

WPŁYW TYPU GLEBY I NAWADNIANIA NA PLONOWANIE I SKŁAD CHEMICZNY BROKUŁA

Irena Babik

Instytut Warzywnictwa, ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
e-mail: irena@inwarz.skierniewice.pl

Streszczenie. Wpływ typu gleby i nawadniania na dostępność składników pokarmowych, skład mineralny roślin, plonowanie i jakość róż brokuła oceniano na 6 typach gleb, najczęściej występujących w Polsce (gleba płowa, gleba brunatna, czarna ziemia, less, mada, torf niski). Nawadnianie stosowano gdy siła ssąca gleby była wyższa od 30 kPa. Gleby torfowe oraz ciężkie gleby mineralne, zapewniające w okresie intensywnego rozwoju wegetatywnego (faza 7-10 liści) wyższą zawartość azotu azotanowego ($70-120 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) umożliwiały silny rozwój roślin i uzyskanie wysokiego plonu handlowego nawet bez stosowania nawadniania. Nawadnianie wpływało korzystnie na rozwój masy roślinnej, wysokość plonu i masę jednostkową róży oraz umożliwiło uzyskanie z gleb lekkich plonu równorzędnego z plonem uzyskanym z gleb ciężkich, na których nie stosowano tego zabiegu. Wczesność plonowania brokuła związana była z typem gleby oraz nawadnianiem. Zabieg ten przyspieszał plonowanie brokuła na glebach lekkich, natomiast na ciężkich glebach mineralnych, gdzie wczesność plonowania była największa nie miał takiego wpływu. Na ciężkich glebach mineralnych, stymulujących wzrost roślin, zwiększało się ryzyko występowania jamistości głąba. Nawadnianie nasilało występowanie tego zaburzenia. Brokuł uprawiany na glebach torfowych gromadził więcej azotanów w różach, prawdopodobnie wskutek większej jego zawartości w glebie w okresie dorastania i zbioru róż, jednakże poziom azotanów w różach nie przekraczał zawartości dopuszczonej normą dla tego gatunku.

Słowa kluczowe: brokuł, nawadnianie, typ gleby, plon, skład chemiczny

WSTĘP

Brokuł, podobnie jak inne warzywa kapustne, ma dość duże wymagania w stosunku do gleby [1,2]. Dotyczą one przede wszystkim jej struktury, żyzności i pojemności wodnej. Wymagania te spełniają bogate w próchnicę gleby piaszczyste i gliniaste, o odczynie obojętnym. Najlepsze są gleby głębokie, żyzne, zasobne w próchnicę i wapń [5]. Żyzne gleby piaszczyste lub piaszczysto glinia-

ste i ilaste lepiej odpowiadają uprawom wczesnym, a gleby ciężkie uprawom późnym oraz przeznaczonym do zimowania w gruncie [9].

Brokuł wymaga gleb zapewniających dostateczną ilość wody. Gleby mniej żyzne wymagają wysokiego nawożenia organicznego i mineralnego oraz nawadniania. Przy niedoborze wody tworzą się małe, luźne róże o zdrewniałych łodygach. Bardzo dobre są stanowiska o poziomie wód gruntowych od 0,8 do 1,2 m [10]. Na stanowiskach gorszych, bardziej suchych konieczne jest nawadnianie roślin [5]. O częstotliwości nawodnień na różnych typach gleb decyduje ich pojemność wodna oraz ilość wyparowywanej wody. Gleby o małej pojemności wodnej wymagają częstszych nawodnień wskutek szybszego wyczerpywania wody dostępnej w procesie ewapotranspiracji [7].

Celem prowadzonych badań było określenie przydatności do uprawy brokuła na zbiór jesienny kilku typów gleb, najczęściej występujących w Polsce, ocena wysokości i jakości plonu róż oraz dostępności składników i ich pobierania przez rośliny w zależności od typu gleby i nawadniania.

MATERIAŁ I METODYKA

Doświadczenia prowadzono w latach 1996-1998 na polu doświadczalnym Instytutu Warzywnictwa w Skierniewicach, w mikropoletkach, w których zgromadzono sześć typów gleb (2 gleby płowe, gleba brunatna, czarna ziemia, czarnoziem lessowy, mada, 2 gleby torfowe), najczęściej występujących w Polsce, pochodzących z różnych miejscowości (tab. 1). Każdy typ gleby znajdował się w 3 losowo wybranych mikropoletkach.

Doświadczenie dwuczynnikowe założono w układzie split-plot w 3 powtórzeniach. Czynniki I rzędu stanowiły typy gleb, a czynnik II rzędu nawadnianie. Nawadnianie stosowano gdy siła ssąca gleby była wyższa od 30 kPa. Rośliny w obiektach nie nawadnianych uprawiano w warunkach naturalnych opadów.

Nawożenie azotowe w ilości $200 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$ stosowano w formie podzielonej na przedwegetacyjne ($150 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) i pogłównie ($50 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$). Na podstawie analizy, uzupełniono zasobność gleby w fosfor do poziomu $100 \text{ mg P}\cdot\text{dm}^{-3}$, a potas do poziomu $200 \text{ mg K}\cdot\text{dm}^{-3}$ gleby. Na poletkach o powierzchni 5 m^2 każde, uprawiano po 28 roślin brokuła odmiany Marathon F₁ (Syngenta), z rozsady produkowanej w doniczkach paletowych. Uprawa brokuła w polu przypadała w okresie od 9-18 lipca do 13-28 października, zależnie od roku. Plon handlowy stanowiły róże główne, o średnicy $> 6 \text{ cm}$, kształtne i zwarte, z całkowicie zamkniętymi pączkami kwiatowymi. Z plonu handlowego pobrano próby róż dla określenia w nich zawartości składników mineralnych.

