

Barbara Krzysztofik, Dariusz Baran, Zygmunt Sobol
Katedra Techniki Rolno-Spożywczej,
Akademia Rolnicza w Krakowie

ZALEŻNOŚĆ POMIĘDZY ZAWARTOŚCIĄ SUCHEJ MASY I SKROBI A WIELKOŚCIĄ WSKAŹNIKÓW MECHANICZNYCH USZKODZEŃ BULW ZIEMNIAKA

Streszczenie

Przeprowadzone badania miały na celu znalezienie zależności pomiędzy zawartością suchej masy i skrobi, a udziałem wielkości uszkodzeń, w całkowitym wskaźniku mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka. Badaniami

objęto: dwie odmiany ziemniaka, które uprawiano na dwóch różnych glebach, przez trzy kolejne lata. Do nawożenia stosowano cztery różne nawozy. Badane parametry jakościowe bulw ziemniaka w istotnym stopniu zależały od czynników doświadczenia. Zaproponowane w pracy empiryczne modele

regresyjne dotyczące związku pomiędzy wskaźnikami mechanicznych uszkodzeń a zawartością suchej masy i skrobi wyjaśniają w stopniu zadawalającym tę zależność ($R^2 = 78\%$ i $R^2 = 76\%$).

Słowa kluczowe: ziemniak, bulwa, wskaźnik uszkodzeń zewnętrznych, wewnętrznych, sucha masa i skrobia

Wstęp

Niezależnie od kierunku użytkowania ziemniaków, cechy jakościowe takie jak zawartość suchej masy i skrobi oraz stopień uszkodzenia mechanicznego bulw, decydują o ich końcowym przeznaczeniu. Większość dotychczasowych wyników badań wskazuje na liniową zależność pomiędzy zawartością suchej masy i skrobi a podatnością na mechaniczne uszkodzenia lecz występująca korelacja jest na poziomie niskim ($r < 0,5$) [Mazurczyk 1988; Roztropowicz 1989; Krzysztofik 2001]. Cechy odmianowe, warunki klimatyczno-glebowe oraz nawożenie są tymi czynnikami agrotechnicznymi, które w stopniu istotnym determinują skład chemiczny bulw ziemniaka natomiast wpływ na uszkodzenia mechaniczne i ich strukturę nie jest jednoznaczny [Czuba, Mazur 1988; Zgórska 1989; Jabłoński 1993; Krzysztofik 2001].

Poszukiwanie zatem związku pomiędzy zawartością suchej masy i skrobi a strukturą mechanicznych uszkodzeń bulw zmieniających się w wyniku oddziaływania różnych czynników agrotechnicznych, klimatycznych i odmianowych jest celowe.

Cel, zakres i metodyka badań

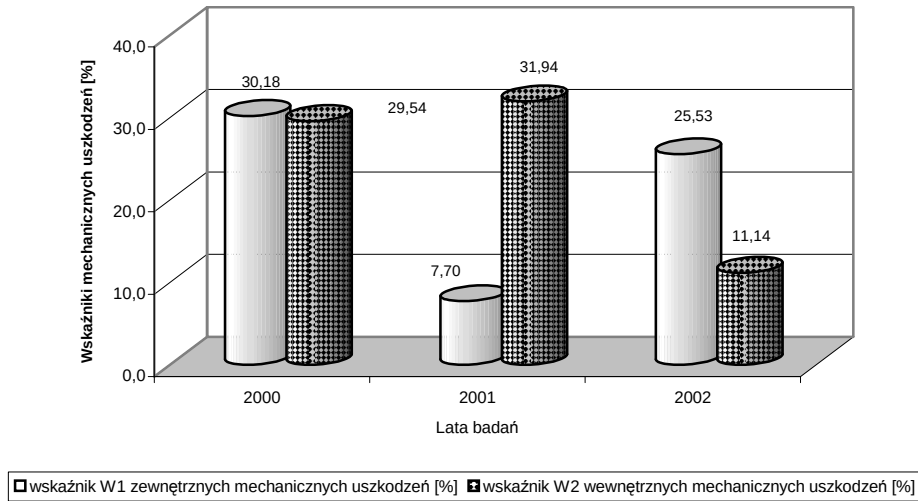
Celem badań było określenie zależności pomiędzy zawartością suchej masy i skrobi a strukturą mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka (uszkodzenia zewnętrzne

