



Ministerstwo Rolnictwa
i Rozwoju Wsi

InHort
SKIERNIEWICE

OCENA STANU ODŻYWIENIA ROŚLIN W GOSPODARSTWACH EKOLOGICZNYCH

Autorzy:

dr inż. Natalia Skubij¹

mgr inż. Artur Kowalski¹

dr Waldemar Kowalczyk²

¹Zakład Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych,
Pracownia Uprawy Warzyw i Grzybów Jadalnych;

²Laboratorium Analiz Chemicznych.

Opracowanie przygotowane w Instytucie Ogrodnictwa – PIB
w ramach zadania celowego nr 7.2. „**Opracowanie technologii produkcji warzyw
i grzybów jadalnych w systemie ekologicznym**”

finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Skierniewice, 2022

Spis treści

1. Wprowadzenie.....	3
2. Cel badań.....	3
3. Materiał i metody badań.....	4
4. Wyniki badań	4
4.1. Ogórek	4
4.2. Brokuł	10
4.3. Marchew.....	12
5. Podsumowanie	12

1. Wprowadzenie

W ekologicznym systemie produkcji zasobność gleby w składniki pokarmowe jest jednym z podstawowych warunków prawidłowego przyrostu biomasy roślin. Na zawartość poszczególnych pierwiastków w środowisku glebowym oraz ich dostępność dla roślin wpływ ma wiele czynników m.in. właściwości gleby, warunki klimatyczne czy agrotechnika poprowadzonej uprawy, na którą składają się: zaplanowany płodozmian, wykonywane zabiegi uprawowe, nawadnianie oraz nawożenie plantacji.

Dostarczanie składników pokarmowych roślinom w uprawie ekologicznej odbywa się przede wszystkim poprzez stosowanie nawozów pochodzenia naturalnego czy organicznego. Cennym źródłem makro- i mikroskładników w glebie są także pozostałości roślin poprzedzających uprawę i resztki poźniwne w odpowiednio zaplanowanym płodozmianie, uwzględniającym rośliny bobowate. W nawożeniu plantacji ekologicznych stosować można tylko nawozy i środki poprawiające właściwości gleby dopuszczone do stosowania w rolnictwie ekologicznym (wykaz dostępny na stronie: https://www.iung.pl/wp-content/uploads/2022/11/Wykaz_ekologia1.pdf).

Nieodpowiednia ilość składników pokarmowych w glebie (m.in. w wyniku niewłaściwego nawożenia lub prowadzonej agrotechniki uprawy) lub ograniczona ich dostępność (na skutek uwstecznienia czy też wymycia do głębszych warstw w wyniku zmian klimatycznych i glebowych), może doprowadzić do wystąpienia objawów zaburzeń fizjologicznych (chorób nieinfekcyjnych). Może to skutkować słabym plonowaniem i niską jakością produkowanych/uprawianych roślin. Jednym z możliwych sposobów zapobiegania takiej sytuacji jest wykonywanie analizy gleby (pozwalającej na skontrolowanie zasobności gleby w składniki mineralne) oraz analizy roślin (informującej o aktualnym stanie ich odżywienia). Celem obu analiz jest sprawdzenie czy potrzeby pokarmowe roślin w kolejnych fazach rozwojowych są zaspokojone oraz czy zastosowane przedwegetacyjne dawki nawozów były właściwe. W przypadku niedoboru składników pokarmowych przeprowadzanie analizy składu mineralnego gleby i liści pozwala na ustalenie wielkości nawożenia uzupełniającego.

2. Cel badań

Celem przeprowadzonych badań była ocena stanu odżywienia ekologicznych plantacji ogórka, brokuła i marchwi w kilku gospodarstwach na terenie kraju.

Przedmiotem badań była:

- ocena składu mineralnego (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B) roślin w czasie wegetacji;
- analiza gleby spod prowadzonej uprawy na zawartość makro- i mikroskładników, a także pH oraz zasolenia;
- analiza zawartości węgla organicznego w glebie;
- pomiar względnej zawartości chlorofilu, flawonoli oraz współczynnika NBI;
- wizualna ocena plantacji pod kątem potencjalnego występowania niedoboru lub nadmiaru składników mineralnych w roślinach.

3. Materiał i metody badań

Badania oceny stanu odżywienia upraw przeprowadzono w roku 2022 w gospodarstwach ekologicznych zlokalizowanych na terenie czterech województw:

- dolnośląskiego (w powiecie kamiennogórskim, ząbkowickim)
- lubelskiego (w powiecie biłgorajski, łączyński, puławski),
- łódzkiego (w powiecie łaskim, łączyckim),
- warmińsko – mazurskim (w powiecie olsztyńskim, ostródzkim).

Materiał badawczy stanowiły liście analizowanych gatunków, które zostały pobrane w różnych etapach rozwojowych roślin (dla ogórka w fazie pełni owocowania; dla brokułu w fazie w pełni wykształconej róży; marchwi w fazie przyrostu masy korzeni), a także gleba spod prowadzonej uprawy gatunków warzyw (pobierana w tych samych terminach, z głębokości 0-20 cm warstwy ornej).