Tabela 1. Pochodzenie i charakterystyka gleb użytych w doświadczeniu [7]
Table 1. Origin and characterization of soils used in the experiment [7]

Typ gleby Type of soil	Miejsce pochodzenia Place of origin	Tekstura Texture	Zawartość próchnicy Humus content (%)	Masa objętościowa Volume weight (g·cm ³)
Gleba płowa I (GP I) Lessive soil I	Skierniewice	Piasek gliniasty mocny Sandy loam	1,16	1,63
Gleba płowa II (GP II) Lessive soil II	Feliksów k/Skierniewic	Piasek lekki Sand	3,09	1,49
Gleba brunatna (GB) Brown soil	Gogole k/Ciechanowa	Glina lekka Sandy clay loam	2,13	1,62
Czarna ziemia (CZ) Black soil	Guzów k/Żyrardowa	Piasek pylisty Sandy loam	3,17	1,58
Czarnoziem lessowy (L) Loessive type chenezem	Zdanów k/Sandomierza	Pył ilasty Silty clay loam	1,72	1,36
Mada (M) Alluvial soil	Wilanów k/Warszawy	Pył ilasty Silty clay loam	1,09	1,38
Torf niski I (TR) Low moor peat I	Rekowo k/Pucka	–	81,60*	0,21
Torf niski II (TB) Low moor peat II	Szczerców k/Bełchatowa	–	79,30*	0,33

*– zawartość materii organicznej – content of organic matter.

W okresie wegetacji (25 dni po sadzeniu – faza 7-10 liści i 70 dni po sadzeniu – okres zbiorów) pobierano próby gleby i części wskaźnikowych roślin (w pełni wyrosnięte, zdrowe liście ze środkowej części łodygi) dla określenia zawartości składników mineralnych w glebie i roślinie.

Wyniki dotyczące masy roślin, plonu, zawartości składników w roślinach i różach oraz cechy jakościowe róż, poddano analizie wariancji dla doświadczenia dwuczynnikowego, w układzie split-plot. Średnie porównywano testem Newman-Keula na poziomie istotności $\alpha=0,05$.

WYNIKI

Potrzeby nawadniania

Najmniej korzystne warunki do wzrostu brokuła w okresie po wysadzeniu do gruntu występowały w roku 1998, ze względu na małą ilość opadów i wyższą niż w latach poprzednich temperaturę, dlatego ilość wody zużytej do nawadniania w okresie wegetacji była większa (100-150 mm opadu) niż w latach poprzednich. W latach 1996 i 1997 wynosiła ona od 80 do 100 mm. Podane zużycie wody odnosi się do okresu nawadniania wynoszącego 7 tygodni w roku 1998 oraz 4 i 3 tygodni, odpowiednio w latach 1996 i 1997. Ilość wody zużytej do nawadniania była różna dla poszczególnych typów gleb. Gleby lekkie tj. czarna ziemia i gleba brunatna, zależnie od roku, wymagały stosowania największej ilości wody (90-150 mm), nieco mniej gleby płowe (80-140 mm), a najmniej gleby torfowe (60-90 mm). Na ciężkich glebach mineralnych stosowano od 50 do 110 mm opadu (tab. 2).

Tabela 2. Ilość wody zużytej do nawadniania w okresie uprawy, w zależności od typu gleby (mm)
Table 2. Amount of water used in irrigation during growing season, depending on soil type (mm)

Typ gleby – Type of soil	Ilość wody – Amount of water (mm)		
	1996	1997	1998
Gleba płowa I – Lessive soil I	80	100	140
Gleba płowa II – Lessive soil II	80	100	140
Gleba brunatna – Brown soil	90	120	150
Czarna ziemia – Black soil	90	120	150
Czarnoziem lessowy – Leossive type chernozem	50	85	110
Mada – Alluvial soil	60	85	110
Torf niski I – Low moor peat I	60	65	100
Torf niski II – Low moor peat II	60	65	100

Zawartość składników pokarmowych w glebie i częściach wskaźnikowych

Badane typy gleb różniły się zasobnością w składniki pokarmowe. Wiosną, przed założeniem doświadczenia, najwięcej dostępnego azotu ($N-NO_3$) stwierdzono w obydwu glebach torfowych i czarnej ziemi, a najmniej (poniżej $20 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) w glebie płowej skierniewickiej i glebie brunatnej. Najzasobniejsza w fosfor była gleba brunatna, czarna ziemia i czarnoziem lessowy, natomiast w potas gleba płowa skierniewicka, gleba brunatna i czarna ziemia. Gleba brunatna charakteryzowała

się również wysoką zawartością wapnia ($1190 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$), natomiast obydwie gleby płowe były ubogie w ten składnik ($429\text{-}477 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$). Spośród badanych gleb mineralnych miały one najniższy odczyn (pH od 6,3 do 6,5), natomiast najwyższy mada i gleba brunatna (pH 7,3-6) (tab. 3).