i wewnętrzne) powstających podczas zbioru zmechanizowanego. 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 bydłocy, humus Polli-Pam oraz nawozy mineralne). Jako kontrolę dla użytych nawozów zastosowano poletka o naturalnej zasobności gleby. Doświadczenie prowadzono przez trzy kolejne lata (2000-2002). Badania właściwości chemicznych i fizycznych prowadzono zgodnie z obowiązującą metodyką IHAR-u [1999].

Wyniki badań

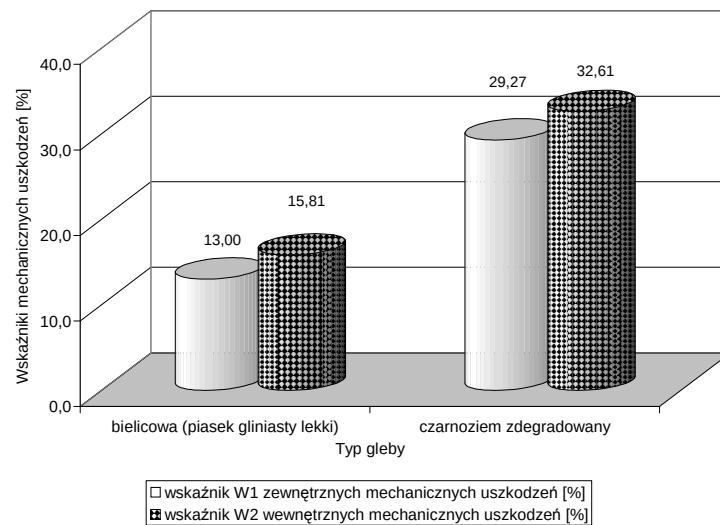
Analiza wariancji w klasyfikacji wielokrotnej (tab. 1) wykazała, że tak uszkodzenia zewnętrzne (oprócz wpływu nawożenia) jak i wewnętrzne istotnie zależały od czynników doświadczenia. Również dla większości kombinacji tych czynników ich współdziałanie było istotne. Na kształtowanie się obu typów uszkodzeń (zewnętrznych i wewnętrznych) w głównej mierze wpływały kolejno typ gleby, warunki panujące w danym roku badań, następnie cechy odmianowe a w najmniejszym stopniu nawożenie. Spośród interakcji, na wartości wskaźnika zewnętrznych mechanicznych uszkodzeń największy wpływ miało współdziałanie zmiennych rok badań–gleba. Dla wskaźnika wewnętrznych mechanicznych uszkodzeń największą zmienność zanotowano przy współdziałaniu czynników rok badań–gleba–odmiana.

Analizując wpływ warunków panujących w poszczególnych latach badań (rys. 1) stwierdzono, że najwyższy wskaźnik wewnętrznych mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka zarejestrowano w roku 2001 ($W_2=31,95\%$) a najniższy w roku 2002 ($W_2=11,14\%$). Natomiast dla wskaźnika zewnętrznych mechanicznych uszkodzeń najwyższą wartość zanotowano w 2000 roku ($W_1=30,18\%$) a najniższą w roku 2001 ($W_1=7,70\%$). Ziemniaki uprawiane na piasku gliniastym (rys. 2) charakteryzowały się mniejszą podatnością na uszkodzenia mechaniczne niż bulwy zebrane z czarnoziemiu zdegradowanego. Dla próbek pobranych na czarnoziemie wskaźniki uszkodzeń zarówno zewnętrznych ($W_1=29,28\%$) jak i wewnętrznych ($W_2=32,61\%$) były dwukrotnie wyższe niż z poletek zlokalizowanych na piasku (odpowiednio $W_1=13,00\%$, $W_2=15,81\%$).



