

Norbert Marks*, Barbara Krzysztofik*, Aleksander Szmigiel**

*Katedra Techniki Rolno-Spożywczej

**Katedra Szczegółowej Uprawy Roślin

Akademia Rolnicza w Krakowie

Zależność pomiędzy zawartością związków azotowych a podatnością bulw ziemniaka na mechaniczne uszkodzenia

Streszczenie

Badano zależność pomiędzy zawartością białka i azotanów a wskaźnikiem mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka. Analizą objęto dwie odmiany ziemniaka, które uprawiano na dwóch różnych glebach, przez trzy kolejne lata. Do nawożenia stosowano cztery różne nawozy plus kontrola. Uzyskane wyniki potwierdzają, że badane parametry jakościowe bulw ziemniaka w istotnym stopniu zależały od czynników doświadczenia. Zaproponowany w pracy empiryczny model regresyjny dotyczący związku pomiędzy wskaźnikiem mechanicznych uszkodzeń a zawartością białka i azotanów wyjaśnia w stopniu zadawalającym występującą zależność ($R^2 = 73,6\%$).

Słowa kluczowe: ziemniak, bulwa, wskaźnik uszkodzeń mechanicznych, białko, azotany.

Wstęp

Ziemniaki mając duże znaczenie w żywieniu człowieka, mogą być spożywane w formie nieprzetworzonej lub przetworzonej do postaci produktów uszlachetnionych o przedłużonej trwałości. Bulwy przeznaczone do celów spożywczych muszą charakteryzować się określonymi cechami jakościowymi [Frydecka-Mazurczyk i in. 1990]. Wymóg ten obejmuje między innymi zawartość składników chemicznych w bulwach oraz cechy fizyczne. Do związków chemicznych, które są ważne z punktu widzenia wartości odżywczej należą białko, węglowodany, witamina C oraz składniki mineralne [Prośba - Białczyk 1996, Zalewski 1989]. Oprócz składników odżywczych ziemniaki mogą zawierać związki szkodliwe dla zdrowia. Należą do nich m. in. azotany, których zawartość często przekracza dopuszczalne normy [Mazurczyk 1988, Rozporządzenie...1993]. Z cech fizycznych bulw przeznaczonych do przetwórstwa i konsumpcji ważny jest udział bulw uszkodzonych mechanicznie, który nie powinien przekraczać 3% całej masy bulw spełniających normy plonu handlowego (>40 mm) [PN-75/R-74450].

Cel, zakres i metodyka

Celem badań było określenie zależności pomiędzy zawartością białka i azotanów a wskaźnikiem mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka powstających podczas zmechanizowanego zbioru.

Badaniami objęto: dwie odmiany ziemniaka (Baszta i Irga), które uprawiano na dwóch różnych glebach (bielicowej i czarnoziemie zdegradowanym). Do nawożenia stosowano cztery różne nawozy (nawozy zielone, humus biologiczny bydłęcy, humus

Polli-Pam oraz nawozy mineralne) plus kontrola. Doświadczenie prowadzono przez trzy kolejne lata (2000-2002).

Badania właściwości chemicznych i fizycznych prowadzono zgodnie z obowiązującą metodyką IHAR-u [1999].

Wyniki badań

Przeprowadzona analiza statystyczna wyników wykazała, że na wartość wskaźnika mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka miały istotny wpływ wszystkie badane czynniki, jak również wszystkie możliwe interakcje były istotne (tab. 1).

Tabela 1. Wyniki analizy wariancji w klasyfikacji wielokrotnej. Wpływ roku badań, gleby, odmiany i nawożenia na odporność bulw ziemniaka na mechaniczne uszkodzenia oraz zawartość białka i azotanów

Table 1. Variance analysis results in multiple classification. Influence of the research year, soil, variety and fertilization on potato tuber resistance to mechanical damage and protein and nitrate contents

