

Edyta Kosterna, Anna Zaniewicz-Bajkowska, Robert Rosa, Jolanta Franczuk

**WPŁYW AGROHYDROGELU NA PLONOWANIE
I WYBRANE ELEMENTY WARTOŚCI ODŻYWCZEJ
TRZECH ODMIAN KALAREPY**

***EFFECT OF AGROHYDROGEL ON YIELDS AND SELECTED
ELEMENTS OF NUTRITIVE VALUE
OF THREE KOHLRABI CULTIVARS***

Streszczenie

Eksperyment polowy przeprowadzono w latach 2007-2009 na terenie ośrodka szklarniowego Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Doświadczenie założono w trzech powtórzeniach metodą losowanych bloków. Badano wpływ sposobu stosowania AgroHydroGelu (kontrola, AgroHydroGel zastosowany pod rozsadę, AgroHydroGel zastosowany pod roślinę w gruncie, połowa dawki AgroHydroGelu zastosowana pod rozsadę, połowa pod roślinę w gruncie) oraz odmiany ('Gabi', 'Delikates Biała', 'Wiedeńska Biała') na wielkość i jakość plonu kalarepy, uprawianej w gruncie w warunkach klimatycznych środkowo-wschodniej Polski. Kalarepę uprawiano z rozsady przygotowanej w szklarni nieogrzewanej. Nasiona każdej odmiany wysiano w trzeciej dekadzie marca do skrzynek wypełnionych substratem torfowym z dodatkiem AgroHydroGelu lub tylko samym substratem. Zbiór kalarepy przeprowadzono dwukrotnie w odstępach 7-10 dniowych, minimalna średnica zgrubienia wynosiła 3 cm. Początek zbiorów przypadał po 50-51 dniach od wysadzenia rozsady. Na podstawie uzyskanych wyników badań stwierdzono, że warunki pogodowe w latach badań miały istotny wpływ na wielkość plonu, średnią masę i średnicę zgrubienia, a także na zawartość składników odżywczych w zgrubieniach kalarepy. Najbardziej korzystnie na wzrost plonów badanych odmian kalarepy oddziaływał AgroHydroGel zastosowany w całości pod roślinę w gruncie. Spośród badanych odmian 'Gabi' i 'Wiedeńska Biała' charakteryzowały się większym plonem oraz większą masą i średnicą zgrubienia w porównaniu z odmianą 'Delikates Biała'. Stwierdzono, że sposób stosowania AgroHydroGelu nie miał istotnego wpływu na zawartość składników odżywczych w zgrubieniach kalarepy.

Słowa kluczowe: superabsorbent, kalarepa, plon, wartość odżywcza, odmiana

Summary

A field experiment was carried out from 2007-2009 at the University of Natural Sciences and Humanities greenhouse complex in Siedlce. The trial was set up as randomized blocks with three replications. In the experiment was investigated the effect of method of AgroHydroGel application (control, AgroHydroGel applied under seedlings, AgroHydroGel applied under plants in the field, half of the AgroHydroGel rate applied under seedlings, the other half under plants in the field) and cultivar ('Gabi', 'Delikates Biala', 'Wiedeńska Biala') on the yield level and quality of kohlrabi grown in the field under the weather conditions of central-eastern Poland. Kohlrabi seedlings were grown in a non-heated greenhouse. The seeds each cultivars were sown in late March to seedling containers with peat substrate amended with AgroHydroGel or peat substrate only. The kohlrabi was harvested two times at 7-10 days intervals, at a minimum bulb diameter of 3 cm. The beginning of harvest was after 50-51 days from the planting of seedlings. There was found that weather conditions in the study years had significant influence on the yield level, average weight and bulb diameter as well as on the nutrient contents in the kohlrabi bulb. The most favourable on the increase of yield of the investigated kohlrabi cultivars affected AgroHydroGel applied in the whole rate under plant in the field. Among the examined cultivars 'Gabi' and 'Wiedeńska Biala' were characterized higher yield, average weight and bulb diameter in comparison with 'Delikates Biala'. It was found that the method of AgroHydroGel application had no influence on the nutrient content in the kohlrabi bulb.

Słowa kluczowe: superabsorbent, kohlrabi, yield, nutritive value, cultivar

WSTĘP

W warunkach klimatycznych Polski coraz większym problemem staje się gospodarowanie niewielkimi zasobami wody w produkcji roślinnej, zwłaszcza w polowej uprawie warzyw. Podstawowym źródłem uzupełnienia wody w glebie są opady atmosferyczne. Występujące zmiany klimatyczne objawiające się nieregularnymi opadami deszczu i długotrwałymi okresami suszy, powodują wahania wysokości plonów i pogorszenie ich jakości [Radzka i in. 2007; Bartnik 2008]. Obserwowana okresowo niedostateczna ilość wody w glebie powoduje wzrost zainteresowania zagadnieniami poprawy właściwości sorpcyjnych gleb [Mellouli i in. 1998]. Jednym ze sposobów zmniejszenia deficytu wody może być zastosowanie superabsorbentów polimerowych – hydrożeli jako dodatku do gleby. Hydrozele posiadają możliwość gromadzenia znacznych ilości wody, którą udostępniają roślinom. Te zalety sorbentów umożliwiają prawidłowy wzrost roślin przy ograniczonym podlewaniu [Hetman i in. 1998, Słowińska-Jurkiewicz i Jaroszuk 2001, Paluszek 2003, Majkowska-Gadomska i Wierzbicka 2005]. Zmieszane z glebą zwiększają jej pojemność wodną i przeciwdziałają stresom wodnym zapewniając roślinom wilgoć, a także ograniczają parowanie wody z gleby. W czasie nawodnień lub deszczu wiążą wodę zapobiegając jej przesiąkaniu w głębsze warstwy gleby i powierzchniowemu spływowi [Bartnik

