

MAREK GAJEWSKI, JADWIGA RADZANOWSKA

## SKŁAD CHEMICZNY I JAKOŚĆ SENSORYCZNA KAPUSTY GŁOWIASTEJ W ZALEŻNOŚCI OD JEJ ODMIANY I DAWKI AZOTU STOSOWANEJ W NAWOŻENIU MINERALNYM

### Summary

Badano skład chemiczny kapusty świeżej oraz jej jakość sensoryczną po ukwaszeniu. Czynnikiem różnicującym była odmiana kapusty i dawki azotu stosowane w nawożeniu mineralnym. Doświadczeniem objęto odmiany: Alfama F1, Balaton F1, Galaxy F1, i Hinova F1. Zastosowano dawki azotu: 150, 200, 250 kg·ha<sup>-1</sup>.

Pod względem składu chemicznego w kapuście świeżej oznaczano zawartość ekstraktu, witaminy C, azotanów(V) i suchą masę. Odmiany niewiele różniły się pod względem zawartości witaminy C i ekstraktu, wykazywały natomiast zróżnicowanie pod względem skłonności kumulowania azotanów.

Jakość sensoryczną kapusty kwaszonej oceniano metodą ilościowej analizy opisowej (QDA) oraz w kategoriach jakości konsumenckiej (ocena pożądalności). Do opisanie jakości zastosowano 13 wyróżników, wytypowanych przez zespół ekspertów. Wyniki doświadczenia wskazują, że odmiany różniły się pod względem niektórych wyróżników sensorycznych. Najlepszą jakością sensoryczną charakteryzowała się odmiana Alfama. Istotny wpływ na jakość wywarła również dawka azotu. W przypadku większości odmian najwyższą ocenę ogólną uzyskała kapusta nawożona azotem w dawce 200 kg·ha<sup>-1</sup>. Najniższą ocenę ogólną uzyskała kwaszonka z odmiany Balaton, nawożonej najwyższą dawką azotu. Wraz ze wzrostem dawki azotu wzrastała również zawartość azotanów(V) w główkach. Analiza składowych głównych (PCA) wykazała, że dwie składowe (PC 1 i PC 2) odpowiadały łącznie za 55% zmienności jakości sensorycznej próbek.

**Key words:** azot, jakość sensoryczna, kapusta kwaszona, ilościowa analiza opisowa (QDA).

### Wprowadzenie

Kapusta głowiasta biała (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. f. *alba*) jest w Polsce warzywem bardzo popularnym, spożywanym w różnej postaci, w tym po ukwaszeniu. Odgrywa ona ważną rolę dietetyczną z uwagi na dużą zawartość witaminy C (25–50 mg·100 g<sup>-1</sup>), potasu (225–285 mg·100 g<sup>-1</sup>), kwasów organicznych,

glukozynolanów, białka o korzystnym dla człowieka składzie aminokwasów oraz błonnika pokarmowego [2, 10, 25].

Na jakość kapusty wpływa m.in. nawożenie azotowe. Według zaleceń krajowych, odmiany późne powinno się nawozić azotem w dawce  $240 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  czystego składnika [21], natomiast źródła holenderskie zalecają stosowanie  $300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  przed sadzeniem i  $50 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  po 5–6 tygodniach od sadzenia rozsady [22]. Wysokie dawki azotu mogą być przyczyną luźnej budowy główek i pogorszenia przydatności kapusty do przechowywania i kwaszenia [20]. Powodują także obniżenie zawartości cukrów i kwasu askorbinowego, natomiast wzrost zawartości azotanów(V) [6, 7, 8, 11, 14]. Według Hatano i wsp. [9], nawożenie azotem w dawce  $600 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  zwiększa zawartość azotanów(V) w kapuście o około 25% w porównaniu z dawką  $300 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Tarata i wsp. [23] podają, że nawożenie wysokimi dawkami azotu ( $400 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) powoduje wzrost zawartości chlorofilu w liściach kapusty o 70–80%.

Kapusta po ukwaszeniu zachowuje swoją wartość odżywczą, a uzyskuje charakterystyczne cechy smakowe. Wytwarzają się nowe substancje, jak acetylocholina [10]. W optymalnych warunkach fermentacji zawartość witaminy C w kapuście może wzrastać o 50% w stosunku do zawartości początkowej [12]. Prawidłowo ukwaszona kapusta powinna spełniać wymagania sensoryczne i fizykochemiczne Polskiej Normy [16]. Barwa krajanki powinna być od białej do szarej z odcieniem żółtawym, zależnie od odmiany. Krajanka powinna być jędrna i chrupka, o zapachu charakterystycznym dla kapusty kwaszonej. Nadmierna kwasowość kiszzonej kapusty jest niepożądana [5]. Jednym z czynników wpływających na jakość kwaszonej kapusty jest odmiana [3, 4]. Najlepiej, gdy odmiana charakteryzuje się jasną barwą, wyrównanym kształtem i wielkością główek, cienkim unerwieniem liści, krótkim gładem wewnętrznym i korzystnym składem chemicznym, tj. zawartością cukrów powyżej 3%, witaminy C powyżej  $30 \text{ mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ , a azotanów(V) poniżej  $750 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ . Z kapusty o liściach zielonych i małej zawartości cukrów uzyskuje się produkt o ostrym zapachu i gorzkawym smaku. Według Elkner [4], odmiana holenderska Krautprinz F<sub>1</sub> charakteryzuje się wyższą zawartością cukrów i witaminy C, a także niższą zawartością azotanów(V) niż starsza polska odmiana Kamienna Głowa.