W poszczególnych gospodarstwach przeprowadzony został wywiad informacyjny z rolnikiem odnośnie prowadzonej agrotechniki uprawy. Dokonywano również oceny wizualnej plantacji pod kątem występowania niedoboru lub nadmiaru składników pokarmowych w roślinach. Dodatkowo, na plantacjach ogórka wykonywano niedestrukcyjne pomiary parametrów fizjologicznych liści pozwalające na ocenę zawartości chlorofilu i flawonoli oraz określano stosunek między tymi parametrami, który jest dobrym wskaźnikiem odżywienia roślin w azot (współczynnik NBI). Badanie wykonano przy użyciu miernika Dualex Scientific+ (Force A, Orsay, France).

Pobrany materiał przewożono do Laboratorium Analiz Chemicznych, Instytutu Ogrodnictwa-PIB w Skierniewicach, gdzie wykonywano analizę składu mineralnego liści. Zawartość P, K, Ca, Mg oraz mikroelementów (Cu, Fe, Mn, Zn, B) oznaczano w materiale roślinnym zmineralizowanym na mokro w silnej mieszaninie kwasów HNO₃ i HClO₄. Zawartość K, Ca i Mg, a także mikroskładników oznaczono metodą spektrofotometryczną z wykorzystaniem sekwencyjnego spektrometru emisyjnego z plazmą sprzężoną indukcyjnie (model ICP Perkin-Elmer Optima 2000 DV, Boston, MA, USA). Oznaczenie zawartości: azotu azotanowego, fosforu, potasu, wapnia i magnezu w glebie wykonano stosując metodę uniwersalną wg Nowosielskiego (1988). W glebie oznaczono także: odczyn (pH_{H2O}) - potencjometrycznie, zasolenie - konduktometrycznie. Zawartość węgla organicznego oznaczono metodą Dumasa (analizatorem elementarnym Eltra CS 500, Niemcy).

4. Wyniki badań

4.1. Ogórek

Wyniki analizy składu mineralnego liści ogórka przedstawiono w tabelach 1 i 2. W uprawie tego gatunku kluczowym składnikiem, którego deficyt może uniemożliwić uzyskanie dobrego plonu jest azot. W badanych próbkach liści pobranych w fazie pełni wegetacji, zawartość tego składnika mieściła się w zakresie od 2,04 do 2,88 % s.m. i była wystarczająca do prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin. Na roślinach w trakcie lustracji plantacji w wizytowanych gospodarstwach ekologicznych nie stwierdzono występowania objawów chorobowych wynikających z niedoboru tego pierwiastka. Zawartość fosforu w tkankach liści pobranych z upraw ekologicznych, zlokalizowanych w różnych regionach Polski, wyniosła od 2320 do 4720 mg·kg⁻¹ s.m. Natomiast zawartość potasu, pierwiastka

regulującego gospodarkę wodną roślin, w okresie lustracji plantacji była na poziomie od 2530 do 35200 mg·kg⁻¹ s.m. Koncentracja Mg oraz Ca odnotowana na podstawie analizy laboratoryjnej świadczyła o odpowiednim odżywieniu roślin. Podobnie jak w przypadku w/w składników pokarmowych, na plantacjach nie stwierdzono występowania zmian rozwojowych roślin świadczących o możliwym niedoborze tych pierwiastków. W trakcie lustracji na częściach nadziemnych (liściach, pędach, kwiatach, owocach) nie zaobserwowano zaburzeń we wzroście i pokroju roślin, przebarwień na liściach czy pędach, jak również uszkodzeń na kwiatach i zniekształceń owoców.

Tabela 1. Ocena zawartości makroskładników w liściach ogórka uprawianego na plantacjach ekologicznych na terenach różnych województw.

województwo	powiat	N	P	K	Ca	Mg
		% s.m.	mg·kg ⁻¹ s.m.			
dolnośląskie	kamiennogórski	2,60	2380	13200	22200	5460
	ząbkowicki	2,88	2320	18800	64700	13400
średnia dla województwa		2,74	2350	16000	43450	9430
łódzkie	łaski	2,17	3170	23000	84400	14700
średnia dla województwa		2,17	3170	23000	84400	14700
lubelskie	biłgorajski	2,04	2460	2530	70800	10900
	puławski	2,59	3660	2780	25900	7090
średnia dla województwa		2,32	3060	2655	48350	8995
warmińsko-mazurskie	olsztyński	2,07	2790	35200	39400	5780
	ostródzki	2,46	4720	19600	54400	8800
średnia dla województwa		2,27	3755	27400	46900	7290

Zawartość mikroskładników w roślinach zależy w dużej mierze od właściwości fizycznych, chemicznych i biologicznych gleby, a także cech odmianowych i stadium rozwojowego roślin. Na badanych plantacjach zawartość mikroskładników w liściach ogórkach była na zróżnicowanym poziomie (tab. 2). Większą zawartością Fe odznaczały się liście ogórka pochodzące z plantacji zlokalizowanych w powiecie biłgorajskim (woj. lubelskie) oraz ząbkowickim (woj. dolnośląskie). Odnotowana wyższa zawartość Fe w liściach ogórka w tych rejonach w odniesieniu do innych regionów nie miała większego wpływu na roślinę. Podczas lustracji na roślinach nie występowały objawy niedoboru Fe. Koncentracja jonów żelaza w tkankach liści ogórka mogła wynikać również z uwarunkowania genetycznego. W liściach ogórka na plantacjach w powiecie biłgorajskim i ząbkowickim odnotowano wyższą wartość wskaźnika zawartości chlorofilu (tab. 3). Lustracje plantacji ogórka nie wykazały zaburzeń we wzroście i rozwoju roślin związanych z niedoborem mikroskładników.