2008]. Stwarzają również korzystne warunki powietrzno-wodne w glebie, kształtujące odpowiedni dla roślin klimat glebowy [Owczarzak i in. 2006]. Zdaniem Leciejewskiego [2008], gleba z dodatkiem hydrożelu charakteryzuje się niższym tempem przesychnania zarówno w warunkach krótkotrwałego niedoboru wody między kolejnymi nawodnieniami, jak również w czasie dłuższej trwającej suszy na powierzchniach nienawadnianych. Wysoką przydatność hydrożelu w uprawie sałaty stwierdzili Woodhouse and Johnson [1991], Chatzoudis and Valkanas [1995], Wierzbicka i in. [2002] i Majkowska-Gadomska [2006], papryki Jabłońska-Ceglarek i in. [1999], kapusty Biesiada i in. [1997], pomidora, kapusty i sałaty Kołota i Krężel [1995].

Celem badań była ocena wpływu sposobu stosowania AgroHydroGelu na wielkość i jakość plonu trzech odmian kalarepy uprawianych w gruncie w warunkach klimatycznych środkowo-wschodniej Polski.

MATERIAŁ I METODY

Eksperyment polowy przeprowadzono w latach 2007-2009 na terenie ośrodka szklarniowego Uniwersytetu Przyrodniczo-Humanistycznego w Siedlcach. Doświadczenie założono w trzech powtórzeniach metodą losowanych bloków. Przeprowadzono je na glebie antropogenicznej o cechach hortisolu, przez wiele lat użytkowanej jako część gospodarstwa ogrodniczego. Gleba charakteryzowała się poziomem próchnicznym o miąższości około 40 cm, odczynem zbliżonym do obojętnego i zawartością węgla organicznego od 2,3 do 2,5%. Zawartość w glebie składników w formach łatwo przyswajalnych dla roślin kształtowała się na poziomie: fosforu $49 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, azotu $44 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, potasu $185 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ powietrznie suchej masy. Zawartość potasu kształtowała się powyżej, a azotu i fosforu nieznacznie poniżej dolnej granicy optymalnej zawartości tych składników dla kalarepy w uprawie polowej [Sady 2000]. Jako nawożenie podstawowe przed sadzeniem rozsady zastosowano Azofoskę w ilości 10 kg na 100 m^2 powierzchni uprawnej.

W doświadczeniu badano wpływ następujących czynników:

- sposób stosowania AgroHydroGelu
 - kontrola bez AgroHydroGelu,
 - AgroHydroGel zastosowany pod rozsadę (54 g pod rozsadę przeznaczoną na pojedyncze poletko),
 - AgroHydroGel zastosowany pod roślinę w gruncie (54 g na pojedyncze poletko),
 - połowa dawki AgroHydroGelu zastosowana pod rozsadę (27 g pod rozsadę przeznaczoną na pojedyncze poletko), połowa pod roślinę w gruncie (27 g na pojedyncze poletko),

- odmiana
 - ‘Gabi’,
 - ‘Delikates Biała’,
 - ‘Wiedeńska Biała’.

AgroHydroGel (produkcji Agroidea) jest z chemicznego punktu widzenia - czystym, usieciowionym poliakrylanem potasu, wytwarzanym na drodze polimeryzacji rodnikowej. Podstawowymi surowcami do produkcji są kwas akrylowy ($C_3H_4O_2$) oraz wodorotlenek potasu (KOH). Dostępne w sprzedaży pył lub kryształki wielkości 3-4 mm po nawodnieniu zmieniają się w żel. AgroHydroGel przyjmuje i utrzymuje wodę o masie 300 do 500 razy większej od własnej.

Kalarepę uprawiano z rozsady przygotowanej w szklarni nieogrzewanej. Nasiona w ilości 0,3 g każdej odmiany wysiano w trzeciej dekadzie marca do skrzynek wypełnionych substratem torfowym z dodatkiem AgroHydroGelu lub tylko w substrat torfowy. W obiektach, w których AgroHydroGel stosowano do gruntu po wyznaczeniu rzędów z pasów gleby o wymiarach 20 cm szerokości i 20 cm głębokości, wybrano glebę i wymieszano ją z hydrozelem.

Przed wysadzeniem na miejsce stałe rozsadę zahartowano. Rośliny wysadzono do gruntu w ostatniej dekadzie kwietnia w rozstawie 15x30 cm, na poletka o wymiarach 1,2x2,4 m (2,88 m²).

Zbiór kalarepy przeprowadzono dwukrotnie w odstępach 7-10 dniowych, minimalna średnica zgrubienia wynosiła 3 cm. Początek zbiorów przypadał po 50-51 dniach od wysadzenia rozsady. W trakcie zbioru określono plon ogółem i plon handlowy zgrubień [kg m⁻²], średnią masę zgrubienia handlowego [g] oraz średnicę zgrubienia [cm]. Plon niehandlowy stanowiły zgrubienia porażone przez choroby, popękane i przerośnięte. Z każdego poletka pobrano próbę zgrubień (10 sztuk) do analiz laboratoryjnych, w celu określenia zawartości suchej masy [%] – metodą suszarkowo-wagową [PN-A-75101-03], kwasu askorbinoowego [mg·100 g⁻¹ św. m.] – metodą Tillmansa [PN-A-04019] i cukrów ogółem [% św. m.] – metodą Luffa-Schoorla [PN-A-75101-07].