Pod wpływem stosowanego nawożenia przedwegetacyjnego wzrosła zasobność gleby w składniki pokarmowe, szczególnie azot i potas, w mniejszym zaś stopniu fosfor. W okresie 25 dni od sadzenia rozsady do gruntu (tuż przed stosowaniem nawożenia pogłównego azotem), kiedy rośliny osiągnęły fazę rozety (7-10 liści), zawartość N-NO₃ w glebach mineralnych wzrosła, w zależności od typu gleby, do $40\text{-}76 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, natomiast w glebach organicznych do $107\text{-}122 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. Duże zmiany nastąpiły również w zawartości potasu, która w glebach mineralnych wzrosła do $77\text{-}133 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$, a w glebach organicznych do $162\text{-}170 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$. Zmiany w zawartości fosforu i wapnia były niewielkie (tab. 4).

Tabela 3. Zawartość składników pokarmowych w glebie wiosną, przed nawożeniem mineralnym. Średnia z lat 1996-1998

Table 3. Content of nutrients in soils during spring, before fertilization. Average for 1996-1998

Typ gleby – Type of soil	pH	Składniki mineralne w $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ gleby				Zasolenie
		Nutrients in mg dm^{-3} of soil				Salinity
		N-NO ₃	P	K	Ca	NaCl $\text{g}\cdot\text{dm}^{-3}$
Gleba płowa I – Lessive soil I	6,5	14	67	59	429	0,21
Gleba płowa II – Lessive soil II	6,3	24	65	41	477	0,28
Gleba brunatna – Brown soil	7,3	19	94	54	1190	0,27
Czarna ziemia – Black soil	6,8	34	80	54	690	0,37
Czarnoziem lessowy	6,8	20	80	18	749	0,52
Leossive type chernozem						
Mada – Alluvial soil	7,6	23	67	21	833	0,33
Torf niski I – Low moor peat I	5,4	34	56	38	762	0,63
Torf niski II – low moor peat II	5,5	49	45	40	799	0,70

Wyższa w tym okresie zawartość azotu azotanowego w glebie (wahająca się od $39\text{-}122 \text{ mg N-NO}_3\cdot\text{dm}^{-3}$) skutkowałą większą masą ogólną roślin, wyższym plonem róż i większą ich masą jednostkową. W doświadczeniach z nawożeniem azotem, stosowanym w formie dzielonej, optymalna dla wysokości plonu zawartość N-NO₃ w glebie, w okresie przed nawożeniem pogłównym, mieściła się w zakresie $88\text{-}179 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ [4].

Tabela 4. Zawartość składników pokarmowych dla poszczególnych gleb 25 dni po sadzeniu brokuła (faza 7-10 liści). Średnia z lat 1996-1998

Table 4. Content of nutrients in the soils 25 days after transplanting broccoli (stage of 7-10 leaves). Average for 1996-1998

Typ gleby – Type of soil	pH	Składniki mineralne w mg·dm ⁻³ gleby				Zasolenie
		Nutrients in mg dm ⁻³ of soil				Salinity
		N-NO ₃	P	K	Ca	NaCl g·dm ⁻³
Gleba płowa I – Lessive soil I	6,3	58	73	161	522	0,65
Gleba płowa II – Lessive soil II	6,2	39	68	100	531	0,45
Gleba brunatna – Brown soil	6,8	57	99	115	1101	0,67
Czarna ziemia – Black soil	6,4	59	86	133	708	0,58
Czarnoziem lessowy Leossive type chernozem	6,3	76	80	103	813	1,15
Mada – Alluvial soil	7,0	66	82	77	874	0,82
Torf niski I – Low moor peat I	5,2	122	67	170	834	1,49
Torf niski II – Low moor peat II	5,4	107	61	162	813	1,30

W końcowym okresie uprawy brokuła (początek zbioru), wskutek wykorzystania przez rośliny składników pokarmowych z gleby, na wytworzenie masy roślinnej i róż, zawartość N-NO₃ w glebach mineralnych znacznie się obniżyła i osiągnęła wartość (28-49 mg·dm⁻³) niewiele przekraczającą zakres stwierdzony w tych glebach w okresie wiosny. Natomiast w obydwu glebach torfowych, wskutek mineralizacji materii organicznej gleby, zawartość N-NO₃ wzrosła osiągając wartość 137-146 mg·L⁻¹ (tab. 5). Wyższą zawartość N-NO₃ w glebie, w okresie zbioru, w porównaniu do okresu wiosennego uzyskał także Karitonas [8] pod wpływem wyższego nawożenia azotem i intensywnej nitrifikacji. Mimo upływu okresu wegetacji i pobierania składników przez rośliny, zawartość fosforu i potasu w glebie nie ulegała dużym wahaniom i utrzymywała się na wszystkich typach gleb na zbliżonym poziomie w ciągu całego okresu wegetacji (tab. 4 i 5).

Nawadnianie istotnie wpływało na obniżenie zawartości badanych składników pokarmowych w glebie, niezależnie od jej typu, gdyż współdziałanie pomiędzy typem gleby a nawadnianiem nie wystąpiło.