O prawidłowym odżywieniu roślin ogórka świadczy również współczynnik NBI (*Nitrogen Balans Index*), który informuje o stanie odżywienia azotem (tab. 3). Wartość współczynnika NBI liści ogórka na badanych plantacjach ekologicznych mieściła się w zakresie od 14,5 do 39,5.

Tabela 2. Ocena zawartości mikrośladników w liściach ogórka uprawianego na plantacjach ekologicznych na obszarach różnych województw.

województwo	powiat	Fe	Mn	Cu	Zn	B
		mg·kg ⁻¹ s.m.				
dolnośląskie	kamiennogórski	283	81,1	3,13	27,8	23,4
	ząbkowicki	1390	123	10,10	34,7	35,5
średnia dla województwa		837	102,05	6,61	31,25	29,45
łódzkie	łaski	435	41,1	6,76	47,3	37,3
średnia dla województwa		435	41,1	6,76	47,3	37,3
lubelski	biłgorajski	783	161	12,20	47,4	53,7
	puławski	499	174	7,37	50,6	34,8
średnia dla województwa		641	167,5	9,79	49	44,2
warmińsko-mazurskie	olsztyński	657	71,7	32,00	42,6	37,2
	ostródzki	288	121,0	33,60	45,6	39,6
średnia dla województwa		472,5	96,4	32,80	44,1	38,4

Tabela 3. Wskaźniki chlorofilu, flawonoli oraz NBI dla ogórka uprawianego metodami ekologicznymi.

województwo	powiat	chlorofil	flawonole	NBI
dolnośląskie	kamiennogórski	29,97	1,52	19,83
	ząbkowicki	39,57	1,82	21,72
średnia dla województwa		34,77	1,67	20,77
łódzkie	łaski	30,50	1,02	39,49
średnia dla województwa		30,50	1,02	39,49
lubelskie	biłgorajski	38,63	1,84	16,70
	puławski	24,25	1,70	14,50
średnia dla województwa		31,37	1,77	15,60
warmińsko-mazurskie	olsztyński	27,24	1,68	16,25
	ostródzki	31,88	1,86	17,18
średnia dla województwa		29,56	1,77	16,71

Wyniki analizy składu mineralnego gleby przedstawiono w tabeli 4. W glebie spod prowadzonej uprawy ogórka odnotowano niższą zawartość badanych składników w odniesieniu do optymalnych zawartości składników pokarmowych na początku wegetacji. Obniżona zawartość makroskładników w glebie może świadczyć o stopniowym ich wykorzystywaniu przez rośliny w czasie wzrostu. Składniki pokarmowe mogły ulec uwstecznieniu lub wymyciu w głąb profilu glebowego na skutek niekorzystnego przebiegu warunków pogodowych. Podczas lustracji plantacji nie stwierdzono żadnych objawów nieprawidłowego odżywienia roślin, a analizy składu chemicznego liści nie odbiegają od wartości optymalnych.

Tabela 4. Ocena zawartości makroskładników w glebie spod uprawy ogórka na plantacjach ekologicznych na terenach różnych województw w 2022 r.

województwo	powiat	N-NO ₃	P	K	Mg	Ca
		mg·dm ⁻³				
dolnośląskie	kamiennogórski	41	18	28	164	241
	ząbkowicki	29	22	81	80	430
średnia dla województwa		35	20	55	122	336
łódzkie	łaski	61	22	83	97	312
średnia dla województwa		61	22	83	97	312
lubelskie	biłgorajski	31	14	87	48	289
	puławski	32	19	118	74	308
średnia dla województwa		31,5	16,5	102,5	61	298,5
warmińsko-mazurskie	olsztyński	41	28	48	149	457
	ostródzki	69	8	27	66	366
średnia dla województwa		55	18	37,5	107,5	411,5
optymalna zawartość badanych składników *		50 – 120	60 - 80	150 - 200	60 - 80	1500 - 2000

* optymalna ilość składników pokarmowych w momencie rozpoczęcia wegetacji roślin ogórka wg Sady, 2006¹.