W ocenie jakości żywności stosuje się coraz częściej metody sensoryczne. Właściwości sensoryczne warzyw są ważnym elementem ich jakości, decydującym o satysfakcji konsumentów [1]. Do dokładnego scharakteryzowania właściwości sensorycznych warzyw najczęściej wykorzystuje się metodę ilościowej analizy opisowej (Quantitative Descriptive Analysis) [13]. W metodzie tej zakłada się, że smakowitość nie jest pojedynczym atrybutem jakości sensorycznej, lecz kompleksem wielu pojedynczych cech (wyróżników), oddzielnie ocenianych pod względem ich jakości oraz natężenia. W literaturze brak jest prac na temat wpływu dawki azotu na jakość sensoryczną kapusty kwaszonej.

Celem niniejszej pracy było zbadanie wpływu odmiany kapusty głowiastej oraz dawki azotu stosowanego w nawożeniu mineralnym na zawartość niektórych składników chemicznych decydujących o jakości kapusty oraz na cechy sensoryczne kapusty po ukwaszeniu.

### **Materiał i metody badań**

Doświadczenie przeprowadzono w Katedrze Roślin Warzywnych i Leczniczych SGGW. Materiałem badawczym była kapusta głowiasta biała czterech odmian uprawnych z grupy odmian późnych: Alfama F<sub>1</sub>, Balaton F<sub>1</sub>, Galaxy F<sub>1</sub> i Hinova F<sub>1</sub>. Alfama charakteryzuje się kulistymi, dużymi główkami o białawej barwie. Balaton ma główki odwrotnie jajowate, bardzo zwężłe, średniej wielkości. Galaxy tworzy główki bardzo duże (o masie do 7 kg), szarzielone. Hinova charakteryzuje się główkami średniej wielkości, szarzielonej barwy. W wyborze odmian uwzględniono fakt wzrastającej popularności tych odmian wśród krajowych producentów kapusty.

Kapustę uprawiano na madzie średniej, z rozsady wysadzonej w połowie maja. Jesienią poprzedniego roku zastosowano nawożenie obornikiem w dawce 40 t·ha<sup>-1</sup>. Nawożenie fosforem i potasem (według analizy gleby) zastosowano wiosną, przed sadzeniem rozsady, a nawożenie azotem w formie saletrzaku w dwóch terminach – przed sadzeniem rozsady (1/3 dawki ogólnej), następnie trzy tygodnie po posadzeniu oraz w trzeciej dekadzie lipca. Sumaryczne dawki azotu zróżnicowano według metodyki doświadczenia. Doświadczenie założono w układzie dwuczynnikowym. Czynniki A stanowiła odmiana kapusty (jw.), czynnik B – zastosowana dawka azotu (150, 200, 250 kg·ha<sup>-1</sup> czystego składnika).

Zbiór kapusty przeprowadzono w trzeciej dekadzie października. Kapusta była następnie przechowywana w chłodni w temperaturze 0°C i wilgotności względnej 95% przez cztery miesiące, po czym ukwaszona w kwaszarni w beczkach z tworzywa sztucznego o pojemności 140 dm<sup>3</sup>, zgodnie z zaleceniami Jarczyka i Berdowskiego [10].

Przed ukwaszeniem kapusty, w reprezentatywnych próbkach liści oznaczano zawartość: suchej masy – metodą suszenia w temp. 104°C, ekstraktu – metodą refraktometryczną, witaminy C – metodą Tillmansa [15], azotanów(V) – metodą spektrofotometryczną (aparatem Fiastar, przy długości fali 460 nm) [24]. Oznaczenia wyróżników każdego obiektu doświadczenia wykonywano w czterech powtórzeniach.

Po 10 dniach od ukwaszenia kapustę poddano ocenie sensorycznej metodą ilościowej analizy opisowej QDA (Quantitative Descriptive Analysis), przeprowadzonej według wytycznych PN-ISO [17, 18, 19] w pracowni sensorycznej Katedry Roślin Warzywnych i Leczniczych. Ocenę wykonał przeszkolony zespół 12 osób o sprawdzonej wrażliwości sensorycznej, w dwóch sesjach ocen. Oceniano 14

wyróżników jakości sensorycznej, wytypowanych we wstępnej dyskusji panelowej, w skali 0–10 pkt (tab. 1).

Tabela 1

Wyróżniki jakości sensorycznej kapusty kwaszonej i odpowiadające im definicje.  
Descriptors used in sensory analysis of sauerkraut and their definitions.