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie stosując analizę wariancji. Istotność różnicy średnich oceniono testem Tukey’a przy poziomie istotności $\alpha=0,05$.

W tabeli 1 scharakteryzowano warunki pogodowe w okresie wegetacji kalarepy. Bardziej korzystne warunki termiczne i opadowe dla wzrostu i rozwoju roślin wystąpiły w latach 2008 i 2009. W 2007 roku koniec kwietnia był dość chłodny, a maj i czerwiec bardzo ciepłe. Taki rozkład temperatur w okresie wegetacji kalarepy wpłynął negatywnie na jej wzrost i plonowanie. Rozkład opadów w roku 2007 był dość równomierny, natomiast ilość opadów była niewystarczająca do prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin.

Tabela 1. Średnie temperatury powietrza i sumy opadów atmosferycznych w okresie wegetacji kalarepy**Table 1.** Mean air temperature and rainfalls in the vegetation period of kohlrabi

Lata Years	Temperatura powietrza Air temperature (°C)				Opady atmosferyczne Rainfalls (mm)			
	Kwiecień April	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July	Kwiecień April	Maj May	Czerwiec June	Lipiec July
2007	8,3	14,5	18,2	18,5	21,2	59,1	59,9	70,2
2008	8,8	12,5	17,0	18,1	43,5	72,7	56,7	108,8
2009	10,0	12,8	15,8	19,3	5,4	59,8	163,6	56,5
Średnio dla – Mean for 1951-1990	7,2	13,2	16,2	17,6	29,4	54,3	69,3	70,6

WYNIKI I DYSKUSJA

Wielkość plonu ogółem, handlowego oraz średnia masa i średnica zgrubienia kalarepy zależały od warunków pogodowych w poszczególnych latach badań (tab. 2, 3).

Tabela 2. Plonowanie kalarepy w zależności od sposobu stosowania AgroHydroGelu i odmiany ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)**Table 2.** Kohlrabi yields depending on method of AgroHydroGel application and cultivar ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$)

Lata Years	Odmiana Cultivar	Sposób stosowania AgroHydroGelu Method of AgroHydroGel application				Średnia Mean
		kontrola control	pod rozsadę under seedling	pod roślinę under plant	pod rozsadę i roślinę under seedling and plant	
Plon ogółem – Total yield						
2007	‘Gabi’	1,90	2,52	2,76	2,15	2,33
	‘Delikates Biała’	1,39	1,77	2,42	1,55	1,78
	‘Wiedeńska Biała’	1,79	2,52	3,01	1,97	2,32
Średnia – Mean		1,69	2,27	2,73	1,89	2,15
2008	‘Gabi’	2,97	3,51	3,86	4,15	3,62
	‘Delikates Biała’	3,22	3,01	4,02	3,33	3,40
	‘Wiedeńska Biała’	2,85	3,11	4,20	3,41	3,39
Średnia – Mean		3,02	3,21	4,03	3,63	3,47
2009	‘Gabi’	4,77	4,14	4,75	4,46	4,53
	‘Delikates Biała’	2,32	3,34	3,37	3,06	3,02
	‘Wiedeńska Biała’	3,33	3,35	4,20	4,14	3,76
Średnia – Mean		3,47	3,61	4,11	3,89	3,77
Średnia dla lat – Mean for years		2,73	3,03	3,62	3,14	3,13

Średnia dla odmian Mean for cultivars	‘Gabi’	3,21	3,39	3,79	3,58	3,49
	‘Delikates Biała’	2,31	2,71	3,27	2,65	2,73
	‘Wiedeńska Biała’	2,66	2,99	3,81	3,18	3,16
NIR _{0,05} dla - NIR _{0,05} for: lat - years = 0,44; sposobu – method = 0,56; odmiany - cultivar = 0,44; lata - years x sposób - method = n.i., lata - years x odmiana - cultivar = n.i., sposób - method x odmiana - cultivar = n.i.						
Plon handlowy – Marketable yield						
2007	‘Gabi’	1,31	1,22	2,57	1,82	1,73
	‘Delikates Biała’	1,07	1,10	1,56	1,10	1,21
	‘Wiedeńska Biała’	1,35	1,63	2,66	1,94	1,89
Średnia – Mean		1,25	1,31	2,26	1,62	1,61
2008	‘Gabi’	2,20	2,76	3,25	2,91	2,78
	‘Delikates Biała’	2,31	2,70	3,55	2,50	2,77
	‘Wiedeńska Biała’	2,36	2,75	3,14	2,96	2,80
Średnia – Mean		2,29	2,74	3,31	2,79	2,78
2009	‘Gabi’	4,52	3,95	4,75	4,46	4,42
	‘Delikates Biała’	1,65	2,74	2,87	2,52	2,45
	‘Wiedeńska Biała’	2,90	3,31	3,75	3,59	3,39
Średnia – Mean		3,02	3,33	3,79	3,52	3,42
Średnia dla lat – Mean for years		2,19	2,46	3,12	2,64	2,60
Średnia dla odmian Mean for cultivars	‘Gabi’	2,68	2,64	3,52	3,06	2,97
	‘Delikates Biała’	1,68	2,18	2,66	2,04	2,14
	‘Wiedeńska Biała’	2,20	2,56	3,18	2,83	2,69
NIR _{0,05} dla - NIR _{0,05} for: lat - years = 0,48; sposobu - method = 0,61; odmiany - cultivar = 0,51; lata - years x sposób - method = n.i., lata - years x odmiana - cultivar = 0,89, sposób - method x odmiana - cultivar = n.i.						