Na dostępność składników pokarmowych w glebie wpływ ma wiele czynników w tym m.in. jej odczyn, ilość soli oraz zawartość węgla organicznego. Próby gleby spod uprawy ogórka poddano analizie na oznaczanie w/w parametrów. Optymalny zakres pH gleby dla ogórka wynosi od 6,0 do 7,2. Badania wykazały, że pH gleby, na której prowadzono ekologiczną uprawę ogórka wynosiło od 5,9 do 6,5 w zależności od regionu prowadzonej uprawy (tab. 4). Zasolenie gleby, które reguluje pobieranie wody i rozpuszczonych w niej składników pokarmowych, mieściło się w granicach od 0,19 do 0,43 g NaCl·dm⁻³. Jednym ze wskaźników określających ilość materii organicznej w glebie jest zawartość węgla organicznego, która na badanych plantacjach wynosiła od 1,21 do 2,89 %.

Zasobność gleby w składniki pokarmowe zależy również od ilości resztek poźniowych pozostawionych przez rośliny poprzedzające planowaną uprawę oraz rodzaju zastosowanego nawozu. Z informacji uzyskanych od plantatorów upraw ekologicznego ogórka z województwa lubelskiego, łódzkiego, dolnośląskiego i warmińsko-mazurskiego wynika, że podstawą nawożenia w ich gospodarstwach jest właściwy płodozmian warzywniczy lub warzywniczoroślinny. Wśród gatunków wchodzących w skład płodozmiaru rolnicy wymieniali: rośliny bobowate (lucerna, kośćczyna) w czystym siewie lub jako mieszanki ze zbożami jarymi, zboża (m.in. pszenicę, pszenicę samopszą, pszenicę płaskurkę, orkisz), inne gatunki warzyw (kapustnych, korzeniowych, cebulowych). W wizytowanych gospodarstwach stosowane były poplony z gorczycy, seradeli, gryki, a także wykorzystywane były do nawożenia – nawozy naturalne (m.in. obornik bydlęcy, kurzy, gnojowica) oraz organiczne (kompost) czy nawozy organiczno-mineralne (m.in. Fertil, Bioilsa). Ponadto w gospodarstwach stosowane były również nawozy pochodzenia naturalnego zawierające wapń, potas, fosfor, dopuszczone do stosowania w gospodarstwach ekologicznych.

¹ Sady W., 2006. Nawożenie warzyw polowych. Wyd. Pantpress, Kraków.

W monitorowanych gospodarstwach uprawa ogórka polowego prowadzona była na glebach bielcowych (wytworzonych z piasków słabo gliniastych i gliniastych) oraz glebach pływowych (utworzonych z formacji mułowych), jak również glebach brunatnoziemnych (wytworzonych z glin, utworów pyłowych, lessów i utworów lessowych). Klasa bonitacyjna gleb w badanych gospodarstwach, mieściła się w zakresie od III B do V.

Tabela 5. Parametry gleby wpływające na stan odżywienia roślin ogórka uprawianego metodami ekologicznymi.

województwo	powiat	pH _{H2O}	Zasolenie (g NaCl·dm ⁻³)	C org. (%)
dolnośląskie	kamiennogórski	6,5	0,30	2,48
	ząbkowicki	6,4	0,27	1,21
średnia dla województwa		6,4-6,5	0,28	1,84
łódzkie	łaski	6,9	0,22	2,89
średnia dla województwa		6,9	0,22	2,89
lubelskie	biłgorajski	6,2	0,29	1,28
	puławski	6,5	0,21	1,46
średnia dla województwa		6,2-6,5	0,25	1,37
warmińsko-mazurskie	olsztyński	6,2	0,19	1,24
	ostródzki	5,9	0,43	1,71
średnia dla województwa		5,9-6,2	0,31	1,47
przedział wartości		6,0 – 7,2*	0 – 2**	0,6 – 1,8***

* zakres optymalnego odczynu pH w H₂O gleby dla uprawy ogórka wg Kołoty, 2007²; ** wartość zasolenia w glebie nie ograniczające plonowania roślin wg Gołda, 2005³; *** przeciętna zawartość węgla organicznego w warstwie 0-20 cm na glebach bielcowych wg Musierowicza 1968⁴.

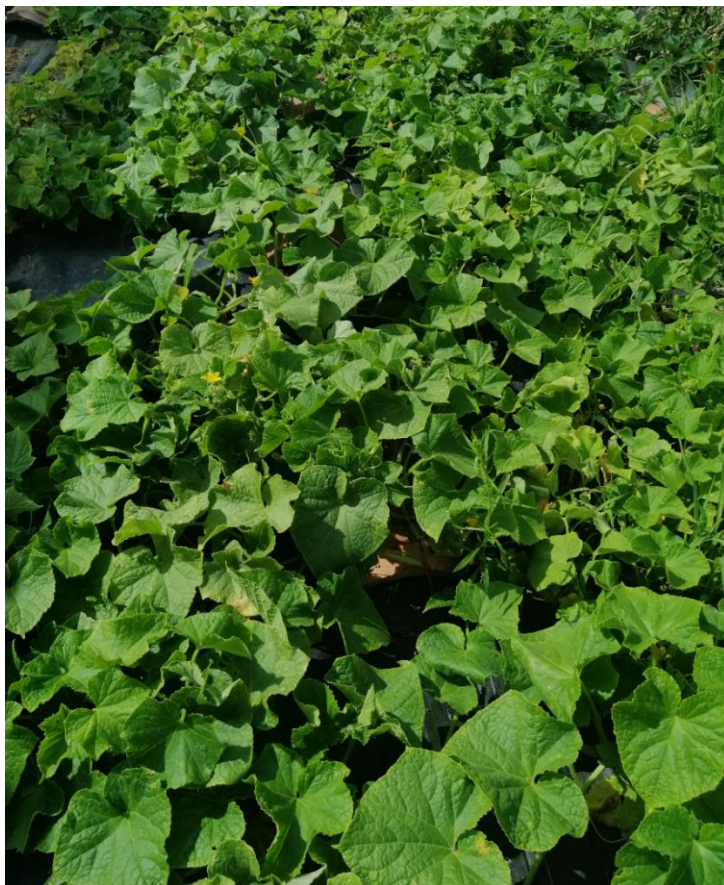
Przeprowadzona ocena wizualna plantacji (fot. 1, 2) nie wykazała występowania objawów niedoborów składników pokarmowych, świadczących o niewłaściwym stanie odżywienia upraw ogórka w badanych gospodarstwach ekologicznych.