Zawartość składników pokarmowych w częściach wskaźnikowych brokułów zmieniała się w okresie wegetacji. We wczesnej fazie rozwojowej (faza 7-10 liści) zawartość N-NO₃ w liściach wahała się od 0,64 do 0,82% i była istotnie wyższa

na glebach torfowych, niż na glebach mineralnych. Najniższą zawartość tego składnika stwierdzono w liściach roślin rosnących na czarnej ziemi (tab. 6). Zawartość N-NO₃ w tkance roślinnej może być wykorzystana jako wskaźnik odżywienia roślin tym składnikiem. Wielu autorów stwierdziło ścisły związek pomiędzy ilością zastosowanych nawozów azotowych a zawartością azotu azotanowego w liściach warzyw kapustnych [2,8].

Tabela 5. Zawartość składników pokarmowych dla poszczególnych gleb 65 dni po sadzeniu brokuła (zbiór). Średnia z lat 1996-1998

Table 5. Content of nutrients in the soils 65 days after transplanting broccoli (harvest). Average for 1996 -1998

Typ gleby i nawadniania Type of soil and irrigation	pH	Składniki mineralne w mg·dm ⁻³ gleby Nutrients in mg dm ⁻³ of soil				Zasolenie Salinity
		N-NO ₃	P	K	Ca	NaCl g·dm ⁻³
Gleba płowa I – Lessive soil I	6,6	35,2 b	81,0	70,0 ab	672	0,42
Gleba płowa II – Lessive soil II	6,5	31,3 b	63,8	51,7 b	797	0,36
Gleba brunatna – Brown soil	7,1	28,2 b	98,8	58,3 b	1347	0,40
Czarna ziemia – Black soil	6,2	49,3 b	83,5	73,3 ab	712	0,41
Czarnoziem lessowy Leossive type chernozem	6,4	29,0 b	76,2	61,7 ab	797	0,71
Mada – Alluvial soil	7,2	30,8 b	84,3	46,7 c	798	0,37
Torf niski I – Low moor peat I	4,9	136,8 a	58,5	98,3 ab	865	1,27
Torf niski II – Low moor peat II	5,0	146,3 a	82,5	109,3 a	883	1,30
Nawadniane – Irrigated	6,3	45,7 b	72,4 b	57,7 b	809 b	0,56 b
Kontrola – Check	6,2	76,0 a	84,7 a	84,6 a	908 a	0,75 a

U roślin uprawianych na glebach płowych i glebach torfowych stwierdzono wyższą zawartość fosforu i potasu (z wyjątkiem zawartości potasu w roślinach z gleby torfowej z Rekowa) niż u roślin rosnących na pozostałych glebach. Najwyższą zawartość wapnia stwierdzono u roślin uprawianych na czarnej ziemi oraz na glebach torfowych, natomiast najniższą na glebach płowych (tab. 6).

W końcowym okresie uprawy utrzymywała się istotnie wyższa zawartość N-NO₃ i Ca w liściach brokułów uprawianych na glebach organicznych, co świadczy

o większej dostępności dla roślin azotu azotanowego na tego typu glebach, także w końcowym okresie wegetacji. Zawartość fosforu w liściach była istotnie wyższa tylko u roślin uprawianych na glebie torfowej z Rekowa. Zawartość potasu w częściach wskaźnikowych brokuła nie była istotnie zróżnicowana i nie związana z typem gleby. Jedynie dla czarnej ziemi i obydwu gleb organicznych stwierdzono istotnie wyższą zawartość tego składnika u roślin kontrolnych, nie nawadnianych (tab. 7).

Tabela 6. Zawartość składników mineralnych w liściach brokuła na różnych typach gleb, w okresie 25 dni po sadzeniu (faza 7-10 liści). Średnia z lat 1996-1998

Table 6. Content of mineral compounds in broccoli leaves on different soils 25 days after transplanting (stage of 7-10 leaves). Average for 1996-1998

Typ gleby – Type of soil	Sucha masa Dry weight (%)	Składniki mineralne (% s. m.) Mineral components (% of d. w.)			
		N-NO ₃	P	K	Ca
Gleba płowa I – Lessive soil I	11,3 c	0,68 bc	0,50 b	4,38 a	1,99 e
Gleba płowa II – Lessive soil II	11,9 b	0,70 bc	0,49 b	4,07 b	2,09 de
Gleba brunatna – Brown soil	11,9 b	0,65 bc	0,39 d	3,82 cd	2,21 cd
Czarna ziemia – Black soil	12,4 a	0,64 c	0,38 d	3,13 f	2,94 a
Czarnoziem lessow Leossive type chernozem	10,9 d	0,69 bc	0,44 c	3,70 cde	2,32 c
Mada – Alluvial soil	11,0 d	0,72 b	0,37 d	3,56 e	2,36 c
Torf niski I – Low moor peat I	10,9 d	0,82 a	0,57 a	3,66 de	2,65 b
Torf niski II – Low moor peat II	10,5 d	0,80 a	0,50 b	3,91 bc	2,60 b

Liście brokułów uprawianych na glebach torfowych oraz ciężkich glebach mineralnych (czarnoziem lessowy i mada) miały niższą zawartość suchej masy w liściach niż rośliny z pozostałych gleb mineralnych. W końcowym okresie uprawy, wraz ze starzeniem się roślin, zawartość suchej masy w liściach nieco wzrosła, lecz w dalszym ciągu była istotnie niższa na glebach organicznych w porównaniu do gleb mineralnych (tab. 7).