Wyróżnik Descriptor	Definicja Definition	Określenia brzegowe Anchoring points
Wyróżniki zapachu / Odor descriptors		
Zapach ostry / Pungent odor	drażniące wrażenie przy wachaniu	niewyczuwalny – bardzo intensywny
Zapach kwaszonej kapusty Odor of sauerkraut	charakterystyczny zapach świeżo ukwaszonej kapusty	niewyczuwalny – bardzo intensywny
Zapach obcy / Off-odor	zapach nietypowy kwaszonej kapusty	niewyczuwalny – bardzo intensywny
Wyróżniki wyglądu / Appearance descriptors		
Barwa / Color	wizualna ocena intensywności barwy krajanki	białoszara – białokremowa
Połysk / Glossiness	wizualna ocena połysku krajanki	bez połysku – z połyskiem
Wyróżniki tekstury / Texture descriptors		
Twardość / Firmness	opór, jaki stawia próbka podczas gryzienia	mięka – twarda
Chrupkość / Crunchiness	wrażenie odbierane w czasie nadgryzania próbki	mało chrupka – bardzo chrupka
Wyróżniki smakowitości / Flavor descriptors		
Smak kwaśny / Sour taste	smak podstawowy	niewyczuwalny – bardzo intensywny
Smak słony / Salty taste	smak podstawowy	niewyczuwalny – bardzo intensywny
Smak słodki / Sweet taste	smak podstawowy	niewyczuwalny – bardzo intensywny
Smak ostry / Sharp taste	wrażenie ostrości w jamie ustnej	niewyczuwalny – bardzo intensywny
Smak gorzki / Bitter taste	smak podstawowy	niewyczuwalny – bardzo intensywny
Smak obcy / Off-taste	smak nietypowy dla kwaszonej kapusty	niewyczuwalny – bardzo intensywny
Jakość ogólna / Overall quality		
Ocena ogólna jakości Overall quality score	ogólne wrażenie obejmujące wszystkie oceniane wyróżniki jakości	jakość zła – jakość b. dobra

Intensywność doznań każdego z wyróżników określano na niestrukturowanej skali graficznej wyświetlanej na ekranie monitorów. Wyniki ulegały przekształceniu na wartości liczbowe w zakresie od 0 do 10 jednostek umownych. Na oddzielnej sesji przeprowadzono ocenę semi-konsumencką pożądalności ogólnej kapusty kwaszonej w kategoriach „nie lubię – lubię”, z wykorzystaniem niestrukturowanej skali graficznej z

oznaczeniami brzegowymi: „bardzo niepożądana – bardzo pożądana”. Do przygotowania oceny próbek i wstępnej obróbki danych wykorzystano komputerowy program Analsens.

Wyniki badań składu chemicznego poddano analizie wariancji (ANOVA) z wykorzystaniem pakietu Statgraphics Plus 4.1, a w przypadku wyników oceny sensorycznej przeprowadzono analizę składowych głównych (PCA).

## Wyniki i dyskusja

Wyniki oznaczeń składu chemicznego kapusty świeżej przedstawiono w tab. 2.

Tabela 2

Skład chemiczny kapusty przed ukwaszeniem w zależności od odmiany i dawki azotu.  
Chemical composition of cabbage before souring in relation to cultivar and nitrogen dose.

Wyszczególnienie		Sucha masa Dry matter [%]	Ekstrakt Soluble solids [%]	Witamina C Vitamin C [mg·100 g <sup>-1</sup> ]	Azotany(V) Nitrates [mg NO <sub>3</sub> ·kg <sup>-1</sup> ]
Odmiana Cultivar (A)	Alfama	6,3 a	4,6 a	36,8 a	288 b
	Balaton	7,7 c	4,8 a	37,7 a	135 a
	Galaxy	7,0 b	5,1 b	40,9 a	103 a
	Hinova	6,1 a	5,1 b	39,4 a	308 b
Dawka N N dose [kg·ha <sup>-1</sup> ] (B)	150	7,0 b	4,9 ab	40,0 a	174 a
	200	6,8 b	5,1 b	38,5 a	200 b
	250	6,5 a	4,7 a	38,0 a	251 c

Objaśnienia / Explanatory notes:

wartości średnie oznaczone tymi samymi literami nie różnią się statystycznie istotnie wg testu HSD Tukey'a przy P = 0,05 / mean values designated by the same letters show no statistically significant differences according to the Tuckey's HSD test at P = 0.05;

Interakcja AxB (P = 0,05): n.i. / Interaction AxB (P = 0.05): n.s.