Tabela 3. Wielkość zgrubień kalarepy w zależności od sposobu stosowania AgroHydroGelu i odmiany

Table 3. Size of kohlrabi bulb depending on method of AgroHydroGel application and cultivar

Lata Years	Odmiana Cultivar	Sposób stosowania AgroHydroGelu Method of AgroHydroGel application				Średnia Mean
		kontrola control	pod rozsądę under seedling	pod roślinę under plant	pod rozsądę i roślinę under seedling and plant	
Średnia masa zgrubienia handlowego – Average weight of marketable bulb (g)						
2007	‘Gabi’	81,3	106,9	125,9	98,5	103,2
	‘Delikates Biała’	59,1	72,3	97,8	71,5	75,2
	‘Wiedeńska Biała’	71,2	104,6	131,3	92,0	99,8
Średnia – Mean		70,5	94,6	118,4	87,4	92,7
2008	‘Gabi’	134,2	149,3	169,7	161,8	153,8
	‘Delikates Biała’	129,0	136,7	166,5	137,7	142,5
	‘Wiedeńska Biała’	116,4	133,7	192,4	158,2	150,1
Średnia – Mean		126,5	139,9	176,2	152,6	148,8

2009	‘Gabi’	216,7	178,3	206,5	198,9	200,1
	‘Delikates Biała’	93,4	144,2	155,8	143,4	134,2
	‘Wiedeńska Biała’	144,3	145,4	172,9	173,7	159,1
Średnia – Mean		151,5	155,9	178,4	172,0	164,5
Średnia dla lat – Mean for years		116,2	130,2	157,7	137,3	135,3
Średnia dla odmian Mean for cultivars	‘Gabi’	144,0	144,9	167,4	153,1	152,3
	‘Delikates Biała’	93,8	117,8	140,1	117,5	117,3
	‘Wiedeńska Biała’	110,6	127,9	165,6	141,3	136,3
NIR _{0,05} dla - NIR _{0,05} for: lat - years = 20,4; sposobu - method = 26,1; odmiany - cultivar = 20,2; lata - years x sposób - method = n.i., lata - years x odmiana - cultivar = n.i., sposób - method x odmiana - cultivar = n.i.						
Średnica zgrubienia – Bulb diameter (cm)						
2007	‘Gabi’	5,23	5,90	5,80	5,53	5,62
	‘Delikates Biała’	5,17	5,60	5,89	5,33	5,50
	‘Wiedeńska Biała’	5,77	5,13	6,20	5,90	5,75
Średnia – Mean		5,39	5,54	5,96	5,59	5,62
2008	‘Gabi’	5,73	5,87	6,80	6,70	6,28
	‘Delikates Biała’	5,73	5,23	7,20	5,67	5,96
	‘Wiedeńska Biała’	5,67	5,47	6,70	6,63	6,12
Średnia – Mean		5,71	5,52	6,90	6,33	6,12
2009	‘Gabi’	7,25	7,45	7,59	7,38	7,42
	‘Delikates Biała’	5,22	5,27	5,49	5,42	5,35
	‘Wiedeńska Biała’	6,77	7,04	7,33	7,50	7,16
Średnia – Mean		6,41	6,59	6,80	6,77	6,64
Średnia dla lat – Mean for years		5,84	5,88	6,56	6,23	6,13
Średnia dla odmian Mean for cultivars	‘Gabi’	6,07	6,40	6,73	6,54	6,44
	‘Delikates Biała’	5,37	5,37	6,19	5,47	5,60
	‘Wiedeńska Biała’	6,07	5,88	6,74	6,68	6,34
NIR _{0,05} dla - NIR _{0,05} for: lat - years = 0,31; sposobu - method = 0,40; odmiany - cultivar = 0,40; lata - years x sposób - method = n.i., lata - years x odmiana - cultivar = 0,69, sposób - method x odmiana - cultivar = n.i.						

Większy plon ogółem oraz zgrubienia o większej masie uzyskano w latach 2008 i 2009 niż w roku 2007, najmniej korzystnym dla uprawy kalarepy. Największy plon handlowy oraz zgrubienia o największej średnicy uzyskano w roku 2009. Ponadto plon handlowy oraz średnica zgrubienia w roku 2008 były istotnie większe w porównaniu z uzyskanymi w roku 2007.

Stwierdzono istotny wpływ sposobu stosowania AgroHydroGelu na wielkość plonów oraz średnią masę i średnicę zgrubienia kalarepy (tab. 2, 3). Istotnie większy plon ogółem i plon handlowy oraz średnią masę i średnicę zgrubienia kalarepy uzyskano w obiektach, w których AgroHydroGel zastosowano w całości pod roślinę w gruncie, w porównaniu z obiektem kontrolnym bez dodatku superabsorbentu oraz obiektem, w którym AgroHydroGel zastosowano w całości

ści pod rozsadę. Zastosowanie AgroHydroGelu pod rozsadę oraz w dawce dzielonej, połowa pod rozsadę i połowa do gruntu, nie spowodowało istotnego w porównaniu do kontroli bez sorbentu, wzrostu plonów i średniej masy oraz średnicy zgrubienia kalarepy.