Dla wszystkich typów gleb nawadnianie było czynnikiem obniżającym w liściach zawartość suchej masy, azotu azotanowego i wapnia.

Tabela 7. Zawartość składników mineralnych w liściach brokuła w zależności od typu gleby w okresie 65 dni po sadzeniu (okres zbioru). Średnia z lat 1996-1998**Table 7.** Contents of mineral compounds in broccoli leaves 65 days after transplanting (harvest time). Average for 1996-1998

Typ gleby – Type of soil	Sucha masa Dry weight (%)	Składniki mineralne (% s. m.) Mineral components (% of d. w.)			
		N-NO ₃	P	K	Ca
Gleba płowa I – Lessive soil I	12,1 a	0,39 b	0,33 bc	2,73 a	1,44 c
Gleba płowa II – Lessive soil II	12,1 a	0,31 b	0,35 bc	2,74 a	1,25 c
Gleba brunatna – Brown soil	11,6 a	0,30 b	0,30 c	2,72 a	1,44 c
Czarna ziemia – Black soil	12,4 a*	0,34 b	0,30 c	2,54 a*	1,97 b
Czarnoziem lessowy Leossive type chernozem	12,6 a	0,17 b	0,32 bc	2,58 a	1,52 c*
Mada – Alluvial soil	11,3 ab	0,19 b	0,29 c	2,55 a	1,54 c
Torf niski I – Low moor peat I	10,3 b*	0,83 a	0,47 a	2,74 a*	2,19 a
Torf niski II – Low moor peat II	10,3 b	0,79 a	0,38 b	2,81 a*	2,26 a
Nawadniane – Irrigated	11,4 b	0,35 b	0,34 a	2,63 a	1,66 b
Kontrola – Check	11,8 a	0,46 a	0,34 a	2,72 a	1,74 a

*Współdziałanie: gleba x nawadnianie – istotne (bez nawadniania – wyższa wartość)

*Interaction: soil x irrigation – significant (without irrigation – higher value)

Wczesność plonowania i wzrost roślin

Najwcześniej (63-64 dni po sadzeniu) rozpoczynano zbiór brokuła uprawianego na glebach cięższych (czarnoziem lessowy i mada), nieco później na glebach torfowych (65-66 dni), a najpóźniej (68-71 dni) na glebach lżejszych (tab. 8).

Nawadnianie praktycznie nie miało wpływu na przyspieszenie plonowania brokułów uprawianych na ciężkich glebach mineralnych i glebach torfowych, natomiast na glebach lekkich (czarna ziemia, gleba brunatna i płowa), przyspieszenie plonowania wynosiło 6-8 dni. Zależność ta występowała w każdym roku, chociaż statystycznie udowodniona była tylko w roku 1997. Termin w jakim rozpoczynano zbiór brokuła różnił się nieznacznie w poszczególnych latach badań i zależał od przebiegu pogody w danym sezonie wegetacyjnym (tab. 8). Przyspieszenie plonowania brokuła pod wpływem nawadniania stwierdzono także w równoległych doświadczeniach z nawożeniem azotem, prowadzonych na glebie płowej [4]. Nie potwierdziło to wcześniejszych wyników Kaniszewskiego i Rumpla [6], uzyskanych dla kalafiora, z których wynikało, że większa wilgotność gleby wpływała na opóźnienie plonowania roślin.

Wielkość masy nadziemnej roślin zależała od typu gleby. W każdym roku badań rośliny o najwyższej masie uzyskiwano na glebach torfowych i ciężkich glebach mineralnych (mada, czarnoziem lessowy). Istotnie niższą masę roślin otrzymywano dla brokułów uprawianych na lekkich glebach mineralnych.

W dwóch na trzy lata badań stwierdzono też istotną różnicę w wielkości średniej masy jednostkowej roślin, uzyskanych z obiektów nawadnianych i kontrolnych. Nawadnianie powodowało wzrost średniej masy rośliny, jednakże w żadnym roku badań nie stwierdzono współdziałania dla nawadniania i typów gleb dla tej cechy roślin. Nawadnianie powodowało zbliżony wzrost masy roślin na każdym typie gleby (tab. 8).

Tabela 8. Wpływ typu gleby i nawadniania na wczesność polowania i masę roślin brokuła odm. Marathon F₁. Średnia z lat 1996-1998

Table 8. Influence of soil type and irrigation on harvest earliness and plant weight of broccoli cv. Marathon F₁. Average for 1996-1998

Typ gleby – Type of soil	Wczesność (liczba dni od sadzenia do zbioru) Earliness (number of days from planting to harvest)			Masa rośliny Plant weight (kg)		
	Nawadniane Irrigated	Kontrola Check	Średnia Mean	Nawadniane Irrigated	Kontrola Check	Średnia Mean
Gleba płowa I – Lessive soil I	66	70	68 ab	1,67	1,31	1,49 b
Gleba płowa II – Lessive soil II	67	74	71 a	1,55	1,17	1,36 b
Gleba brunatna – Brown soil	68	74	71 a	1,62	1,23	1,42 b
Czarna ziemia – Black soil	65	73	69 a	1,61	1,19	1,40 b
Czarnoziem lessowy Leossive type chernozem	63	64	63 c	1,95	1,57	1,76 a
Mada – Alluvial soil	63	65	64 c	1,99	1,57	1,78 a
Torf niski I – Low moor peat I	64	66	65 bc	2,11	1,86	1,99 a
Torf niski II – Low moor peat II	65	67	66 bc	2,05	1,78	1,92 a
Średnia – Mean	65	69		1,82	1,46	

Współdziałanie: nawadnianie x typ gleby – nieistotne – Interaction: irrigation x soil type – non significant.