| Czynniki 1-rok 2-gleba 3-odmiana 4-nawożenie | Wskaźnik uszkodzeń (W%) | | Zawartość białka | | Zawartość azotanów | |
|--|----------------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| | Poziom istotności | Udział w wariancji | Poziom istotności | Udział w wariancji | Poziom istotności | Udział w wariancji |
| 1 | 0,000* | 12571,2 | 0,000* | 0,540 | 0,000* | 3381,1 |
| 2 | 0,000* | 65629,2 | 0,000* | 0,723 | 0,000* | 1054,6 |
| 3 | 0,000* | 1158,8 | 0,000* | 0,082 | 0,000* | 16099,9 |
| 4 | 0,002* | 203,8 | 0,000* | 0,209 | 0,000* | 283,4 |
| 1-2 | 0,000* | 719,0 | 0,000* | 0,234 | 0,000* | 1527,8 |
| 1-3 | 0,044* | 153,6 | 0,000* | 0,349 | 0,000* | 907,2 |
| 1-4 | 0,006* | 134,8 | 0,000* | 0,036 | 0,000* | 220,4 |
| 2-3 | 0,001* | 541,1 | 0,144 | 0,013 | 0,000* | 750,8 |
| 2-4 | 0,000* | 374,1 | 0,003* | 0,025 | 0,000* | 231,9 |
| 3-4 | 0,018* | 147,9 | 0,683 | 0,003 | 0,000* | 268,1 |
| 1-2-3 | 0,000* | 1735,1 | 0,000* | 0,227 | 0,030* | 85,3 |
| 1-2-4 | 0,000* | 476,1 | 0,002* | 0,019 | 0,004* | 69,5 |
| 1-3-4 | 0,000* | 167,6 | 0,153 | 0,009 | 0,040* | 49,6 |
| 2-3-4 | 0,000* | 424,4 | 0,864 | 0,001 | 0,000* | 166,6 |
| 1-2-3-4 | 0,033* | 104,3 | 0,367 | 0,007 | 0,000* | 88,7 |

Wskaźnik mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka w najwyższym stopniu determinowany był kolejno przez typ gleby, warunki panujące w danym roku badań, następnie cechy odmianowe a w najmniejszym przez nawożenie. Spośród wszystkich

interakcji na wartość wskaźnika uszkodzeń największy wpływ miało współdziałanie takich czynników jak rok – gleba – odmiana.

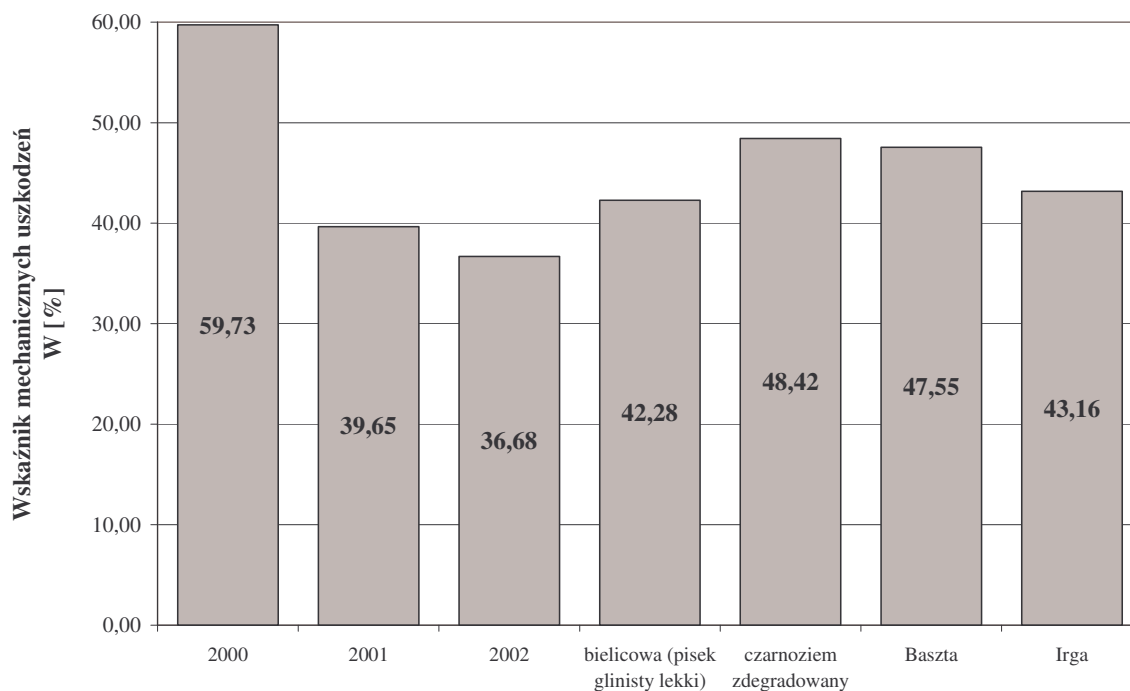
Tabela 2. Współczynnik Sielianinowa [Molga 1972]