Kapusta odmian Balaton i Galaxy zawierała najwięcej suchej masy (odpowiednio 7,7 i 7,0%), a jednocześnie najmniej azotanów(V) (odpowiednio 135 i 103 mg NO<sub>3</sub>·kg<sup>-1</sup>). Odmiany wykazywały niewielkie zróżnicowanie pod względem zawartości ekstraktu i witaminy C. Średnia zawartość ekstraktu (około 5%) i witaminy C (około 40 mg·100 g<sup>-1</sup>) była wysoka we wszystkich próbach w odniesieniu do wartości podawanych w literaturze [5, 6, 13]. Wpływ zastosowanych dawek azotu okazał się w tym przypadku niewielki. Najmniejszą zawartość ekstraktu stwierdzono w kapuście nawożonej największą dawką azotu, co znajduje potwierdzenie w literaturze przedmiotu [14]. Dawka azotu wpłynęła natomiast w sposób istotny na zawartość suchej masy i azotanów(V) w kapuście. Sucha masa kapusty nawożonej największą

dawką azotu była większa niż kapusty nawożonej mniejszymi dawkami. Jednocześnie zawartość azotanów(V) w kapuście wzrastała istotnie wraz ze wzrostem dawki azotu, co jest zgodne z wynikami uzyskanymi przez Elkner i Michalik [4] oraz Hatano i wsp. [9]. Jednak nawet przy największej dawce azotu zawartość azotanów(V) zawierała się w zakresie zalecanych wartości [3]. Zaobserwowano zróżnicowanie odmianowe pod względem skłonności do kumulacji azotanów(V). Najwyższą skłonność do kumulacji wykazywały odmiany Alfama i Galaxy.

Wyniki oceny sensorycznej kapusty kwaszonej zestawiono w tab. 3–6.

Tabela 3

Wyniki sensorycznej oceny zapachu kapusty kwaszonej w zależności od jej odmiany i dawki azotu [skala 0-10 pkt].

Results of sensory analysis of sauerkraut in relation to cultivar and nitrogen dose – odor descriptors (scoring scale from 0 to 10).

Czynnik / Factor		Zapach / Odor		
Odmiana Cultivar (A)	Dawka azotu Nitrogen dose (B) [kg·ha <sup>-1</sup> ]	ostry (drażniący) sharp (irritating)	kiszzonej kapusty of sauerkraut	obcy off-odor
Alfama	150	2,70	5,50	1,77
	200	2,68	5,72	1,60
	250	3,01	5,31	1,90
Balaton	150	3,41	5,99	1,32
	200	3,06	5,68	1,55
	250	3,54	5,51	1,62
Galaxy	150	2,75	4,40	2,75
	200	2,83	5,53	1,49
	250	3,56	5,67	1,26
Hinova	150	4,24	5,02	1,70
	200	3,11	5,54	1,33
	250	2,85	5,30	1,32
Wartości średnie wg odmian Means for cultivars	Alfama	2,80 a	5,51 a	1,76 a
	Balaton	3,34 a	5,73 a	1,50 a
	Galaxy	3,05 a	5,20 a	1,83 a
	Hinova	3,40 a	5,29 a	1,45 a
Wartości średnie wg dawki N Means for N dose [kg·ha <sup>-1</sup> ]	150	3,28 a	5,23 a	1,89 a
	200	2,92 a	5,62 a	1,49 a
	250	3,24 a	5,45 a	1,53 a

Objaśnienia jak w tab. 2. / Explanatory notes as in Tab. 2.

Interakcja AxB (P = 0,05): n.i. / Interaction AxB (P = 0.05): n.s.

Tabela 4

Wyniki sensorycznej oceny barwy, połysku, twardości i chrupkości kapusty kwaszonej w zależności od jej odmiany i dawki azotu [skala 0-10 pkt].

Results of sensory analysis of sauerkraut in relation to cultivar and nitrogen dose – color, glossiness, firmness, and crunchiness (scoring scale from 0 to 10).

Czynnik / Factor		Barwa Color	Połysk Glossiness	Twardość Firmness	Chrupkość Crunchiness
Odmiana Cultivar (A)	Dawka azotu Nitrogen dose (B) [kg·ha <sup>-1</sup> ]				
Alfama	150	5,46	5,10	5,28	5,88
	200	5,71	5,22	5,01	5,91
	250	5,05	4,63	5,13	5,64
Balaton	150	6,91	4,32	5,89	5,73
	200	6,21	4,71	5,18	5,23
	250	6,70	4,08	6,57	5,85
Galaxy	150	5,69	4,74	5,02	4,93
	200	6,32	4,75	4,85	4,57
	250	6,74	5,59	5,55	5,10
Hinova	150	4,57	3,96	5,73	5,96
	200	5,55	4,24	5,35	5,98
	250	4,71	4,46	6,43	5,98
Wartości średnie wg odmian Means for cultivars	Alfama	5,41 ab	4,98 b	5,14 a	5,81 b
	Balaton	6,61 c	4,37 a	5,88 b	5,60 ab
	Galaxy	6,25 bc	5,03 b	5,13 a	4,87 a
	Hinova	4,94 a	4,22 a	5,84 b	5,97 b
Wartości średnie wg dawki N Means for N dose [kg·ha <sup>-1</sup> ]	150	5,66 a	4,53 a	5,48 ab	5,63 a
	200	5,95 a	4,73 a	5,10 a	5,42 a
	250	5,80 a	4,69 a	5,92 b	5,64 a

Objaśnienia jak w tab. 2 / Explanatory notes as in Tab. 2.