Na podstawie uzyskanych wyników analizy składu mineralnego liści i gleby, a także uwzględniając ocenę wizualną prowadzonych upraw w trakcie wegetacji, stwierdzono właściwy stan odżywienia badanych plantacji ekologicznych ogórka.

² Kołota E., 2007. Żywnienie i nawożenie roślin, w: Ogólna Uprawa Warzyw pod redakcją M. Knaflewskiego. PWRiL, Poznań.

³ Gołda T., 2005. Rekultywacja. Uczelniane Wyd. Nauk.-Dyd. AGH, Kraków.

⁴ Musierowicz A., 1968. Gleboznawstwo ogólne. III wyd. PWRiL, Warszawa.



Fot. 1. Uprawy ogórka w fazie pełni owocowania w gospodarstwie ekologicznym położonym w województwie warmińsko-mazurskim, powiecie ostródzki (fot. N. Skubij).



Fot. 2. Plantacja ogórka w fazie pełni owocowania w gospodarstwie ekologicznym położonym powiecie biłgorajskim (fot. N. Skubij).

4.2. Brokuł

W 2022 roku przeprowadzono ocenę stanu odżywienia brokułu, uprawianego metodą ekologiczną w dwóch województwach: lubelskim i łódzkim. Brokuł jest gatunkiem odznaczającym się dużymi wymaganiami pokarmowymi i nawozowymi. Uzyskane wyniki analizy zawartości składników mineralnych w liściach brokułu przedstawiono w tabeli 6 i 7.

Tabela 6. Ocena zawartości makroskładników w liściach brokułu uprawianego na plantacjach ekologicznych na terenach różnych województw.

województwo	powiat	N	P	K	Ca	Mg
		% s. m.	mg·kg ⁻¹ s. m.			
lubelskie	biłgorajski	1,24	2220	19600	24600	2200
	puławski	1,15	2290	22000	31000	2110
średnia dla województwa		1,19	2255	20800	27800	2155
łódzkie	łaski	1,03	1970	14800	28500	1640
średnia dla województwa		1,03	1970	14800	28500	1640

W badanych gospodarstwach ekologicznych zawartość azotu ogólnego w liściach brokułu wynosiła od 1,03 do 1,24 % s.m. Zawartość potasu, który jest pierwiastkiem występującym w roślinie zazwyczaj w dosyć dużym stężeniu, wyniosła od 14800 do 22000 mg·kg⁻¹ s.m. Natomiast zawartość fosforu, wapnia, magnezu oraz mikroskładników (Fe, Mn, Cu, Zn, B) była na poziomie odpowiednim dla prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin brokułu w fazie pełnego wykształcenia róży. Obecna w liściach zawartość składników mineralnych oraz przeprowadzona ocena wizualna części nadziemnych i podziemnych brokułu, świadczą o odpowiednim stanie odżywienia badanych plantacji. W trakcie wykonywanej lustracji nie stwierdzono objawów nieprawidłowego wzrostu roślin, nie występowały przebarwienia na liściach, zniekształcenia róży czy puste przestrzenie wewnątrz głąbów.

Tabela 7. Ocena zawartości mikroskładników w liściach brokułu uprawianego na plantacjach ekologicznych na obszarach różnych województw.

województwo	powiat	Fe	Mn	Cu	Zn	B
		mg·kg ⁻¹ s. m.				
lubelskie	biłgorajski	271	42,3	5,25	19,1	31,5
	puławski	115	33,6	4,00	17,0	40,9
średnia dla województwa		193	37,9	4,63	18,05	36,2
łódzkie	łaski	78,9	17,4	2,41	14,7	34,4
średnia dla województwa		78,9	17,4	2,41	14,7	34,4