Wysokość plonów sałaty w badaniach Borowskiego i Michałka [1998] istotnie zależała od rodzaju podłoża. Najwyższy plon liści wydały rośliny rosnące na podłożu torfowym z dodatkiem Akryżelu K. Niższe o około 26% plony wydały rośliny rosnące na podłożu z dodatkiem Akryżelu RP i Na. Najniższe plony sałaty uzyskano z uprawy na podłożu torfowym bez dodatku hydrożelu. Zastosowanie superabsorbentów w badaniach Biesiady i in. [1997] spowodowało wzrost plonu ogółem i handlowego kapusty głowiastej. Zdaniem autorów wysokość plonu zależała od dawki hydrożelu. Wzrost dawki z 50 do 100 i 200 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ powodował istotnąwyżkę plonu główek. Wykorzystanie agrożelu w ukorzenianiu sadzonek zdrewniałych podkładki Pumiselect w badaniach Gudarowskiej i Szewczuka [2009] wpłynęło korzystnie na jakość otrzymanych podkładek wyrażoną świeżą masą jej części nadziemnej i podziemnej oraz wpłynęło korzystnie na parametry jakościowe otrzymanych drzewek badanych odmian brzoskwini. Drzewka rosnące na stanowisku z agrozelem były grubsze i wyższe oraz lepiej rozgałęzione w porównaniu do drzewek kontrolnych. W badaniach Majkowskiej-Gadomskiej [2006] średni plon ogółem i handlowy sałaty w wyniku dodatku do podłoża sorbentu był większy o $1,87 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ w porównaniu z plonem sałaty zebranej z obiektu kontrolnego. Potwierdzają to badania Majkowskiej-Gadomskiej i Wierzbickiej [2005], w których wprowadzenie do podłoża Akryżelu potasowego spowodowało wzrost plonu handlowego sałaty średnio $2,05 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$. Zdaniem Román-Paoli i Sotomayor-Ramírez [2004] poprawa warunków wodnych gleby poprzez zastosowanie hydrożeli może spowodować wzrost plonów. Jednak w przeprowadzonych przez nich badaniach plon handlowy i liczba kolb kukurydzy nie zależała w sposób istotny od zastosowanego sorbentu.

W badaniach własnych stwierdzono, że wielkość plonu ogółem oraz średnia masa zgrubienia handlowego istotnie zależały od uprawianej odmiany (tab. 2, 3). Spośród badanych odmian 'Gabi' charakteryzowała się istotnie większym plonem ogółem oraz zgrubieniami o większej masie w porównaniu z odmianą 'Delikates Biała'. Plon ogółem 'Gabi' był większy średnio o $0,76 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ niż 'Delikates Biała', a masa zgrubienia średnio o 35 g. Plon ogółem oraz masa zgrubienia odmiany 'Wiedeńska Biała' były większe niż odmiany 'Delikates Biała', jednak różnica nie została potwierdzona statystycznie.

Współdziałanie lat i uprawianej odmiany miało istotny wpływ na wielkość plonu handlowego i średnicę zgrubienia kalarepy (tab. 2, 3). W roku 2009 największym plonem handlowym spośród uprawianych odmian charakteryzowała się ‘Gabi’. Plon tej odmiany był większy średnio o 1,97 kg·m⁻² w porównaniu z ‘Delikates Biała’ i o 1,03 kg·m⁻² w porównaniu z ‘Wiedeńska Biała’. Plon handlowy tej ostatniej odmiany był istotnie większy w porównaniu z odmianą ‘Delikates Biała’. Większą średnicą zgrubienia w roku 2009 charakteryzowały się odmiany ‘Gabi’ i ‘Wiedeńska Biała’ niż ‘Delikates Biała’. Różnice wyniosły odpowiednio 2,07 i 1,81 cm.

Współdziałanie badanych czynników z latami nie miało wpływu na wielkość plonu ogółem i średnią masę zgrubienia kalarepy.

Tabela 4. Zawartość suchej masy (%)
Table 4. Content of dry matter (%)

Lata Years	Odmiana Cultivar	Sposób stosowania AgroHydroGelu Method of AgroHydroGel application				Średnia Mean
		kontrola control	pod rozsadę under seedling	pod roślinę under plant	pod rozsadę i roślinę under seedling and plant	
2007	‘Gabi’	8,68	9,02	8,27	8,80	8,69
	‘Delikates Biała’	8,81	9,82	9,90	9,17	9,43
	‘Wiedeńska Biała’	9,38	8,64	9,54	8,93	9,12
Średnia – Mean		8,96	9,16	9,24	8,97	9,08
2008	‘Gabi’	7,09	7,83	8,48	8,83	8,06
	‘Delikates Biała’	9,39	8,27	7,97	9,67	8,82
	‘Wiedeńska Biała’	9,14	9,47	8,44	8,65	8,92
Średnia – Mean		8,54	8,52	8,29	9,05	8,60
2009	‘Gabi’	7,06	7,16	8,14	7,70	7,52
	‘Delikates Biała’	9,10	8,58	8,94	8,91	8,88
	‘Wiedeńska Biała’	8,41	7,74	8,32	8,42	8,22
Średnia – Mean		8,19	7,83	8,47	8,35	8,21
Średnia dla lat – Mean for years		8,56	8,50	8,67	8,79	8,63
Średnia dla od- mian Mean for cultivars	‘Gabi’	7,61	8,00	8,30	8,45	8,09
	‘Delikates Biała’	9,10	8,89	8,94	9,25	9,04
	‘Wiedeńska Biała’	8,98	8,62	8,76	8,67	8,76
NIR _{0,05} dla - NIR _{0,05} for: lat - years = 0,48; sposobu - method = n.i.; odmiany - cultivar = 0,92; lata - years x sposób - method = n.i., lata - years x odmiana - cultivar = n.i., sposób - method x odmiana - cultivar = n.i.						