Interakcja AxB (P = 0,05): n.i. / Interaction AxB (P = 0.05): n.s.

Wpływ badanych czynników na intensywność wyróżników zapachu okazał się nieistotny, jednak oceny poszczególnych próbek wskazują, że intensywność zapachu ostrego była zróżnicowana (tab. 3). Najwyższe noty w przypadku zapachu ostrego uzyskała kapusta odmiany Hinova, nawożona dawką azotu wynoszącą 150 kg·ha<sup>-1</sup>, oraz Galaxy i Balaton, nawożone dawką 250 kg·ha<sup>-1</sup>. Intensywność zapachu obcego próbek była mało zróżnicowana (najwyższa w przypadku kapusty odmiany Galaxy nawożonej dawką 150 kg·ha<sup>-1</sup>). Do najczęściej powtarzających się określeń zapachu

obcego należały: zapach przekwaszonej kapusty, zapach „piwniczny”, zapach „chrzanowy”. Odnotowano istotny wpływ odmiany na wyróżniki wyglądu krajanki (barwę i połysk) oraz tekstury (twardość i chrupkość), jak również wpływ dawki azotu na twardość krajanki (tab. 4). Kapusta odmiany Hinova wykazywała barwę białoszarą, natomiast Balaton – białokremową. Odmiany Hinova i Balaton charakteryzowały się najniższym połyskiem, a równocześnie największą twardością. Kapusta odmiany Galaxy cechowała się najmniejszą chrupkością, ale odmiana Balaton nie różniła się od niej istotnie pod tym względem. Najmniejszą twardość krajanki uzyskano przy

Tabela 5

Wyniki sensorycznej oceny smaku kapusty kwaszonej w zależności od jej odmiany i dawki azotu [skala 0-10 pkt].

Results of sensory analysis of sauerkraut in relation to cultivar and nitrogen dose – flavor and taste descriptors (scoring scale from 0 to 10).

Czynnik / Factor		Smak / Taste					
Odmiana Cultivar (A)	Dawka N N dose (B) [kg·ha <sup>-1</sup> ]	kwaśny sour	słony salty	słodki sweet	ostry spicy	gorzki bitter	obcy off-taste
Alfama	150	5,75	4,26	0,82	2,22	0,90	0,41
	200	6,13	2,70	0,90	2,16	0,65	0,40
	250	6,70	2,90	1,89	2,32	0,53	0,13
Balaton	150	5,29	2,37	1,77	1,63	1,24	0,00
	200	6,19	3,04	1,27	2,65	0,60	0,15
	250	4,47	6,65	0,68	2,16	1,50	0,21
Galaxy	150	5,08	4,46	1,45	2,55	1,23	0,51
	200	5,70	3,40	1,39	2,64	0,66	0,13
	250	5,73	3,55	0,70	2,51	0,75	0,03
Hinova	150	4,90	3,75	1,00	2,77	1,34	0,12
	200	5,65	2,56	0,88	2,15	0,69	0,14
	250	6,10	2,86	1,28	2,89	1,34	0,23
Wartości średnie wg odmian Means for cultivars	Alfama	6,19 b	3,29 a	1,20 a	2,23 a	0,69 a	0,31 a
	Balaton	5,32 a	4,02 b	1,24 a	2,15 a	1,11 b	0,12 a
	Galaxy	5,50 ab	3,80 b	1,18 a	2,57 a	0,88 ab	0,22 a
	Hinova	5,55 ab	3,06 a	1,05 a	2,60 a	1,12 b	0,16 a
Wartości średnie wg dawki N Means for N dose [kg·ha <sup>-1</sup> ]	150	5,26 a	3,71 a	1,26 a	2,29 a	1,18 b	0,26 a
	200	5,92 b	2,93 a	1,11 a	2,40 a	0,65a	0,21 a
	250	5,75 b	3,99 a	1,14 a	2,47 a	1,03 ab	0,15 a

Objaśnienie jak w tab. 2 / Explanatory notes as in Tab. 2.

Interakcja AxB (P = 0,05): n.i. / Interaction AxB (P = 0.05): n.s.



średniej dawce azotu ( $200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). Zaobserwowano istotny wpływ odmiany na wyróżniki smaku: smak kwaśny, słony i gorzki (tab. 5). Natomiast dawka azotu różnicowała próbki jedynie w przypadku smaku kwaśnego i gorzkiego. Najbardziej kwaśna i jednocześnie najmniej słona (obok odmiany Hinova) oraz najmniej gorzka była kapusta odmiany Alfama. Przy najmniejszej dawce azotu kiszonka była najmniej kwaśna (jednak poza odmianą Balaton) i najbardziej gorzka (za wyjątkiem odmiany Alfama). Najniższą ocenę ogólną uzyskała kapusta odmiany Balaton, nawożona największą dawką azotu, a po niej odmiana Galaxy, nawożona dawką najmniejszą. Najwyższą

Tabela 6

Wyniki sensorycznej oceny ogólnej i pożądalności ogólnej kapusty kwaszonej w zależności od jej odmiany i dawki azotu [skala 0-10 pkt].