Table 2. Selianinov coefficient [Molga 1972]

| Lata | Kwiecień | Maj | Czerwiec | Lipiec | Sierpień | Wrzesień |
|------|----------|------|----------|--------|----------|----------|
| 2000 | 0,97 | 1,78 | 1,44 | 3,1 | 0,75 | 1,11 |
| 2001 | 4,26 | 1,18 | 1,35 | 2,82 | 1,20 | 3,14 |
| 2002 | 1,32 | 1,97 | 1,56 | 1,57 | 0,76 | 1,52 |

<0 ; 0,5> susza, <0,5 ; 1,0> posucha, >1,0 wilgotno

<0 ; 0,5> drought, <0,5 ; 1,0> moderate drought, , >1,0moist conditions

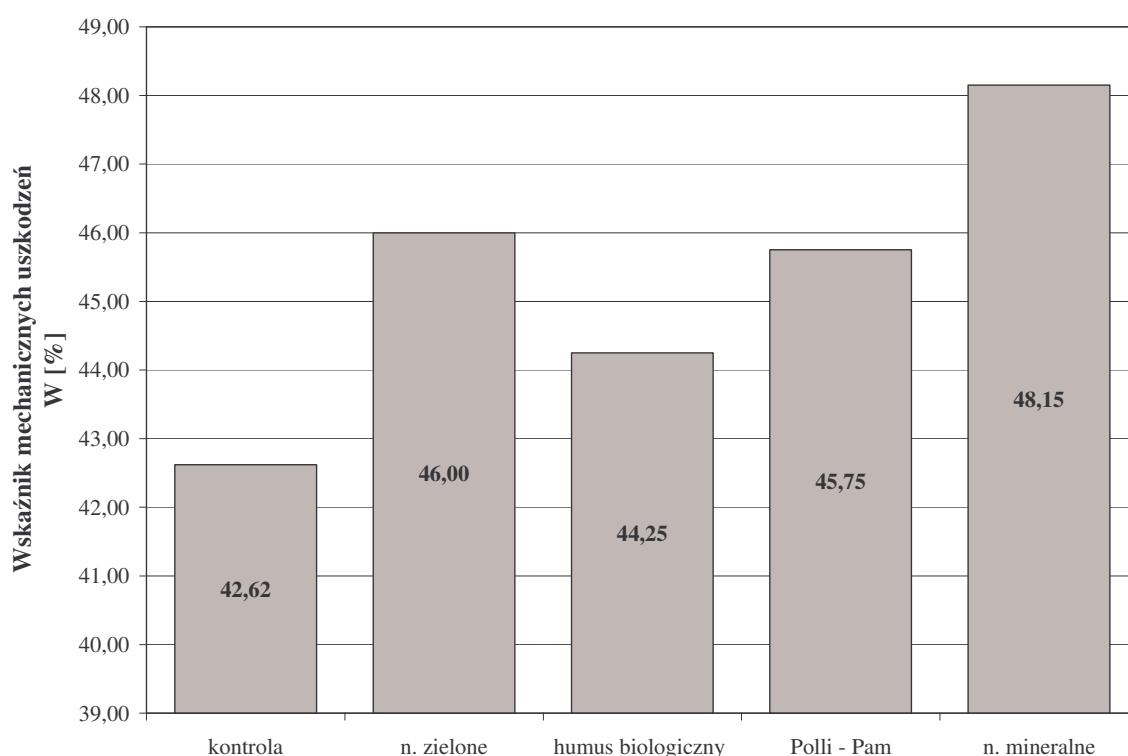


Rys. 1. Wartości wskaźnika mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka dla badanych lat, gleb i odmian

Fig. 1. Coefficient valued of mechanical damage to potato tuber for the examined years, soils and varieties of applied fertilization