Warunki pogodowe w latach badań miały istotny wpływ na zawartość w zgrubieniach kalarepy suchej masy, kwasu askorbinowego i cukrów ogółem (tab. 4-6). Największą zawartość suchej masy i cukrów ogółem w zgrubieniach stwierdzono w roku 2007, charakteryzującym się najmniejszą ilością opadów w sezonie wegetacyjnym, w porównaniu z pozostałymi latami badań. Ponadto zgrubienia kalarepy zebrane w roku 2009 zgromadziły istotnie więcej cukrów ogółem w porównaniu z rokiem 2008. Większą zawartością kwasu askorbinowego charakteryzowały się zgrubienia zebrane w latach 2007 i 2008 w porównaniu do roku 2009.

Tabela 5. Zawartość kwasu askorbinowego (mg·100 g⁻¹ św. m.)
Table 5. Content of ascorbic acid (mg·100 g⁻¹ f. m.)

Lata Years	Odmiana Cultivar	Sposób stosowania AgroHydroGelu Method of AgroHydroGel application				Średnia Mean
		kontrola control	pod rozsadę under seedling	pod roślinę under plant	pod rozsadę i roślinę under seedling and plant	
2007	'Gabi'	61,09	65,57	64,63	66,69	64,49
	'Delikates Biała'	68,87	62,55	65,43	62,16	64,75
	'Wiedeńska Biała'	63,70	67,53	70,65	76,30	69,55
Średnia – Mean		64,55	65,21	66,90	68,38	66,26
2008	'Gabi'	63,84	61,04	63,64	66,27	63,70
	'Delikates Biała'	63,98	63,84	65,75	67,01	65,15
	'Wiedeńska Biała'	64,96	66,64	63,05	64,73	64,84
Średnia – Mean		64,26	63,84	64,15	66,00	64,56
2009	'Gabi'	57,30	59,64	59,78	60,13	59,21
	'Delikates Biała'	61,41	61,37	62,13	60,67	61,40
	'Wiedeńska Biała'	61,99	59,09	58,52	62,52	60,53
Średnia – Mean		60,24	60,03	60,14	61,11	60,38
Średnia dla lat – Mean for years		63,02	63,03	63,73	65,16	63,74
Średnia dla odmian Mean for cultivars	'Gabi'	60,74	62,08	62,68	64,36	62,47
	'Delikates Biała'	64,75	62,58	64,44	63,28	63,76
	'Wiedeńska Biała'	63,55	64,42	64,07	67,85	64,97
NIR _{0,05} dla - NIR _{0,05} for: lat - years = 1,82; sposobu - method = n.i.; odmiany - cultivar = 1,97; lata - years x sposób - method = n.i., lata - years x odmiana - cultivar = n.i., sposób - method x odmiana - cultivar = 3,20						

Tabela 6. Zawartość cukrów ogółem (% św. m.)**Table 6.** Content of total sugars (% f. m.)

Lata Years	Odmiana Cultivar	Sposób stosowania AgroHydroGelu Method of AgroHydroGel application				Średnia Mean
		kontrola control	pod rozsadę under seedling	pod roślinę under plant	pod rozsadę i roślinę under seedling and plant	
2007	'Gabi'	4,07	4,20	4,26	4,28	4,20
	'Delikates Biała'	3,90	4,19	4,06	4,24	4,10
	'Wiedeńska Biała'	4,29	3,90	4,15	4,07	4,10
Średnia – Mean		4,09	4,10	4,16	4,20	4,13
2008	'Gabi'	3,59	4,14	3,80	3,95	3,87
	'Delikates Biała'	3,91	3,97	3,51	4,15	3,89
	'Wiedeńska Biała'	3,61	3,47	4,01	3,50	3,65
Średnia – Mean		3,70	3,86	3,77	3,87	3,80
2009	'Gabi'	3,82	3,92	4,16	3,99	3,97
	'Delikates Biała'	4,12	4,16	4,19	4,22	4,17
	'Wiedeńska Biała'	3,70	3,66	3,69	4,13	3,79
Średnia – Mean		3,88	3,91	4,01	4,11	3,98
Średnia dla lat – Mean for years		3,89	3,96	3,98	4,06	3,97
Średnia dla odmian Mean for cultivars	'Gabi'	3,83	4,09	4,07	4,07	4,02
	'Delikates Biała'	3,98	4,11	3,92	4,20	4,05
	'Wiedeńska Biała'	3,87	3,68	3,95	3,90	3,85
NIR _{0,05} dla - NIR _{0,05} for: lat - years = 0,15; sposobu - method = n.i.; odmiany - cultivar = n.i.; lata - years x sposób - method = n.i., lata - years x odmiana - cultivar = n.i., sposób - method x odmiana - cultivar = n.i.						