Wyniki analiz chemicznych dotyczących zawartości makroskładników i innych parametrów określających glebę spod prowadzonej uprawy brokułu w gospodarstwach ekologicznych przedstawiono w tabeli 8 i 9. W badanych próbkach gleby zawartości N-NO₃, K, P i Ca w strefie korzeniowej roślin brokułu znajdowała się poniżej zakresu wartości optymalnych (wg Sady 2006). Glebę do badań pobierano w fazie w pełni wykształconej róży brokułu, a więc pod koniec okresu wegetacji dla tego gatunku. Odczyn gleby z badanych

plantacji mieścił się w zakresie od 6,7 do 7,3. W badanej glebie stwierdzono niewielką ilość soli oraz wyższą zawartość węgla organicznego (C org.) w odniesieniu do przedziału wartości dla badanych parametrów, zawartych w tabeli 9. Uzyskane wyniki i przeprowadzona ocena wizualna plantacji, która nie wykazała występowania objawów niedoborów składników pokarmowych, świadczą o właściwym stanie odżywienia prowadzonych upraw brokułu w badanych gospodarstwach ekologicznych.

Tabela 8. Ocena zawartości makroskładników w glebie spod uprawy brokułu na plantacjach ekologicznych na obszarach różnych województw.

województwo	powiat	N-NO ₃	P	K	Mg	Ca
		mg·dm ⁻³				
lubelskie	biłgorajski	19	<0,5	69	62	628
	puławski	32	21	116	39	563
średnia dla województwa		25,5	10,7	92,5	50,5	595
łódzkie	łaski	23	33	72	52	657
średnia dla województwa		23	33	72	52	657
optymalna zawartość składników pokarmowych w glebie**		70 – 120	50 - 60	160 - 190	45 - 55	1000 – 1500

*optymalna zawartość składników pokarmowych w momencie rozpoczęcia wegetacji roślin brokułu wg Sady, 2006.

Tabela 9. Parametry gleby wpływające na stan odżywienia roślin brokułu uprawianego metodami ekologicznymi.

województwo	powiat	C org. (%)	pH H ₂ O	Zasolenie (g NaCl·dm ⁻³)
lubelskie	biłgorajski	2,06	6,9	0,15
	puławski	1,72	6,7	0,19
średnia dla województwa		1,39	6,7-6,9	0,17
łódzkie	łaski	2,70	7,3	0,27
średnia dla województwa		2,70	7,3	0,27
przedział wartości		0,6 – 1,8*	6,2 – 7,0**	0 – 2***

* przeciętna zawartość węgla organicznego w warstwie 0-20 cm na glebach bielcowych wg Musierowicza 1968⁴; ** zakres optymalnego odczynu (pH w H₂O) gleby dla uprawy brokułu wg Sady, 2006¹; *** wartość zasolenia gleby nie ograniczająca plonowania roślin wg Gołda, 2005³.

W uprawach ekologicznych podstawą dostępności składników pokarmowych w glebie jest właściwie zaplanowany płodozmian oraz zastosowane nawozy naturalne i organiczne zwiększające zawartość materii organicznej. Na podstawie informacji zgromadzonych od plantatorów brokułu w województwie lubelskim i łódzkim podstawą ich nawożenia był czteroletni bądź pięcioletni płodozmian. Wśród wymienianych gatunków uwzględniane były: zboża jare w czystym siewie lub z wsiewką, rośliny bobowate (lucerna, koniczyna), warzywa cebulowe i korzeniowe. W celu utrzymania właściwego pH gleby plantatorzy stosowali wapnowanie upraw m.in. węglanem wapnia. Z nawozów naturalnych stosowano pogłównie: obornik bydlęcy, a także nawozy dolistne zawierające aminokwasy, nawozy z pokrzyw, kwasy humusowe oraz inne nawozy dozwolone do stosowania w gospodarstwach ekologicznych zgodnie z wytycznymi MRiRW. Z danych uzyskanych od rolników, rodzajem gleb, na jakich

proszono uprawy brokołu ekologicznego były gleby bielcowe utworzone z piasków słabo gliniastych i gliniastych oraz gleby płowe utworzone z formacji mułowych. Klasa bonitacyjna gleby w badanych gospodarstwach, na których prowadzono uprawę brokołu mieściła się w zakresie od 3B do 4B.

Uzyskane wyniki składu mineralnego liści oraz gleby, jak i przeprowadzona ocena wizualna upraw wskazują, że zastosowano prawidłowy sposób odżywiania roślin brokołu w gospodarstwach ekologicznych.

4.3. Marchew

Ocenę stanu odżywienia ekologicznych plantacji marchwi przeprowadzono w gospodarstwach położonych w województwie dolnośląskim, łódzkim, lubelskim oraz warmińsko-mazurskim. Uzyskane wyniki analizy zawartości składników mineralnych w liściach marchwi przedstawiono w tabeli 10 i 11.