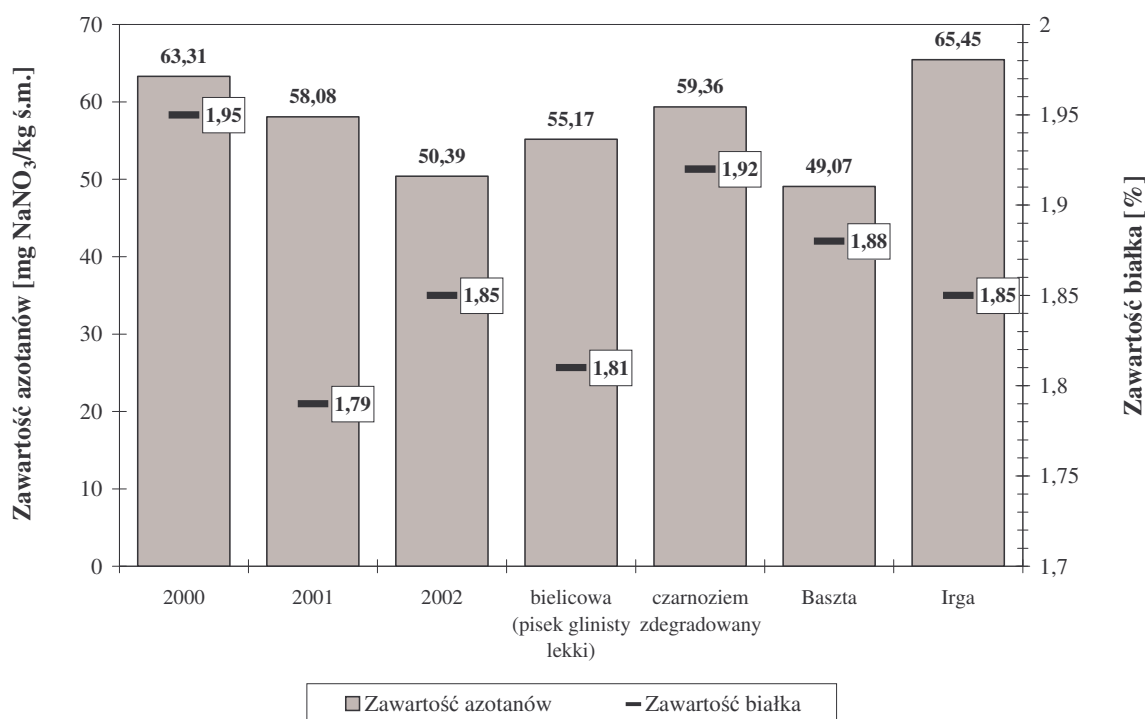
Analiza wartości średnich (rys. 1) wykazała, że najwyższy wskaźnik mechanicznych uszkodzeń bulw uzyskano w pierwszym (2000) roku badań i wynosił 59,73 %, najniższy w trzecim roku (o wartości 36,68%). O takim poziomie wskaźnika uszkodzeń w badanych latach mogły decydować warunki pogodowe (tab. 2) panujące

podczas wegetacji, a szczególnie w okresie sierpnia i września. Pierwszy rok badań charakteryzował się okresem posuchy w miesiącu sierpniu i niewielkim wzrostem wilgotności we wrześniu, tuż przed zbiorem ziemniaków. Zaś w trzecim roku badań panowały wyrównane warunki wilgotnościowe na poziomie korzystnym dla rozwoju bulw ziemniaka. Ziemniaki uprawiane na piasku gliniastym charakteryzowały się mniejszą podatnością na uszkodzenia mechaniczne, dla których całkowity wskaźnik uszkodzeń był niższy o ponad 6% w porównaniu ze wskaźnikiem uzyskanym dla bulw zebranych z czarnoziemiu zdegradowanego. Z dwóch badanych odmian w większym stopniu uszkodzeniom mechanicznym ulegała odmiana Baszta a występująca różnica w porównaniu z odmianą Irga wynosiła około 4,5%. Wskaźnik mechanicznych uszkodzeń bulw w zależności od zastosowanego nawożenia kształtował się na zróżnicowanym poziomie (rys. 2). Wskaźnik ten wynosił od 42,62% dla kontroli do 48,15% dla nawożenia mineralnego. Również zawartości białka i azotanów istotnie zależały od badanych czynników, natomiast nie wszystkie interakcje w przypadku białka były istotne (tab. 1). Zawartość białka była w najwyższym stopniu zdeterminowana przez glebę, następnie przez warunki panujące w danym roku badań jak również współdziałanie tych dwóch czynników. Natomiast zawartość azotanów w bulwach była cechą odmianową, zdeterminowaną głównie przez warunki glebowe i klimatyczne panujące w danym roku oraz ich współdziałanie.