Plon handlowy i masa jednostkowa róży

We wszystkich latach badań typ gleby wpływał na wysokość plonu handlowego, który stanowiły tylko prawidłowo uformowane róże główne. Najwyższy plon uzyskano na glebach torfowych, a następnie na ciężkich glebach mineralnych i był on wyższy od uzyskanego na glebach lżejszych (czarna ziemia, gleby płowe). Otrzymane różnice były istotne.

Tabela 9. Wpływ typu gleby i nawadniania na wysokość plonu handlowego i masę róży brokuła odm. Marathon F₁. Średnia z lat 1996-1998

Table 9. Effect of soil type and irrigation on marketable yield and weight of broccoli heads cv. Marathon F₁. Average for 1996-1998

Typ gleby – Type of soil	Plon handlowy Marketable yield (t·ha ⁻¹)			Masa róży Head weight (g)		
	Nawadniane Irrigated	Kontrola Check	Średnia Mean	Nawadniane Irrigated	Kontrola Check	Średnia Mean
	Gleba płowa I – Lessive soil I	18,8	15,4	17,1 b	331	288
Gleba płowa II – Lessive soil II	19,1	15,3	15,3 b	338	275	307 b
Gleba brunatna – Brown soil	19,6	16,4	18,0 b	360	296	328 b
Czarna ziemia – Black soil	18,0	14,9	16,4 b	332	271	301 b
Czarnoziem lessowy Leossive type chernozem	21,8	18,6	18,6 a	390	359	374 a
Mada – Alluvial soil	21,9	18,4	18,4 a	397	333	365 a
Torf niski I – Low moor peat I	22,9	20,4	21,6 a	416	374	395 a
Torf niski II – Low moor peat II	23,0	20,6	20,6 a	415	368	392 a
Średnia – Mean	20,6	17,5		372	321	

Współdziałanie: nawadnianie x typ gleby – nieistotne,
Interaction: irrigation x type of soil – non significant.

Na glebie brunatnej uzyskano pośrednią wartość dla wysokości plonu handlowego. Nawadnianie, w dwóch na trzy lata badań, wpłynęło istotnie na wzrost plonu handlowego. Istotność współdziałania dla nawadniania i typu gleby wystąpiła tylko w 1997 roku. Nawadnianie powodowało zbliżony wzrost plonu na każdej glebie (tab. 9).

Plon handlowy, uzyskany na glebach lekkich w warunkach nawadniania, utrzymywał się na poziomie plonu uzyskanego z ciężkich gleb mineralnych bez nawadniania. W większości lat, w warunkach naturalnych opadów, najwyższy plon handlowy uzyskiwano na glebach torfowych.

Podobne wyniki otrzymano dla masy pojedynczej róży brokuła. Najdorodniejsze, o największej masie róże otrzymano na glebach torfowych i ciężkich glebach mineralnych. Na glebach lżejszych uzyskana masa róż była istotnie niższa.

Wyniki te są zgodne z uzyskanymi wcześniej dla kapusty brukselskiej. W badaniach tych najwyższy plon kapusty brukselskiej otrzymano również na glebach organicznych i ciężkich glebach mineralnych, natomiast na glebach lekkich plon był niższy i mało zróżnicowany dla poszczególnych gleb [1]. Podobne wyniki uzyskali także Kaniszewski i in. [6,7] dla pora i kalafiora.

Skład mineralny i jakość róż

Badane w doświadczeniu typy gleby oraz nawadnianie roślin wpływały na zawartość składników mineralnych w różach, ale występujące różnice nie zawsze były statystycznie udowodnione. Zawartość suchej masy w różach brokuła wahała się od 11,15% do 11,85% w zależności od typu gleby ale różnice te nie były istotne, natomiast nawadnianie było czynnikiem istotnie obniżającym poziom suchej masy w różach. Taką samą zależność stwierdzono w odniesieniu do zawartości wapnia w różach. Podobnie jak w liściach, również w różach brokułów pochodzących z gleb organicznych stwierdzono wyższą zawartość azotanów. Nawadnianie nie wpływało na zawartość NO_3^- w różach z wyjątkiem gleby torfowej z Rekowa, na której uzyskano istotnie wyższą zawartość tego składnika pod wpływem nawadniania oraz gleb płowych, dla których nawadnianie było czynnikiem obniżającym zawartość azotanów w różach (tab. 10). Zawartość azotanów w różach brokuła utrzymywała się na niskim poziomie i była 2-3 krotnie niższa od dopuszczonej normą dla tego gatunku (400 mg NO_3^- w 1 kg świeżej masy).

Róże brokuła pochodzące z gleb torfowych wykazywały wyższą zawartość fosforu i potasu w porównaniu z glebami mineralnymi. Różnice te były istotne w przypadku potasu, natomiast dla fosforu mieściły się w granicach błędu statystycznego. Nawadnianie roślin istotnie zwiększało zawartość potasu w różach, natomiast nie wpływało na zawartość fosforu (tab. 10).