Rys. 1. Wartości wskaźników mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka w poszczególnych lat badań

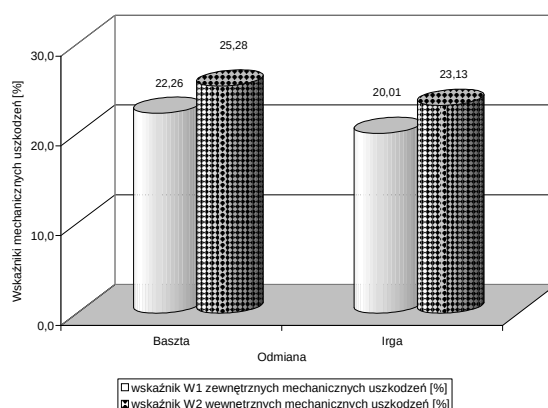
Fig. 1. Values of mechanical damage indices of potato bulbs in individual years of study



Rys. 2. Wartości wskaźników mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka uprawianych na dwóch typach gleb

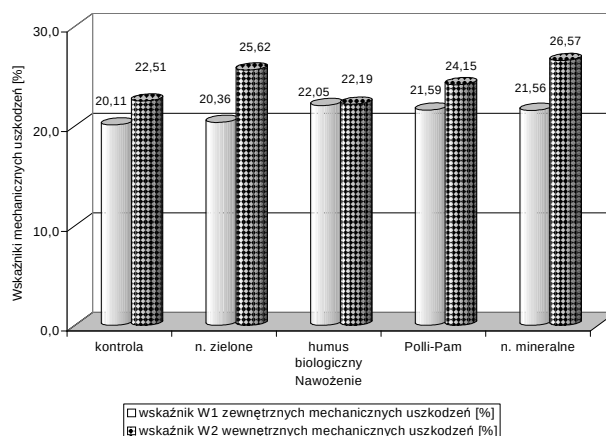
Fig. 2. Values of mechanical damage indices of potato bulbs grown in two different types of soil

Z dwóch badanych odmian (rys. 3) w większym stopniu uszkodzeniom mechanicznym ulegały bulwy ‘Baszty’ niż ‘Irgi’. Występujące różnice, tak dla uszkodzeń zewnętrznych jak i wewnętrznych, wynosiły około 2%. Wskaźniki zewnętrznych mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka W_1 (rys. 4) nie różniły się istotnie statystycznie (tab. 1) w zależności od zastosowanego nawożenia i kształtowały się od 20,11% dla kontroli do 22,06% dla nawożenia humusem biologicznym.



Rys. 3. Wartości wskaźników mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka badanych odmian

Fig. 3. Values of mechanical damage indices of potato bulbs of studied species



Rys. 4. Wartości wskaźników mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka nawożonych czterema rodzajami nawozów

Fig. 4. Values of mechanical damage indices of potato bulbs fertilized with four different fertilizers

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

Table 1. Variance analysis results in multiple classification. The effect of year of survey, soil, specie and fertilization on resistance of potato bulbs to mechanical damage and content of dry mass and starch