Rys. 2. Wartości wskaźnika mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka dla zastosowanego nawożenia

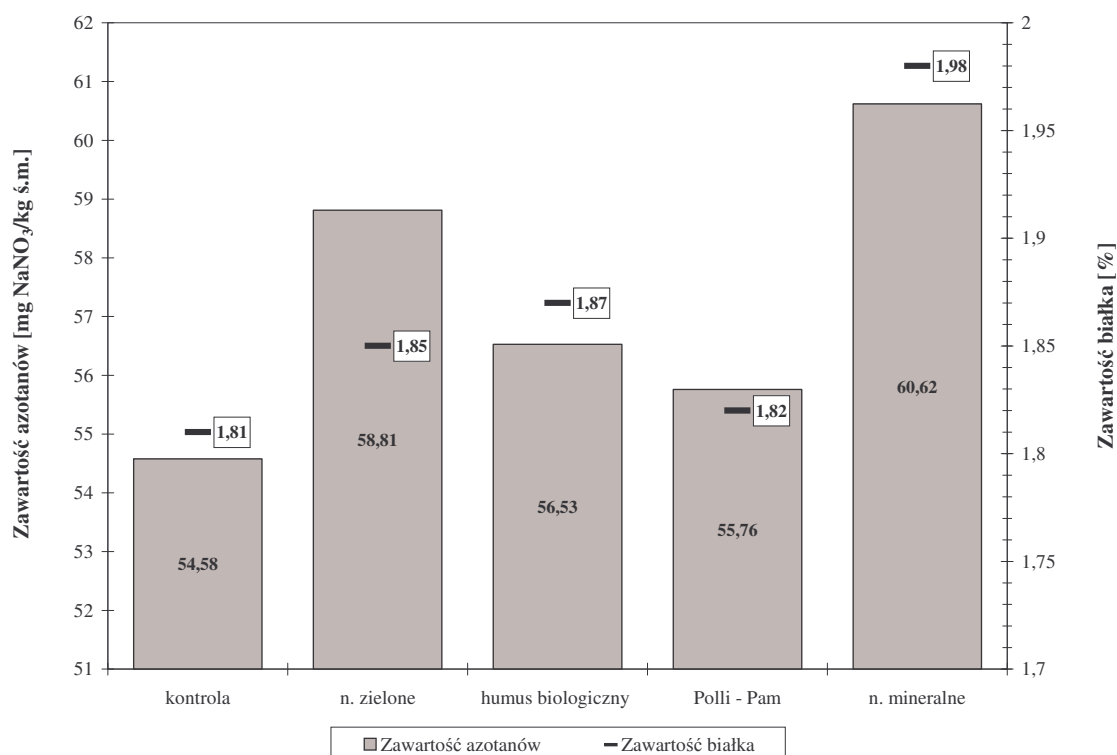
Fig. 2. Coefficient valued of mechanical damage to potato tuber for the applied fertilization



Rys. 3. Zawartość azotanów i białka w bulwach dla badanych lat, gleb i odmian

Fig. 3 Contents of nitrates and proteins in tubers for the examined years, soils and varieties

Analiza wartości średnich (rys. 3) wykazała, że zawartość azotanów i białka była zróżnicowana w latach. Najwyższą zawartość białka (1,95%) i azotanów (63,31%) posiadały bulwy w pierwszym roku badań, w którym zwłaszcza w dwóch ostatnich miesiącach wegetacji wystąpiły niedobory wilgoci (tab. 2). Najniższą zawartość białka na poziomie 1,79% odnotowano odpowiednio w drugim, w którym wystąpiła największa ilość wilgoci a azotanów (50,39%) w trzecim roku badań. Wystąpiły znaczne różnice w zawartości białka i azotanów w zależności od typu gleby. Ziemiaki uprawiane na glebie bielicowej miały niższą zawartość obu składników a występujące różnice dla białka wynosiły ok. 0,1%, dla azotanów ponad 4%. Kumulacja azotanów w bulwach była wyraźna dla odmian. Odmiana Baszta miała znacznie niższą zawartość niż odmiana Irga a występująca różnica wynosiła ponad 16%. Natomiast zawartość białka dla obu badanych odmian była na poziomie zbliżonym. Zastosowane nawożenie determinowało kumulację azotanów i zawartość białka w bulwach (rys. 4).



Rys. 5. Zawartość azotanów i białka w bulwach dla zastosowanego nawożenia

Fig. 5. Contents of nitrates and proteins in tubers for applied fertilization

Najniższe zawartości azotanów i białka odnotowano z poletka kontrolnego (odpowiednio 54,58% azotanów i 1,81% białka), najwyższą dla poletka, na którym zastosowano nawożenie mineralne (odpowiednio 60,62% i 1,98%).