Sposób stosowania AgroHydroGelu nie miał istotnego wpływu na zawartość suchej masy, kwasu askorbinowego i cukrów ogółem w zgrubieniach (tab. 4-6). Zaobserwowano jednak tendencję do wzrostu zawartości tych składników w obiektach, w których hydrożel stosowano bezpośrednio pod roślinę w gruncie lub w dawce dzielonej – połowa pod rozsadę, połowa pod roślinę w gruncie, w porównaniu z pozostałymi obiektami. Zastosowanie superabsorbentów w badaniach Majkowskiej-Gadomskiej i Wierzbickiej [2005] nie powodowało istotnych zmian w zawartości suchej masy, witaminy C i kwasów organicznych w liściach sałaty, natomiast powodowało wzrost zawartości cukrów ogółem. W badaniach Wierzbickiej i Majkowskiej [2002] oraz Majkowskiej-Gadomskiej [2006] stwierdzono natomiast wzrost zawartości suchej masy, witaminy C i kwasów organicznych w liściach sałaty w wyniku dodatku do podłoża hydrożeli. Jabłońska-Ceglarek i in. [1999] stwierdzili, że dodatek do podłoża superabsorbentów miał niewielki wpływ na zawartość suchej masy i witaminy C w owo-

cach papryki. Tylko po zastosowaniu Ekosorbu potasowego zaznaczyła się tendencja do wzrostu zawartości tych składników w owocach. Zdaniem Hayat i Ali [2004], zastosowanie Aquasorbu przyczyniło się do istotnego wzrostu wegetatywnego roślin pomidora oraz produkcji owoców. Ponadto użyty sorbent miał korzystny wpływ na jakość owoców.

Zawartość suchej masy i kwasu askorbinowego w zgrubieniach kalarepy istotnie zależała od uprawianej odmiany (tab. 4, 5). Istotnie więcej suchej masy zawierały zgrubienia odmiany 'Delikates Biała' w porównaniu z 'Gabi'. Różnica wyniosła 0,95 %. Zawartość kwasu askorbinowego w zgrubieniach odmiany 'Wiedeńska Biała' była istotnie, średnio o 2,50 mg·100 g⁻¹ św. m. większa w porównaniu z 'Gabi'. W badaniach Wierzbickiej i Majkowskiej-Gadomskiej [2005] wykazano istotny wpływ odmiany na gromadzenie w częściach jadalnych sałaty suchej masy, kwasu L-askorbinowego, azotu, potasu, miedzi i żelaza. Autorzy zaobserwowali również zmiany ilości cukrów w liściach sałaty w wyniku stosowania Akryżelu sodowego.

Współdziałanie sposobu stosowania AgroHydroGelu i odmiany miało istotny wpływ na zawartość kwasu askorbinowego w zgrubieniach kalarepy (tab. 5). W obiektach, w których AgroHydroGel stosowano w dawce dzielonej - połowa pod rozsadę, połowa pod roślinę w gruncie najwięcej kwasu askorbinowego zawierały zgrubienia odmiany 'Wiedeńska Biała'. Różnica w porównaniu z 'Gabi' wyniosła 3,49 mg·100 g⁻¹ św. m., a w porównaniu z 'Delikates Biała' 4,57 mg·100 g⁻¹ św. m. W obiekcie kontrolnym bez sorbentu więcej tego składnika, średnio o 4,01 mg·100 g⁻¹ św. m. zawierały zgrubienia odmiany 'Delikates Biała' w porównaniu z 'Gabi'. W obiektach, w których AgroHydroGel stosowano pod rozsadę lub pod roślinę w gruncie różnice w zawartości kwasu askorbinowego pomiędzy odmianami nie zostały potwierdzone statystycznie.

Współdziałanie badanych czynników z latami nie miało wpływu na zawartość składników odżywczych w zgrubieniach kalarepy.

WNIOSKI

1. Warunki pogodowe w latach badań miały istotny wpływ na wielkość plonu, średnią masę i średnicę zgrubienia, a także na zawartość składników odżywczych w zgrubieniach kalarepy.

2. Największy wzrost plonów uzyskano w obiektach, w których AgroHydroGel stosowano w całości pod roślinę w gruncie.

3. Spośród badanych odmian 'Gabi' i 'Wiedeńska Biała' charakteryzowały się większym plonem oraz większą masą i średnicą zgrubienia w porównaniu z odmianą 'Delikates Biała'.

4. Sposób stosowania AgroHydroGelu nie miał istotnego wpływu na zawartość składników odżywczych w zgrubieniach kalarepy.

5. Odmiana ‘Delikates Biała’ charakteryzowała się większą zawartością suchej masy, a ‘Wiedeńska Biała’ kwasu askorbinowego, spośród badanych odmian.