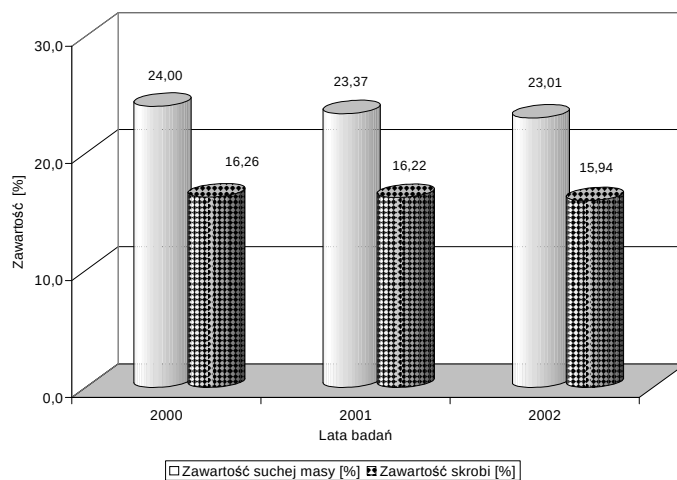
Czynniki: 1-rok badań 2-gleba 3-odmiana 4-nawożenie	Wskaźnik mechanicznych uszkodzeń				Zawartość suchej masy		Zawartość skrobi	
	zewnątrznych		wewnętrznych					
	Poziom istotności	Udział w wariancji	Poziom istotności	Udział w wariancji	Poziom istotności	Udział w wariancji	Poziom istotności	Udział w wariancji
1	0,000*	11262,5	0,000*	10364,1	0,000*	20,1	0,000*	2,4
2	0,000*	15890,5	0,000*	16931,9	0,000*	145,1	0,000*	120,8
3	0,003*	301,8	0,014*	278,0	0,000*	1359,5	0,000*	949,2
4	0,393	34,7	0,005*	174,7	0,000*	6,5	0,000*	3,1
1-2	0,000*	2587,4	0,000*	825,5	0,000*	25,5	0,232	0,3
1-3	0,000*	575,6	0,000*	430,4	0,000*	7,2	0,000*	12,5
2-3	0,000*	1522,6	0,020*	248,5	0,000*	23,1	0,000*	18,4
1-4	0,001*	116,7	0,000*	270,7	0,005*	1,3	0,000*	0,4
2-4	0,000*	257,8	0,868	14,3	0,017*	1,4	0,036*	0,5
3-4	0,354	37,3	0,219	65,7	0,535	0,4	0,142	0,3
1-2-3	0,000*	974,7	0,000*	2647,1	0,139	0,9	0,006*	1,0
1-2-4	0,000*	349,9	0,000*	173,0	0,779	0,3	0,817	0,1
1-3-4	0,000*	181,3	0,043*	92,7	0,030*	1,0	0,428	0,2
2-3-4	0,000*	193,7	0,000*	243,0	0,115	0,9	0,864	0,1
1-2-3-4	0,000*	154,7	0,017*	109,5	0,810	0,2	0,602	0,1

* – różnica istotna statystycznie na poziomie $\alpha=0,05$

Natomiast wskaźnik W_2 wewnętrznych mechanicznych uszkodzeń istotnie zależał od zastosowanego nawożenia. Najmniejsze uszkodzenia wewnętrzne ($W_2=22,19\%$) stwierdzono dla nawożenia humusem biologicznym a największe ($W_2=26,58\%$) dla nawożenia mineralnego. Test Duncana wyłonił dwie grupy homogeniczne: humus biologiczny-kontrola-humus Polli-Pam oraz humus Polli-Pam-nawozy zielone-nawozy mineralne. Również zawartości suchej masy Z_{sm} i skrobi Z_{skrobi} istotnie statystycznie zależały od badanych czynników (tab. 1). Istotnymi okazały się też niektóre interakcje. Zawartość suchej masy i skrobi były w najwyższym stopniu zdeterminowane cechami odmianowymi oraz warunkami glebowymi. Natomiast wpływy nawożenia i roku badań, choć istotne statystycznie, były w stosunku

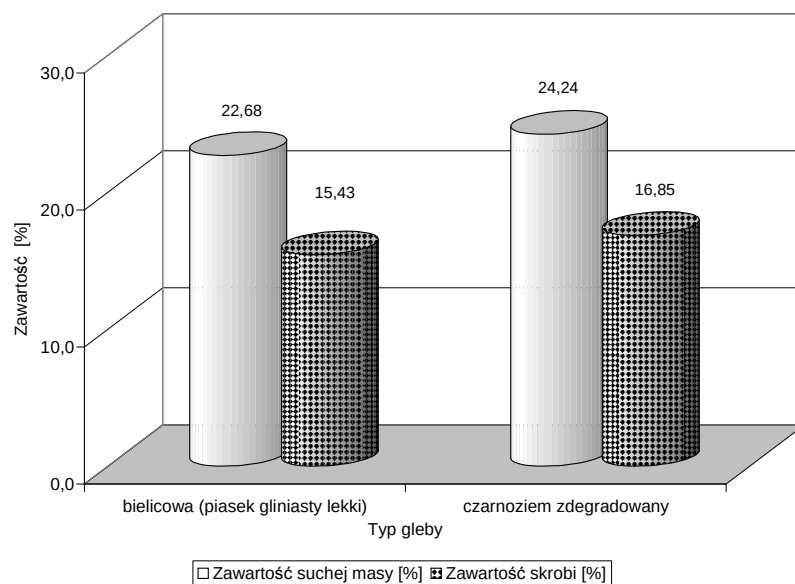
do innych czynników niewielkie. Współdziałania roku badań i gleby oraz gleby i odmiany okazały się najsilniej oddziaływującymi czynnikami na zawartość suchej masy Z_{sm} . Spośród występujących interakcji na zawartość skrobi (Z_{skrobi}) w bulwach najsilniej oddziaływały: gleba-odmiana oraz rok badań-odmiana.