Typ gleby na jakiej uprawiano brokuły oraz nawadnianie wpływały na występowanie zaburzenia fizjologicznego, zwanego jamistością głąba. Najwięcej róż z tym zaburzeniem stwierdzono na ciężkich glebach mineralnych (>35%). Na glebach lekkich udział róż z pustymi przestrzeniami mieścił się w zakresie 12-16%. Na glebach organicznych udział róż z jamistością głąba miał wartość pośrednią (18-20%), ale różnice te nie były istotne w stosunku do wszystkich gleb

mineralnych. Nawadnianie było czynnikiem znacznie zwiększającym występowanie jamistości głąba u róż brokuła. Udział róż z objawami pustych przestrzeni w głąbach, na niektórych glebach (gleby płowe, gleba brunatna), zwiększył się pod wpływem nawadniania nawet kilkakrotnie (3 do 7 razy). Na glebach ciężkich, nawadnianie zwiększyło udział róż z pustymi przestrzeniami z 28 do 40-50% (rys. 1). Cecha ta związana jest także z odmianą i występuje najczęściej u roślin silnie rosnących, tworzących róże duże, o wysokiej masie [3]. Nawadnianie, stymulując wzrost roślin brokuła, szczególnie w warunkach dobrego zaopatrzenia w azot, przyczynia się do zwiększenia nasilenia objawów tego zaburzenia [4].

Tabela 10. Zawartość składników mineralnych w różach brokuła w zależności od typu gleby. Średnia z lat 1996-1998

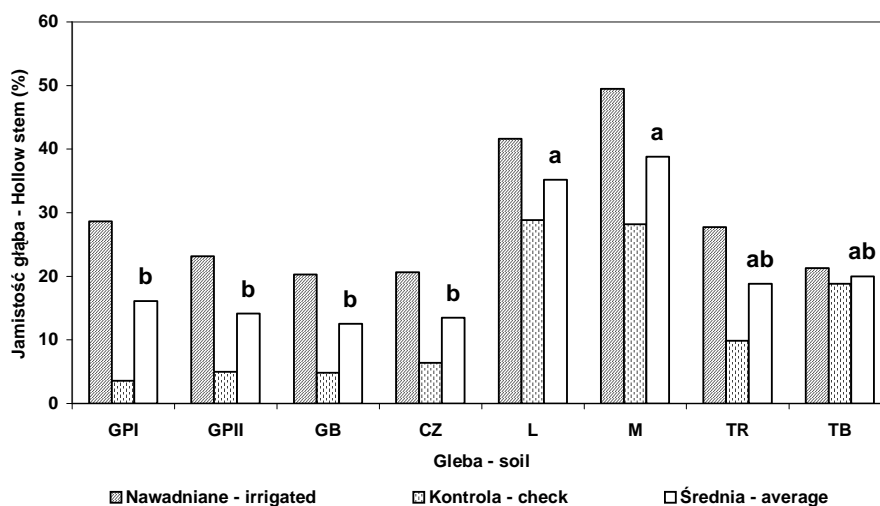
Table 10. Content of mineral components in broccoli heads on different soils. Average for 1996- 1998

Typ gleby – Type of soil	Sucha masa Dry weight (%) ¹⁾	NO ₃ ⁻ (mg·kg ⁻¹ św.m) (mg kg ⁻¹ d.w.)	Zawartość (% s. m.) Content (% of d. w.)		
			P	K	Ca
Gleba płowa I – Lessive soil I	11,85	140 b*	0,38 ¹⁾	3,40 a	0,34 ¹⁾
Gleba płowa II – Lessive soil II	11,33	121 b*	0,38	3,51 a	0,34
Gleba brunatna – Brown soil	11,71	143 b	0,37	3,47 a	0,36
Czarna ziemia – Black soil	11,85	172 b	0,36	3,18 a	0,39
Czarnoziem lessowy Leossive type chernozem	11,20	108 b	0,37	3,29 a	0,33
Mada – Alluvial soil	11,15	105 b	0,37	3,46 a	0,35
Torf niski I – Low moor peat I	11,21	281 a**	0,47	2,85 b	0,40
Torf niski II – Low moor peat II	11,46	182 ab	0,41	2,75 b	0,35
Nawadniane – Irrigated	11,21 b	145 ¹⁾	0,38 ¹⁾	3,34 a	0,34 b
Kontrola – Check	11,73 a	170	0,39	3,15 b	0,38 a

¹⁾– dla gleb różnice nie istotne (for soils non significant differences),

* – Współdziałanie: gleba x nawadnianie – istotne (nawadnianie – niższa wartość),
Interaction: soil x irrigation – significant (irrigation – lower value),

** – Współdziałanie: gleba x nawadnianie – istotne (nawadnianie – wyższa wartość),
Interaction: soil x irrigation – significant (irrigation – higher value).



Rys. 1. Wpływ typu gleby i nawadniania na występowanie jamistości głąba w brokułach

Fig. 1. Effect of soil type and irrigation on hollow stem incidence of broccoli

Objaśnienia dla typów gleb – podano w tabeli 1.

Explanation for soil types – see Table 1.

