstwami 10–20 cm i 20–30 cm.

2. Na obiektach płużnego systemu uprawy roli stwierdzono tendencję tworzenia większej powietrznie suchej masy korzeni jęczmienia jarego w porównaniu z systemem bezorkowym.

3. Jęczmień jary tworzył większą powietrznie suchą masę korzeni na poletkach podstawowego poziomu nawożenia i ochrony.

4. Wystąpiła tendencja pozostawiania większej masy resztek poźniwnych jęczmienia jarego w płużnym systemie uprawy roli.

5. Korzenie jęczmienia jarego w systemie bezorkowym zawierały więcej potasu i magnezu aniżeli w systemie płużnym. Ścierni i ściółka jęczmienia jarego

odznaczały się natomiast większą zawartością magnezu na obiektach uprawy płuźnej.

6. Zawartość fosforu i magnezu w korzeniach oraz ścierni i ściółce jęczmienia jarego była większa na obiektach podstawowego wariantu nawożenia i ochrony. Większą zawartość azotu ogólnego w korzeniach jęczmienia jarego stwierdzono na poletkach intensywnie nawożonych i chronionych.

#### PIŚMIENNICTWO

- Batalin M. 1962. Studium nad resztkami poźniwnymi roślin uprawnych w łanie. *Rocz. Nauk Rol.*, Ser. D, 98, 1–154.
- Braim M. A., Chaney K., Hodgson D.R. 1992. Effects of simplified cultivation on the growth and yield of spring barley on a sandy loam soil. 2. Soil physical properties and root growth; root: shoot relationships, inflow rates of nitrogen; water use. *Soil Tillage Res.* 22, 173–187.
- Cantero-Martinez C., Lampurlanés J., Vilardosa J.M. 1994. Effect of three different tillage systems on water use and root development of barley in a semiarid environment. Third Congress of the European Society for Agronomy. Abano-Padova, 18–22 September, 660–661.
- Czyż E., Tomaszewska J. 1998. Wpływ zagęszczenia gliny piaszczystej na masę korzeniową i plonowanie jęczmienia jarego. *Pam. Puł.* 112, 51–59.
- Czyż E., Tomaszewska J., Sawa J. 1995. Efektywność produkcyjna i energetyczna różnych systemów uprawy roli. *Fragm. Agron.* 1, 20–27.
- Dzienia S., Wereszczaka J. 1999. Impact of tillage methods on dry matter weight and root distribution in plants cultivated. *Electronic J. Polish Agric. Univ. Ser. Agronomy*, 2, 2,
- Gajek F. 1971. Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego na wysokość plonów roślin uprawnych oraz niektóre zmiany właściwości chemicznych gleby. Cz. III. Struktura plonu i skład chemiczny roślin. *Pam. Puł.* 50, 154–170.
- Grzebisz W. 1988a. Ocena stanowiska na podstawie trwałości struktury gleby, aktywności biologicznej oraz masy resztek poźniwnych jęczmienia jarego. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 331, 343–353.
- Grzebisz W. 1988b. Wpływ uprawy w monokulturze na masę i skład chemiczny korzeni jęczmienia. *Rocz. Nauk Rol.*, Ser. A, 107, 3, 67–78.
- Malicki L. 1968. Oznaczanie masy korzeniowej roślin w warunkach polowych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 88, 17–31.
- Malicki L. 1969a. Resztki poźniwne niektórych roślin uprawianych na glebach wytworzonych z lessów. *Annales UMCS, Sec. E*, 24, 155–165.
- Malicki L. 1969b. Wpływ wilgotności gleby na korzenie roślin. *Post. Nauk Rol.* 6, 11–19.
- Malicki L. 1969c. Nawożenie organiczne a intensyfikacja nawożenia mineralnego. *Post. Nauk Rol.* 3/4, 3–10.
- Malicki L. 1970. Masa korzeni niektórych roślin uprawianych na glebie lessowej w warunkach intensywnego nawożenia i deszczowania. *Zesz. Probl. Post. Nauk. Rol.* 110, 187–197.
- Malicki L. 1997. Znaczenie resztek poźniwnych w płodozmianie. *Zesz. Nauk. AR-T w Olsztynie, Rolnictwo*, 64, 57–66.
- Malicki L., Pałys E. 1979. Resztki korzeniowe ważniejszych roślin okopowych uprawianych na glebie wytworzonej z lessów. *Rocz. Nauk Rol.*, Ser. A, 104, 1, 107–114.