Zawartości suchej masy Z_{sm} i skrobi Z_{skrobi} były zróżnicowane w latach (rys. 5). Najwyższą zawartość suchej masy ($Z_{sm}=24,00\%$) i skrobi ($Z_{skrobi}=16,27\%$) posiadały bulwy w pierwszym (2000) roku badań. Najniższą zawartość w trzecim (2002) roku badań (odpowiednio $Z_{sm}=23,01\%$ i $Z_{skrobi}=15,94\%$). Przeprowadzony test Duncana wyłonił grupę homogeniczną dla zawartości skrobi, do której należą lata 2000 i 2001. Wystąpiły znaczne różnice w zawartości suchej masy i skrobi w zależności od typu gleby (rys. 6). Ziemniaki uprawiane na glebie bielcowej miały niższą zawartość obu składników a występujące różnice dla suchej masy wynosiły ok. 1,6%, a dla skrobi 1,4%. Zawartości obu składników były cechami odmianowymi (rys. 7). Wyższą zawartość obu składników miała odmiana Baszta a występujące różnice w stosunku do odmiany Irga wynosiły odpowiednio dla suchej masy 4,8% a dla skrobi 4,0%. Zastosowane nawożenie istotnie wpływało na skład chemiczny bulw (tab. 1). Test Duncana wyłonił grupę homogeniczną pomiędzy nawozami: zielone–humus biologiczny–humus Polli-Pam, dla której zanotowano zawartości suchej masy i skrobi na poziomie średnim (spośród uzyskanych wyników). W bulwach zebranych z poletek kontrolnych (rys. 8) stwierdzono najwyższą zawartość suchej masy i skrobi ($Z_{sm}=23,96\%$ i $Z_{skrobi}=16,52\%$), najniższą zaś w bulwach z poletek, na których stosowano nawożenie mineralne (NPK) ($Z_{sm}=22,93\%$ i $Z_{skrobi}=15,81\%$).



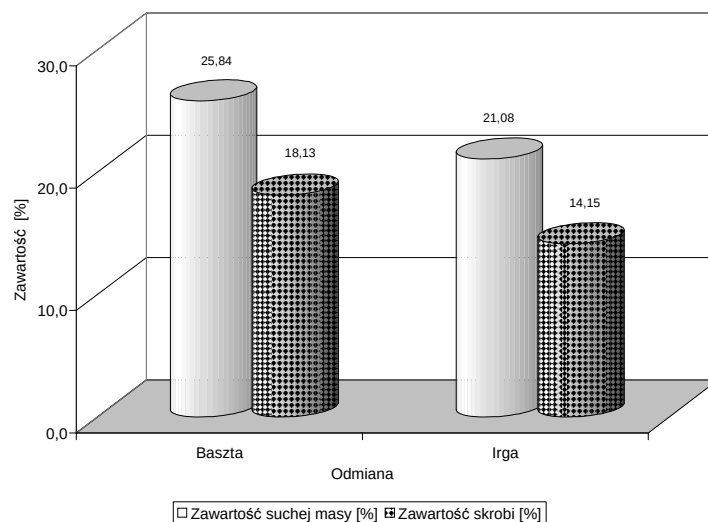
Rys. 5. Zawartość suchej masy i skrobi w bulwach w latach