WNIOSKI

1. Zawartość azotu azotanowego w glebie związana była z typem gleby. Gleby zapewniające w okresie intensywnego wzrostu masy wegetatywnej (faza 7-10 liści) zawartość azotu azotanowego na poziomie 70-120 mg N-NO₃ w 1 litrze gleby umożliwiały bujny wzrost roślin oraz uzyskanie wysokiego plonu róz handlowych. Zawartość N-NO₃ w glebie w tym okresie może być wskaźnikiem potrzeby pogłównego nawożenia azotem w uprawie brokuła.

2. Gleby torfowe oraz ciężkie gleby mineralne, zasobne w składniki pokarmowe, zapewniały wysoki plon brokuła i dużą masę jednostkową róży nawet w warunkach naturalnych opadów bez stosowania nawadniania.

3. Nawadnianie wpływało korzystnie na wysokość plonu ogólnego i handlowego oraz jednostkową masę róz brokuła na wszystkich glebach. Nawadnianie gleb lekkich umożliwiło uzyskanie plonu na poziomie zbliżonym do otrzymanego z ciężkich gleb mineralnych bez nawadniania.

4. Wczesność plonowania brokułów zależała od typu gleby. Na glebach ciężkich brokuły plonowały od 3 do 6 dni wcześniej niż na glebach lekkich. Nawadnianie praktycznie nie miało wpływu na wczesność plonowania brokułów na

ciężkich glebach mineralnych i glebach organicznych, natomiast na lekkich glebach mineralnych przyspieszało plonowanie o 6-8 dni.

5. Na ciężkich glebach mineralnych zwiększało się ryzyko występowania zaburzenia fizjologicznego, zwanego jamistością głąba. Nawadnianie, niezależnie od typu gleby, stymulując wzrost roślin nasilało występowanie objawów zaburzenia.

6. Brokuły uprawiane na glebach torfowych gromadziły w różach więcej azotanów, co było prawdopodobnie związane z wysoką zawartością tego składnika w glebie w okresie dorastania i zbioru róż.

PIŚMIENNICTWO

1. **Babik I.:** Wpływ typu gleby na plonowanie i niektóre cechy jakościowe kapusty brukselskiej. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, Sec. III Horticultura, Vol. VIII, supp, 95-102, 2000.
2. **Babik I.:** Nitrogen requirements and fertilization of Brussels sprouts. VCRB, Vol. 62, 113-126, 2005.
3. **Babik I., Elkner K.:** Plonowanie i jakość kilku odmian brokuła w uprawie jesiennej. W: Produkcja warzyw dla przetwórstwa: Ogólnopolska Konferencja. Inst. Warz. Skierniewice, 111-116, 1997.
4. **Babik I., Elkner K.:** The effect of nitrogen fertilization and irrigation on yield and quality of broccoli. Acta Hort., 57, 33-43, 2002.
5. **Everaarts A.P.:** Teelt van broccoli. Teelthandleiding 54, Lelystad, 1993.
6. **Kaniszewski S., Rumpel J.:** Effects of irrigation, nitrogen fertilization and soil type on yield and quality of cauliflower. J. Veg. Crop Prod., 4(1), 67-75, 1998.
7. **Kaniszewski S., Umięcka L.:** Wpływ typu gleby i nawadniania na plon i przechowanie pora przy uprawie z siewu wprost do gruntu. Biuletyn Warzywniczy, XXVIII, 27-46, 1985.
8. **Karitonas R.:** Development of Nitrogen Management Tool for Broccoli. Acta Hort., 627, 125-129, 2003.
9. **Rubatzky V., Yamaguchi M.:** World vegetables. Principles, Production and Nutritive Value. Chapman Hall, ITP., USA, 384-387, 1997.
10. **Vogel G.:** Cole Crops, Other Brassica, and Crucifer Vegetables. Handbuch des speziellen Gemüsebaues, Verlag Eugen Ulmer, 384-387, 1996.

EFFECT OF SOIL TYPE AND IRRIGATION ON YIELD AND MINERAL COMPOSITION OF BROCCOLI

Irena Babik

Research Institute of Vegetable Crops, ul. Konstytucji 3 Maja 1/3, 96-100 Skierniewice
e-mail: irena@inwarz.skierniewice.pl

Abstract. The influence of soil type and irrigation on nutrient availability, mineral composition of plants, yield and quality of broccoli heads, was assessed for 6 soil types most common in Poland (lessive soil, brown soil, black soil, loess type of chernozem, alluvial soil and low moor peat soil). Irrigation was applied when soil suction was higher than 30 kPa. Low moor peat soils and

heavy mineral soils, securing higher nitrate nitrogen content in the soil ($70\text{-}120\text{ mg L}^{-1}$) in the period of intensive vegetative plant growth (stage of 7-10 leaves), enabled strong plant growth and high yield even when irrigation was not applied. Irrigation had positive effect on plant weight, yield and head weight, and secured on light soils the yield equivalent to that reached on heavy mineral soils without irrigation. The earliness of broccoli was related with soil type and irrigation. This treatment hastened broccoli harvest on light soils, but on heavy mineral soils where broccoli earliness was the highest no such influence was observed. On heavy mineral soils, promoting plant growth, the risk of hollow stem was higher. Irrigation intensified the incidence of this disorder. Broccoli grown on low moor peat soils showed higher nitrate accumulation in heads, probably due to higher nitrate content in the soil in the period of heads formation and harvest, but the nitrates content did not exceed levels accepted in the standards for this species.

Keywords: broccoli, soil type, irrigation, yield, mineral composition