BIBLIOGRAFIA

- Bartnik Cz. *Wpływ hydrożelu na przeżywalność siewek i sadzonek sosny pospolitej w warunkach suszy*. Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej. R. 10, 2(18), 2008, s. 329-338.
- Biesiada A., Kołota E., Osińska M. *Możliwość wykorzystania supersorbentów w uprawie kapusty z siewu*. Ogólnopol. Konf. Nauk. pt. „Doskonalenie technologii produkcji roślin warzywnych”. Olsztyn 24-25 czerwca, 1997, s. 23-26.
- Borowski E., Michałek S. *Wpływ dodatku hydrożeli produkcji krajowej do podłoża torfowego na plon i jakość salaty żywionej N-NO₃ lub N-NH₄*. Cz. I. Plonowanie i wymiana gazowa roślin. Ann. UMCS, Sec. EEE, VI, 1998, s. 103-116.
- Chatzoudis G.K., Valkanas G.N. *Lettuce plant growth with the use of soil conditioner and slow-release fertilizers*. Communications in soil science and plant analysis 26(15/16), 1995, s. 2569-2576.
- Gudarowska E., Szewczuk A. *Wpływ nawadniania i agrożelu na jakość podkładki Pumiselect i jednorocznych drzewek dwóch odmian brzoskwini*. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, PAN Kraków 3, 2009, s. 119-128.
- Hayat R., Ali S. *Water absorption by synthetic polymer (Aquasorb) and its effect on soil properties and tomato yield*. Int. J. Agri. Biol. 6(6), 2004, s. 998-1002.
- Hetman J., Martyn W., Szot P. *Możliwość wykorzystania hydrożeli w produkcji ogrodniczej pod osłonami*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 461, 1998, s. 31-45.
- Jabłońska-Cegla R., Cholewiński J., Wadas W., Franczuk J., Zaniewicz-Bajkowska A. *Zastosowanie superabsorbentów w uprawie papryki pod osłonami*. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 466, 1999, s. 441-447.
- Kołota E., Krężel J. *Badania nad wykorzystaniem Akryżeli jako dodatku do podłoża w uprawie warzyw*. Mat. Ogólnopol. Konf. Nauk. pt. „Nauka Praktyce Ogrodniczej”. AR Lublin, 1995, s. 757-760.
- Leciejewski P. *Wpływ wielkości dodatku hydrożelu na zmiany uwilgotnienia i tempo przesychnienia gleby piaszczystej w warunkach laboratoryjnych*. Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej. R. 10, 2(18), 2008, s. 316-328.
- Majkowska-Gadomska J. *Wpływ wybranych sorbentów na wielkość i jakość plonu salaty rzymskiej (Lactuca sativa L. var. romana Garst.)*. Fol. Hort. Supl. 2, 2006, s. 5-9.
- Majkowska-Gadomska J., Wierzbička B. *Wpływ terminu uprawy i sorbentów na plon i zawartość wybranych składników pokarmowych w liściach salaty*. Zesz. Nauk. AR Wroc., Roln. LXXXVI, 515, 2005, s. 339-345.
- Mellouli H. J., Hartmann R., Gabriels D., Cornelis W. M. *The use of olive mill effluents (“marginés”) as soil conditioner mulch to reduce evaporation losses*. Soil & Tillage Research 49, 1998, s. 85-91.
- Owczarzak W., Kaczmarek Z., Szukała J. *Wpływ hydrożelu na wybrane właściwości strukturotwórcze gleby pólowej i czarnej ziemi*. Journal of Research and Application in Agricultural Engineering 51(3), 2006, s. 55-61.
- Paluszek J. *Kształtowanie syntetycznymi polimerami właściwości gleb erodowanych terenów lessowych*. Rozprawy naukowe AR w Lublinie 277, 2003.
- PN-A-04019. *Oznaczanie zawartości witaminy C metodą Tillmansa*, 1998.
- PN-A-75101-03. *Oznaczanie zawartości suchej masy metodą wagową*, 1990.

- PN-A-75101-07. *Oznaczanie zawartości cukrów ogółem oraz sacharozy i cukrów prostych metodą Luffa-Schoorla*, 1990.
- Radzka, E., Koc, G., Rak, J., Jankowska, J. *Precipitation deficiency and distribution in Siedlce in 1971-2005*. *Sci. Rev. Engin. Environmen. Sci., Ann. XVI, 3(37)*, 2007, s. 33-38.
- Román-Paoli E., Sotomayor-Ramírez D. *Soil conditioner efficacy on Lajas Valley sweet corn production*. *J. Agric. Univ. P.R. 88(3-4)*, 2004, s. 97-108.
- Sady W. *Nawożenie warzyw polowych*. Plantpress, Kraków, 2000.
- Słowińska-Jurkiewicz A., Jaroszuk M. *Hydrofizyczna charakterystyka superabsorbentu Hidroplus*. *Acta Agrophys. 57*, 2001, s. 93-100.
- Wierzbińska B., Majkowska J., Kuskowska M. *Wpływ dodatku sorbentu do podłoża na plonowanie salaty siewnej *Lactuca sativa L.*, uprawianej z rozsady w nieogrzewanym tunelu foliowym*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 485*, 2002, s. 367-374.
- Wierzbińska B., Majkowska J. *Wpływ hydrożeli na zawartość niektórych składników salaty masłowej uprawianej w nieogrzewanym tunelu foliowym*. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus 1(2)*, 2002, s. 59-68.
- Wierzbińska B., Majkowska-Gadomska J. *Wpływ akryżelu sodowego na zawartość niektórych składników organicznych i mineralnych w wybranych odmianach salaty głowiastej masłowej i kruchej (*Lactuca sativa L. capitata L.*)*. *J. Elementol. 10(1)*, 2005, s. 193-199.
- Woodhouse J., Johnson M.S. *Effect of superabsorbent polymers on survival and growth of crop seedlings*. *Agricultural Water Management 20(1)*, 1991, s. 63-70.

Dr inż. Edyta Kosterna
edyta@uph.edu.pl

Dr hab. Anna Zaniewicz-Bajkowska, prof. nzw. UPH
bajka@uph.edu.pl

Dr inż. Robert Rosa
robros@uph.edu.pl

Dr. hab. Jolanta Franczuk, prof. nzw. UPH
franczuk@uph.edu.pl
Katedra Warzywnictwa

Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach
ul. B. Prusa 14, 08-110 Siedlce