Fig. 5. Dry mass and starch content in bulbs in different years



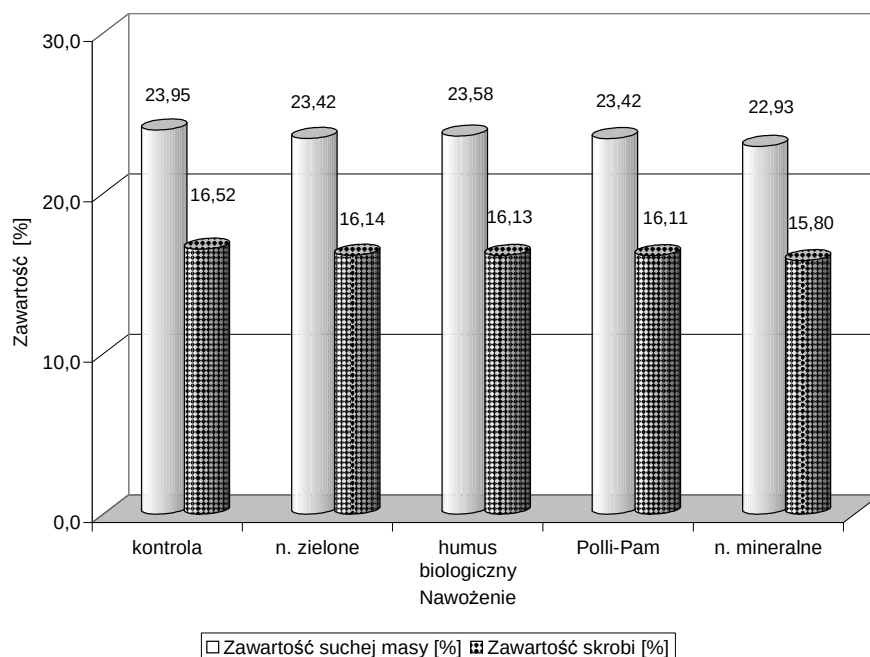
Rys. 6. Zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka uprawianych na dwóch typach gleb

Fig. 6. Dry mass and starch content in bulbs grown in two different types of soil



Rys. 7. Zawartość suchej masy i skrobi w bulwach badanych odmian

Fig. 7. Dry mass and starch content in bulbs of studied species



Rys. 8. Zawartość suchej masy i skrobi w bulwach ziemniaka nawożonych czterema rodzajami nawozów

Fig. 8. Dry mass and starch content in bulbs fertilized with four different fertilizers

Przeprowadzona analiza korelacji liniowej wskaźnika zewnętrznych i wewnętrznych mechanicznych uszkodzeń bulw ziemniaka (W_1 i W_2) z zawartością suchej masy (Z_{sm}) i skrobi (Z_{skrobi}), wykazała zależność na poziomie niskim (poniżej 0,5). Dążąc do uzyskania lepszego dopasowania modelu do danych empirycznych przeprowadzono również analizę regresji dla modeli nieliniowych. Wykonano zatem estymację parametrów dla regresji segmentowej. Parametry równań łącznie z punktem przełamania dla zmiennej objaśnianej, szacowano metodą quasi-Newtona przy zachowaniu kryterium zależności 0,0001. Jako funkcję straty przyjęto metodę najmniejszych kwadratów. W efekcie estymacji uzyskano następujące zależności:

$$W_1 = \begin{cases} 16,8069 + 0,0763 \cdot Z_{sm} - 0,5449 \cdot Z_{skrobi} & \text{dla } W_1 \leq 21,1404 \\ 4,7963 + 1,1886 \cdot Z_{sm} + 0,3136 \cdot Z_{skrobi} & \text{dla } W_1 > 21,1404 \end{cases} \quad (1)$$

$$W_2 = \begin{cases} 0,8078 + 2,1135 \cdot Z_{sm} - 2,3941 \cdot Z_{skrobi} & \text{dla } W_2 \leq 24,2127 \\ 58,6744 - 6,7380 \cdot Z_{sm} + 8,5182 \cdot Z_{skrobi} & \text{dla } W_2 > 24,2127 \end{cases} \quad (2)$$

Dla powyższych zależności uzyskano wysokie współczynniki korelacji, $R=0,8832$ i $R=0,8725$ co daje współczynniki determinacji odpowiednio na poziomie 78% i 76%.