Tabela 10. Ocena zawartości makroskładników w liściach marchwi uprawianej na plantacjach ekologicznych na terenach różnych województw.

województwo	powiat	N	P	K	Ca	Mg
		% s.m.	mg·kg ⁻¹ s.m.			
dolnośląskie	kamiennogórski	2,09	3060	42000	35300	4770
	ząbkowicki	2,87	2290	21300	34500	6640
średnia dla województwa		2,48	2675	31650	34900	5705
łódzkie	łaski	2,35	1880	21500	38400	4970
	łęczycki	2,20	2290	29400	35100	3650
średnia dla województwa		2,27	2085	25350	36750	4310
lubelskie	biłgorajski	2,94	2340	47500	20800	5060
	puławski	2,59	2140	44600	28900	4860
	łęczyński	2,76	1980	41400	30900	4300
średnia dla województwa		2,76	2153	44500	26867	4740
warmińsko-mazurskie	olsztyński	2,36	3130	38900	39100	6930
średnia dla województwa		2,36	3130	38900	39100	6930

Marchew jest gatunkiem mającym duże wymagania pokarmowe, zwłaszcza w stosunku do potasu. W lustrzonych gospodarstwach ekologicznych, zawartości azotu ogólnego mieściły się w zakresie 2,09 do 2,94 % s.m. Zawartość potasu, pierwiastka regulującego gospodarkę wodną rośliny, wyniosła od 21300 do 47500 mg·kg⁻¹ s.m. Natomiast zawartość żelaza, boru, miedzi, cynku, manganu jak i pozostałych makroskładników (P, Ca, Mg) była na poziomie odpowiednim dla prawidłowego wzrostu oraz rozwoju roślin marchwi w fazie przyrostu korzeni. Zawartość składników mineralnych w liściach i ocena wizualna roślin (liści, korzenia), świadczą o prawidłowym stanie odżywienia plantacji marchwi. W trakcie lustracji plantacji nie stwierdzono zmian we wzroście roślin, przebarwień na liściach czy zniekształceń korzeni.

Uprawę marchwi można prowadzić metodą „na płasko” lub na redlinach. W wizytowanych gospodarstwach ekologicznych dwie plantacje założone zostały z siewu nasion na płasko (powiat puławski oraz olsztyński). W pozostałych lokalizacjach plantacje marchwi prowadzone były na redlinach. Na badanych plantacjach marchwi z informacji

uzyskanych od rolników, rodzajem gleb, na jakich prowadzono uprawy, były przede wszystkim gleby bielicowe utworzone z piasków słabo gliniastych i gliniastych oraz gleby płowe utworzone z formacji mułowych. Klasa bonitacyjna gleby w badanych gospodarstwach, na których prowadzono uprawę marchwi mieściła się w zakresie od 3B do 4B.

Tabela 11. Ocena zawartości mikroskładników w liściach marchwi uprawianej na plantacjach ekologicznych na obszarach różnych województw.

województwo	powiat	Fe	Mn	Cu	Zn	B
		mg·kg ⁻¹ s.m.				
dolnośląskie	kamiennogórski	215	87,0	5,95	28,5	52,1
	ząbkowicki	292	98,2	8,31	31,4	46,1
średnia dla województwa		253,5	92,6	7,15	29,9	49,1
łódzkie	łaski	529	107,0	19,50	25,1	44,7
	łęczycki	296	104,0	14,80	22,5	50,3
średnia dla województwa		412,5	105,5	17,1	23,8	47,5
lubelski	biłgorajski	360	388,0	25,00	41,2	48,1
	puławski	428	125,0	8,84	24,3	50,8
	łęczyński	198	121,0	4,87	28,6	54,2
średnia dla województwa		328,7	211,3	12,9	31,4	51,0
warmińsko-mazurskie	olsztyński	506	60,7	7,30	32,4	58,0
średnia dla województwa		506	60,7	7,30	32,4	58,0

Wśród czynników wpływających na glebę wyróżnić można: jej odczyn, zasolenie czy zawartość węgla organicznego. Właściwości te w zasadniczy sposób wpływają na rozpuszczalność składników mineralnych oraz ich przyswajalność dla roślin. Wyniki analiz chemicznych dotyczących zawartości makroskładników i innych parametrów określających właściwości gleby spod prowadzonej uprawy marchwi w gospodarstwach ekologicznych przedstawiono w tabeli 12 i 13.

W próbkach gleby spod uprawy marchwi odnotowano niższą zawartość makroskładników w porównaniu do zakresu odpowiedniego dla tego gatunku na początku wegetacji (tab. 10). Badana gleba pobierana była w fazie przyrostu masy korzeni, stąd możliwy spadek ilości składników pokarmowych w glebie i nagromadzenie ich w części korzenia spichrzowego, pełniącego funkcję organu magazynującego materiały zapasowe. Na dostępność dla roślin i przemieszczanie jonów pierwiastków pomiędzy glebą a strefą włośnikową korzenia wpływ mogły mieć również warunki klimatyczne i glebowe. Na badanych plantacjach pH gleby wynosiło od 6,2 do 6,8. W badanej glebie stwierdzono niskie zasolenie (0,20 do 0,41 g NaCl·dm⁻³), a zawartość węgla organicznego była różna w poszczególnych województwach.