Przeprowadzona analiza korelacji liniowej wskaźnika mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka (W) z zawartością białka (Z_b) i azotanów (Z_a), wykazała zależność istotną na poziomie średnim pomiędzy W i Z_b ($r = 0,454$) oraz niskim pomiędzy W i Z_a ($r = 0,186$). Dążąc do uzyskania lepszego dopasowania do danych empirycznych przeprowadzono również analizę regresji dla modeli nieliniowych. Wykonano estymację parametrów dla regresji segmentowej. Parametry równań łącznie z punktem przełamania dla zmiennej objaśnianej, szacowano metodą quasi-Newtona przy zachowaniu kryterium istotności 0,0001. Jako funkcję straty przyjęto metodę najmniejszych kwadratów. W efekcie estymacji uzyskano następujące zależności (1):

$$W = \begin{cases} 6,8380 + 7,3970 \cdot Z_b + 0,1438 \cdot Z_a & \text{dla } W \leq 45,3533 \\ -23,9986 + 49,7146 \cdot Z_b + 0,1149 \cdot Z_a & \text{dla } W > 45,3533 \end{cases} \quad (1)$$

Dla przedstawionej zależności uzyskano wysoki współczynnik korelacji $R = 0,8587$.

Wnioski

1. Wskaźnik mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka w stopniu istotnym zależał od badanych czynników. Najwyższy wpływ czynników badanych był kolejno dla: typu gleby, warunków panujących w danym roku badań, następnie odmiany a najmniejszy dla czynnika nawozowego. Spośród wszystkich interakcji na wartość wskaźnika uszkodzeń największy wpływ miało współdziałanie takich czynników jak rok-gleba-odmiana.
2. Najwyższy wskaźnik mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka wystąpił w pierwszym roku badań oraz dla odmiany Baszta. Ziemniaki uprawiane na glebie bielicowej i nawożone nawozami proekologicznymi typu biohumusy były bardziej odporne niż uprawiane na czarnoziemiu i nawożone nawozami mineralnymi.
3. Zawartości białka i azotanów w istotnym stopniu zależały od badanych czynników. Najwyższą zawartość białka i azotanów posiadały bulwy w pierwszym roku badań (2000), uprawiane na czarnoziemiu, nawożone NPK. Wyższa zawartość białka była dla odmiany Baszta zaś azotanów dla odmiany Irga.
4. Zaproponowany empiryczny model regresyjny w zadawalający sposób wyjaśnia zmienność wskaźnika mechanicznych uszkodzeń od przyjętych zmiennych niezależnych. Dla uzyskanej zależności współczynnik determinacji miał wartość odpowiednio $R^2 = 73,6\%$.

Bibliografia

- Frydecka-Mazurczyk A., Zgórska K. 1990. Zawartość azotanów w bulwach kilku odmian ziemniaka w Jadwisinie w 1988 r. Biul. Inst. Ziemn., nr 40, s. 17-22, Bonin.
- Mazurczyk W. 1988. Skład chemiczny dojrzałych bulw odmian ziemniaka. Post. Nauk. Roln. 1/94, s. 31-40.
- Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakami. IHAR. 1999, Oddział Jadwisin.
- Molga M. 1972. Meteorologia rolnicza. Warszawa, PWRiL.
- Prośba-Białczyk U. 1996. Zawartość azotanów w ziemniaku w zależności od poziomu nawożenia azotem i terminu sadzenia BIZ nr 46.
- Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z 8 X 1993. DU RP, 104.
- Zalewski S. 1989. Technologiczno-żywnościowa przydatność warzyw na przykładzie ziemniaków. Przem. Spoż., 7, s. 184-186.

Connection between the content of nitrogen compound in potato tubers and their susceptibility to mechanical damage

Summary

The relation between the content of protein and nitrates in potato tubers and their susceptibility to mechanical damage was studied. Two cultivars of potato were grown on two kinds of soil, for these consecutive years. Four levels of mineral fertiliser plus control (no fertiliser) were applied. It was proved that the analysed parameters of the tubers significantly depended on the factors of the experiment. The suggested empirical regression model for the dependence of mechanical damage on the content of protein and nitrates sufficiently explains the existing relation ($R^2 = 73.6\%$).

Key words: potato, tuber, ratio of mechanical damage, proteins, nitrates.