Results of overall quality and overall likeness assessment of sauerkraut in relation to cultivar and nitrogen dose (scoring scale from 0 to 10).

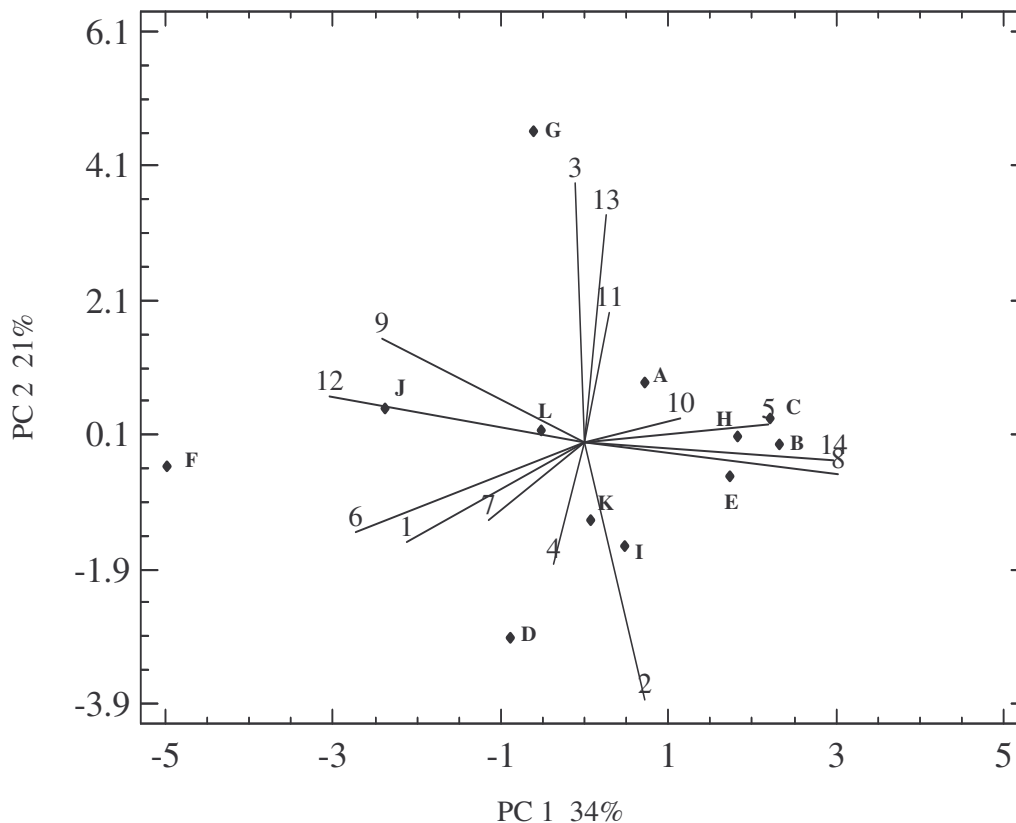
Czynnik / Factor		Ocena ogólna Overall quality	Pożądalność ogólna Overall likeness
Odmiana Cultivar (A)	Dawka N / N dose (B) [ $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ]		
Alfama	150	5,65	5,75
	200	6,05	6,12
	250	5,65	5,95
Balaton	150	5,10	4,89
	200	5,70	5,62
	250	3,89	2,82
Galaxy	150	4,75	4,14
	200	5,69	5,52
	250	5,18	4,89
Hinova	150	5,43	5,09
	200	5,07	5,46
	250	5,26	5,20
Wartości średnie wg odmian Means for cultivar	Alfama	5,78 b	5,94 b
	Balaton	4,90 a	4,44 a
	Galaxy	5,21 ab	4,85 a
	Hinova	5,25 ab	5,25 ab
Wartości średnie wg dawki N Means for N dose [ $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ]	150	5,23 a	4,97 ab
	200	5,63 b	5,68 b
	250	5,00 a	4,72 a

Objaśnienie jak w tab. 2 / Explanatory notes as in Tab. 2.

Interakcja AxB ( $P = 0,05$ ): dla oceny ogólnej - 1,22; dla pożądalności ogólnej - 1,60.

Interaction AxB ( $P = 0,05$ ): with regard to overall quality - 1.22; with regard to overall likeness - 1.60.

ocenę ogólną uzyskała kapusta nawożona dawką azotu równą  $200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Podobne tendencje zaobserwowano również w przypadku oceny pożądalności ogólnej kapusty.



Rys. 1. Projekcja PCA wyróżników jakości sensorycznej i próbek kwaszonej kapusty.

Fig. 1. A PCA projection of sensory quality descriptors and of sauerkraut samples

Objaśnienia wektorów: 1 – zapach ostry, 2 – zapach kwaszonej kapusty, 3 – zapach obcy, 4 – barwa, 5 – połysk, 6 – twardość, 7 – chrupkość, 8 – smak kwaśny, 9 – smak słony, 10 – smak słodki, 11 – smak ostry, 12 – smak gorzki, 13 – smak obcy, 14 – ocena ogólna.