Wnioski

1. Badane odmiany istotnie statystycznie różniły się pod względem odporności na uszkodzenia mechaniczne, oraz zawartością suchej masy i skrobi. Wyższe wartości wskaźników (niższą odporność) miała odmiana Baszta, która charakteryzowała się także wyższą zawartością suchej masy i skrobi.
2. Zastosowane nawozy istotnie statystycznie wpływały na skład chemiczny bulw ziemniaka oraz wskaźnik wewnętrznych mechanicznych uszkodzeń. Najwyższe uszkodzenia wewnętrzne ujawniono dla nawożenia mineralnego, przy którym bulwy zawierały najmniej suchej masy i skrobi. Najniższy zaś wskaźnik stwierdzono przy nawożeniu humusem biologicznym, przy którym zawartości suchej masy i skrobi wynosiła odpowiednio 23,42% i 16,12%.
3. Gleba na której uprawiano ziemniaki istotnie wpływała na badane cechy jakościowe bulw. Ziemniaki uprawiane na czarnoziemie charakteryzowały się mniejszą odpornością na uszkodzenia mechaniczne (wyższe wskaźniki uszkodzeń zewnętrznych i wewnętrznych) oraz wyższymi zawartościami suchej masy i skrobi.
4. Warunki panujące w poszczególnych latach badań istotnie wpływały na strukturę uszkodzeń bulw oraz zawartość suchej masy i skrobi. Pierwszy rok badań (2000) był mniej korzystny w odniesieniu do uszkodzeń (większa podatność bulw na uszkodzenia mechaniczne) a bardziej korzystny w odniesieniu do zawartości suchej masy i skrobi (uzyskane wartości były najwyższe).
5. Zaproponowane empiryczne modele regresyjne w zadawalający sposób wyjaśniają zmienność wskaźników uszkodzeń od przyjętych zmiennych niezależnych. Dla uzyskanych zależności współczynniki determinacji miały wartości odpowiednio $R^2 = 78\%$ i $R^2 = 76\%$.

Bibliografia

- Czuba R., Mazur T. 1988. Wpływ nawożenia na jakość plonów. PWN, Warszawa.
- Jabłoński K. 1993. Nawożenie ziemniaków. Fundacja Rozwój SGGW, Warszawa.
- Krzysztofik B. 2001. Wpływ wybranych czynników na budowę anatomiczną i odporność bulw ziemniaka na mechaniczne uszkodzenia. Rozp. Hab. Inżynieria Rolnicza nr 7.

Metodyka obserwacji, pomiarów i pobierania prób w agrotechnicznych doświadczeniach z ziemniakiem. Instrukcja IHAR, Jadwisin, 1999.

Mazurczyk W. 1988. Skład chemiczny dojrzałych bulw odmian ziemniaka. Post. Nauk Rol. 1/94, 31-40.

Roztropowicz St. 1989. Środowiskowe, odmianowe i nawozowe źródła zmienności składu chemicznego bulw ziemniaka. Fragm. Agron. 1(21), 33-75.

Zgórska K. 1989. Biologiczne i ekologiczne czynniki warunkujące podatność bulw ziemniaka na powstawanie ciemnej plamistości poudzerzeniowej. Roz. hab. IZ, Bonin.

DEPENDENCE BETWEEN THE DRY MASS AND STARCH CONTENT AND THE POTATO BULB MECHANICAL DAMAGE INDICES

Summary

The survey carried out was aimed at identifying the dependence between the dry mass and starch content and the share of damage size in the entire potato bulb mechanical damage index. The survey covered: two potato species, which were grown in various types of soil for three following years. Four various fertilizers were used. Surveyed quality parameters of potato bulbs were considerably affected by the experiment factors. Three regressive empiric models proposed in the paper, regarding the relationship between mechanical damage indices and starch and dry mass content, provide satisfactory explanation for that dependency ($R^2 = 78\%$ i $R^2 = 76\%$).

Key words: potato, bulb, external/internal damage index, dry mass and starch