Na podstawie informacji zgromadzonych od plantatorów marchwi, podstawą nawożenia w ich gospodarstwach był płodozmian rolniczo-warzywniczy. Wśród wymienianych gatunków uwzględniane były warzywa z rodziny kapustowatych, czosnkowatych i dyniowatych, zboża oraz rośliny bobowate. Z nawozów naturalnych stosowano pogłównie: obornik bydlęcy, koński oraz owczy, jak również nawozy dolistne zawierające aminokwasy oraz inne nawozy dozwolone do stosowania w gospodarstwach ekologicznych, zgodnie z wytycznymi MRiRW.

Tabela 12. Ocena zawartości makroskładników w glebie spod uprawy marchwi na plantacjach ekologicznych na terenach różnych województw w 2022 r.

województwo	powiat	N-NO ₃	P	K	Mg	Ca
		mg·dm ⁻³				
dolnośląskie	kamiennogórski	49	2	90	70	388
	ząbkowicki	28	40	63	81	541
średnia dla województwa		38,5	21	76,5	85,5	464,5
łódzkie	łaski	17	22	103	97	317
	łęczycki	44	127	102	108	786
średnia dla województwa		30,5	74,5	102,5	102,5	551,5
lubelskie	biłgorajski	31	<0,5	111	56	249
	puławski	42	36	79	79	357
	łęczyński	51	24	87	98	382
średnia dla województwa		41,3	30,0	92,3	77,7	329,3
warmińsko-mazurskie	olsztyński	41	28	48	49	457
średnia dla województwa		41	28	48	49	457
optymalna zawartość badanych składników *		100 – 140	60 - 80	100 - 150	60 - 80	1500 - 3000

* optymalna zawartość składników pokarmowych w momencie rozpoczęcia wegetacji roślin marchwi wg Sady, 2006⁵.

Tabela 13. Parametry gleby wpływające na stan odżywienia roślin marchwi uprawianej metodami ekologicznymi.

województwo	powiat	pH _{H2O}	Zasolenie (g NaCl·dm ⁻³)	C org. (%)
dolnośląskie	kamiennogórski	6,3	0,34	1,84
	ząbkowicki	6,5	0,20	1,45
średnia dla województwa		6,3-6,5	0,27	1,64
łódzkie	łaski	6,4	0,22	0,98
	łęczycki	6,8	0,41	1,38
średnia dla województwa		6,4-6,8	0,32	1,18
lubelskie	biłgorajski	6,2	0,31	1,45
	puławski	6,4	0,24	1,30
	łęczyński	6,5	0,26	1,22
średnia dla województwa		6,2-6,5	0,27	1,32
warmińsko-mazurskie	olsztyński	6,6	0,29	1,92
średnia dla województwa		6,6	0,29	1,92
przedział wartości		6,5 – 7,5**	0 – 2**	0,6 – 1,8***

* zakres optymalnego odczynu pH w H₂O gleby dla uprawy marchwi wg Kołoty, 2007⁶; ** wartość soli w glebie nie ograniczające plonowania roślin wg Gołda, 2005⁷, *** przeciętna zawartość węgla organicznego w warstwie 0-20 cm na glebach bielcowych wg Musierowicza 1968⁸.

⁵ Sady W., 2006. Nawożenie warzyw polowych. Wyd. Pantpress, Kraków.

⁶ Kołota E., 2007. Żywnienie i nawożenie roślin, w: Ogólna Uprawa Warzyw pod redakcją M. Knafliewskiego. PWRiL, Poznań.

⁷ Gołda T., 2005. Rekultywacja. Uczelniane Wyd. Nauk.-Dyd. AGH, Kraków.

⁸ Musierowicz A., 1968. Gleboznawstwo ogólne. III wyd. PWRiL, Warszawa.

Uzyskane w badaniach wyniki składu mineralnego liści oraz gleby, jak i przeprowadzona ocena wizualna roślin (fot. 3) wskazują, że zastosowano prawidłowy sposób odżywiania marchwi w gospodarstwach ekologicznych.



Fot. 3. Uprawa marchwi w gospodarstwie ekologicznym położonym w powiecie puławskim, województwo lubelskie (fot. N. Skubij).

5. Podsumowanie

- Ocena wizualna stanu odżywienia roślin ogórka, brokułu i marchwi w gospodarstwach ekologicznych nie wykazała występowania objawów zaburzeń fizjologicznych roślin, wynikających z niedoboru składników pokarmowych.
- Przeprowadzone analizy składu mineralnego liści oraz gleby badanych upraw wykazały różną ich zawartość w roślinach i kompleksie glebowym, zależną od regionu prowadzonej uprawy oraz wpływu na plantacje czynników środowiskowych.
- Zawartość węgla organicznego w glebie spod uprawy brokułu mieściła się w zakresie od 1,72 do 2,70 % s.m. gleby, dla uprawy ogórka w zakresie od 1,21 do 2,89 % s.m. gleby, natomiast dla uprawy marchwi była na poziomie od 0,98 do 1,92% s.m. gleby.
- Na podstawie informacji uzyskanych od plantatorów upraw ekologicznych brokułu, marchwi oraz ogórka dotyczących płodozmianu oraz dawek stosowanych nawozów stwierdzono, iż pokrywały one potrzeby pokarmowe roślin.