Objaśnienia prób: A – Alfama/150, B – Alfama/200, C – Alfama/250, D – Balaton/150, E – Balaton/200, F – Balaton/250, G – Galaxy/150, H – Galaxy/200, I – Galaxy/250, J – Hinova/150, K – Hinova/200, L – Hinova/250. (Liczby przy nazwie odmiany oznaczają zastosowaną dawkę azotu w  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Vectors: 1 – pungent odor, 2 – odor of sauerkraut, 3 – off-odor, 4 – color, 5 – glossiness, 6 – firmness, 7 – crunchiness, 8 – sour taste, 9 – salty taste, 10 – sweet taste, 11 – sharp taste, 12 – bitter taste, 13 – off-taste, 14 – overall quality.

Samples: A – ‘Alfama’/150, B – ‘Alfama’/200, C – ‘Alfama’/250, D – ‘Balaton’/150, E – ‘Balaton’/200, F – ‘Balaton’/250, G – ‘Galaxy’/150, H – ‘Galaxy’/200, I – ‘Galaxy’/250, J – ‘Hinova’/150, K – ‘Hinova’/200, L – ‘Hinova’/250.

'Hinova'/150, K – 'Hinova'/200, L – 'Hinova'/250. (Numerical values accompanying cultivar's names indicate an applied nitrogen dose in  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Projekcja PCA (biplot) wyników analizy sensorycznej w układzie dwóch pierwszych składowych (PC 1 i PC 2), odpowiedzialnych za 55% zmienności jakości sensorycznej, obrazuje zróżnicowanie próbek pod względem badanych wyróżników smakowo-zapachowych i tekstury oraz stopień wpływu poszczególnych cech na jakość sensoryczną kapusty (rys. 1). Położenie wektora oceny ogólnej blisko wektora smaku kwaśnego wskazuje na dodatnie skorelowanie tych wyróżników, natomiast położenie wektora smaku gorzkiego przeciwie do wektora oceny ogólnej świadczy z kolei o wystąpieniu korelacji ujemnej. Zapach charakterystyczny dla kwaszonej kapusty oraz zapach obcy oddziaływały przeciwstawnie na jakość sensoryczną (wektory o przeciwnym zwrocie). Zgrupowanie próbek Alfama/200, Alfama/250, Balaton/200 i Galaxy/200 (liczba przy nazwie odmiany kapusty określa dawkę azotu w nawożeniu) wokół wektora oceny ogólnej wskazuje na ich wyższą jakość w stosunku do pozostałych próbek. Kiszonki Balaton/250, Galaxy/150 i Balaton/150 odbiegały znacznie jakością od innych (punkty odnoszące się do wymienionych próbek wykazują duży rozrzut na powierzchni układu współrzędnych).

## Wnioski

1. Badane odmiany kapusty wykazują zróżnicowane właściwości sensoryczne po ukwaszeniu. Dotyczy to cech wyglądu kwaszonki, tekstury, smaku kwaśnego, słonego i gorzkiego. Najlepszą jakością sensoryczną charakteryzuje się kapusta odmiany Alfama. Odmiany wykazują również zróżnicowanie pod względem skłonności kumulowania azotanów, natomiast mało różnią się pod względem zawartości witaminy C i ekstraktu.
2. Wraz ze wzrostem dawki azotu w nawożeniu mineralnym zmienia się charakterystyka jakości sensorycznej kapusty kwaszonej pod względem twardości krajanki, smaku kwaśnego i smaku gorzkiego, co wpływa na ogólną ocenę jakości. Wzrasta również zawartość azotanów w główkach. Za najbardziej korzystną dawkę azotu, niezbędną do uzyskania odpowiedniej jakości kwaszonek z większości odmian kapusty, należy uznać  $200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

## Literatura

- [1] Abbott J.: Quality measurement of fruits and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.*, 1999, **15**, 207-225.
- [2] Bartoszek A., Forc A., Grześkowiak J.: Antioxidative properties of some vegetable products traditional for diets in Central Europe. *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2002, **11/52**, 67-70.