- Malicki L., Pałys E. 1980/1981. Masa korzeniowa zbóż jarych na glebie płowej wytworzonej z lessów. Część III. Zawartość makroelementów. *Annales UMCS, Sec. E*, 35/36, 97–107.
- Malicki L., Pałys E. 1985. Resztki poźniwne ważniejszych gatunków zbóż na różnych glebach. *Annales UMCS, Sec. E*, 40, 1–9.
- Malicki L., Pałys E., Tarkowski Cz. 1985. Dynamika wzrostu masy korzeniowej i nadziemnej pszenżyta w porównaniu z żytem i pszenicą ozimą na glebie płowej wytworzonej z lessów. *Annales UMCS, Sec. E*, 40, 21–32.
- Niewiadomski W., Nowicki J. 1970. Efektywność uprawy roli wykonanej systemem dotychczasowym, spłyconym i bezorkowym w świetle 12-letnich badań. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.* 99, 9–40.
- Pałys E. 1980/1981a. Masa korzeniowa zbóż jarych na glebie płowej wytworzonej z lessów. Cz. I. Dynamika masy korzeniowej. *Annales UMCS, Sec. E*, 35/36, 59–69.
- Pałys E. 1980/1981b. Masa korzeniowa zbóż jarych na glebie płowej wytworzonej z lessów. Cz. II. Stosunek masy korzeni do części nadziemnych. *Annales UMCS, Sec. E*, 35/36, 71–79.
- Pałys E., Chwil S. 1998. Wpływ zróżnicowanego nawożenia gleby silnie kwaśnej na masę korzeni zbóż jarych oraz zawartość makro- i mikroelementów. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 456, 649–654.
- Pałys E., Kuraszkiewicz R. 1997. The influence of plant tillage methods on the weight of post-harvest residues in the crop rotation link on the rendzina soil. *Bibl. Fragm. Agron.* 2B, 511–512.
- Pałys E., Kuraszkiewicz R. 1999. Wpływ systemów uprawy roli na masę resztek poźniwnych w ogniwie zmianowania na rędzinie. *Fol. Univ. Agric. Stetin.* 195 *Agricultura* 74, 25–31.
- Pawłowski F., Malicki L. 1964. Wilgotność gleby w falistym terenie lessowym a plon i masa korzeniowa pszenicy ozimej oraz mieszanki koniczyny czerwonej z trawami. *Annales UMCS, Sec. E*, 19, 263–277.
- Pasela E. 1959. O metodach badania systemu korzeniowego roślin uprawnych. *Post. Nauk Rol.* 1, 25–32.
- Pasela E. 1975. Kształtowanie się masy korzeniowej jęczmienia jarego w poszczególnych warstwach profilu glebowego w zależności od wilgotności gleby i niektórych elementów meteorologicznych. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie. Rozprawy*, 103, 35, 1–86.
- Szymona J., Krupiński A., Malicki L. 1983/1984. Resztki poźniwne niektórych roślin uprawianych na rędzinie. *Annales UMCS, Sec. E*, 38/39, 77–87.
- Webb J., Sylvester-Bradley R., Seeney F., M. 1997. The effects of site and season on the fate of nitrogen residues from root crops grown on sandy soils. *Agric. Sci.* 128, 445–460.
- Wesołowski M., Bojarczyk M., Majda J., Sobczyk Z. 1983. Wpływ rodzaju orek i nawożenia mineralnego na masę oraz rozmieszczenie korzeni niektórych roślin uprawianych na glebie lessowej. *Rocz. Nauk Rol., Ser. A*, 105, 4, 111–121.