- [3] Elkner K.: Wpływ odmiany i czynników agrotechnicznych na jakość warzyw przeznaczonych do kiszenia. W: Materiały Konf. Nauk.-Techn. "Postęp naukowo-technologiczny w kwaszarnictwie", Wrocław 1989, COBRO Warszawa, s. 14-26.
- [4] Elkner K., Michalik H.: Wpływ typu gleby i nawożenia azotem na jakość kapusty kiszanej. Biul. Warzyw., 1989, **II Supl.**, 195-198.
- [5] Elkner K.: Jakość kapusty kwaszonej. Hasło Ogrod., 2003, **9**, 80-81.
- [6] Everaarts A.P., de Moel C.P.: The effect of nitrogen and the method of application on yield and quality of white cabbage. Europ. J. Agron., 1998, **9**, 203-211.
- [7] Freyman S., Toivonen P.M., Perrin P.M., Lin W.C., Hall J.W.: Effect of nitrogen fertilization on yield, storage losses and chemical composition of winter cabbage. Can. J. Plant Sci., 1991, **7**, 943-946.
- [8] Hara T.: Effects of nitrogen, phosphorus and potassium in culture solution on the head yield and free sugar composition of cabbage. J. Jap. Soc. Hortic. Sci., 1989, **58**, 595-599.
- [9] Hatano A., Okawa H., Imagawa M.: Effects of the amount of nitrogen application on the nitrate contents of cabbage and Chinese cabbage. Res. Bull. Aichi-ken Agric. Res. Center, 2003, **35**, 79-83.
- [10] Jarczyk A., Berdowski J.B.: Przetwórstwo owoców i warzyw. Cz. 1. WSiP, Warszawa 1997.
- [11] Komiyama S., Furudate A., Meguro T.: The current situation and factors affecting ascorbic acid content of summer harvested cabbage. Bull. of Hokkaido Prefectural Agric. Exp. Stations, 1999, **77**, 65-68.
- [12] Kuensch U., Schaerer H., Temperli A.: Die Bedeutung von Vitamin C für die Sauerkraut-Technologie. Mitt. Gebiete Lebensmitt. Hyg., 1992, **83**, 20-29.
- [13] Meilgaard M., Civille G.V., Carr B.T.: Sensory Evaluation Techniques. 3<sup>rd</sup> ed.. CRC Press, Boca Raton London 1999.
- [14] Nurzyński J.: Wpływ makro- i mikroskładników na niektóre wskaźniki wartości odżywczej kapusty białej i jarmużu. Roczn. Nauk Roln., Seria A, 1973, 47-99.
- [15] PN-71/A-75101. Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. 3.14. Oznaczanie zawartości witaminy C.
- [16] PN-72/777000. Kapusta kwaszona.
- [17] PN-ISO-8586-2: 1996. Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania oceniających. Eksperci.
- [18] PN-ISO-8589: 1998. Analiza sensoryczna. Ogólne wytyczne projektowania pracowni analizy sensorycznej.
- [19] PN-ISO-6564: 1999. Analiza sensoryczna. Metodologia. Metody profilowania smakowości.
- [20] Rumpel J.: Uprawa kapusty. Hortpress, Warszawa 2002.
- [21] Sady W.: Nawożenie warzyw polowych, Plantpress, Kraków 2000.
- [22] Sieling E.R.M.: Nitrogen Fertilization Guidelines for Arable Crops and Field Vegetables. IKC-AGV, Lelystad, Holland 1992.
- [23] Tarata G., Popandron N., Podoleanu M., Gavriliuc M., Munteanu T.: Studies on the effect of nitrogen fertilizers on cabbage and cauliflower. Anale Institutul de Cercetari pentru Legumicultura si Floricultura Vidra, 1995, **13**, 475-484.
- [24] Tecator ASN 62-03/84. Fiastar Application Note File.
- [25] Vogel G.: Handbuch des speziellen Gemüsebaues. Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart 1996.

## CHEMICAL COMPOSITION AND SENSORY QUALITY OF WHITE CABBAGE DEPENDING ON THE CABBAGE CULTIVAR AND NITROGEN DOSE AS APPLIED IN MINERAL FERTILIZATION

### S u m m a r y

There were examined a chemical composition of white (not fermented) cabbage and a sensory quality of sauerkraut made of it. A differentiating factor was a cabbage cultivar and a dose of nitrogen fertilizer applied as mineral fertilizer. The four white cabbage cultivars were investigated: 'Alfama' F1, 'Balaton' F1, 'Galaxy' F1, and 'Hinova' F1. The nitrogen doses applied were 150, 200, and 250 kg·ha<sup>-1</sup> respectively.

With regard to the chemical composition of fresh cabbage, the contents of soluble solids, vitamin C, nitrates(V), and dry mass were determined. The vitamin C and extract levels in individual cultivars varied a little, however, they showed essential differences with regard to their potential of cumulating nitrates.

To sensory assess the sauerkraut investigated, a qualitative descriptive analysis (QDA) was applied. Additionally, the cabbage was evaluated from the point of view of the consumer's quality (assessment of the overall likeness). 13 descriptors selected by a panel of experts were used to describe the sensory quality of cabbage. The results of the investigations showed that samples of sauerkraut differed in some sensory properties. The best sensory quality showed the 'Alfama' cultivar. A nitrogen dose applied proved to have a significant impact on quality. For the majority of cultivars investigated, the sensory quality of cabbage fertilized using 200 kg·ha<sup>-1</sup> of nitrogen was scored the best whereas the sauerkraut produced of a 'Balaton' cultivar got the lowest score of its overall sensory quality. The nitrates(V) content increased in cabbage with increasing dose of N applied. A principal components analysis (PCA) showed that 55% of total variations in the sensory quality of sauerkraut samples were to be attributed to the joint effect of two principal components (PC 1 and PC 2).

**Key words:** nitrogen, sensory quality, sauerkraut, quantitative descriptive analysis (QDA) ☒