

**OCENA STOPNIA ZANIECZYSZCZENIA SKŁADNIKAMI
NAWOZOWYMI WODY Z UJĘĆ GŁĘBINOWYCH
NA TERENACH O SKONCENTROWANEJ PRODUKCJI
SZKLARNIOWEJ**

**EVALUATION OF THE NUTRIENT ELEMENTS POLLUTION LEVEL
OF THE GROUNDWATER INTAKES ON THE CONCENTRATED
AREAS OF GREENHOUSE PRODUCTION**

Waldemar Kowalczyk, Jacek Dyśko, Anna Felczyńska
Instytut Warzywnictwa im. Emila Chroboczka w Skierniewicach

Wetna mineralna jest obecnie jednym z najczęściej stosowanych podłoży uprawowych w towarowej produkcji warzyw pod osłonami, głównie pomidora i ogórka (Komosa 2002). Szacuje się, że uprawy bezglebowe zajmują około 1500 ha, w tym uprawy pomidora na wetnie mineralnej 1200 ha, natomiast uprawy ogórka około 100 ha (Dyśko 2007). Wetna mineralna charakteryzuje się bardzo dobrymi właściwościami fizycznymi i chemicznymi (Jaroszuk-Sierocińska 2007), co pozwala na uzyskanie wysokich plonów, dobrej jakości owoców. W uprawach bezglebowych, szczególnie w wetnie mineralnej, aby zapewnić odpowiednie warunki do wzrostu i rozwoju roślin, konieczne jest stosowanie dodatkowej ilości pożywki, w celu przepłukania mat uprawowych. Ilości te sięgają nawet do 40%. W otwartych systemach upraw bezglebowych nadmiar ten jest bezpośrednio wylewany do gruntu powodując przenikanie składników nawozowych do wód gruntowych, a następnie do studni i rzek, powodując zanieczyszczenie środowiska naturalnego. Pożywka wnika do gruntu jest bardziej skoncentrowana niż ta, która dozowana jest na maty uprawowe (Dyśko, Kowalczyk 2005). Według Benoit (1995) oraz Dyśko (2007) ok. 5 ton nawozów rocznie z powierzchni 1 hektara wnika do gruntu w tym ponad 1000 kg azotu. Anion NO_3^- w glebie nie podlega sorpcji wymiennej, a więc jest podatny na wymywanie w głąb profilu glebowego. Zanieczyszczenie wód gruntowych obejmuje ryzyko spożywania wody z dużą ilością azotanów. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) oraz Polska przyjęły za bezpieczny dopuszczalny poziom zanieczyszczeń wody pitnej do $10 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ azotu azotanowego (Duer i in. 2004). Na podstawie wcześniejszych badań prowadzonych w Instytucie Warzywnictwa (Kowalczyk i in. 2001) oraz Komosy (1997) wynika, że wzrasta zawartość niektórych składników nawozowych w wodach podziemnych. Jakość wody, poziom zanieczyszczeń składnikami

nawozowymi, ma duże znaczenie nie tylko w uprawie warzyw (Chohura i Komosa 2000), ale i w uprawach innych gatunków roślin (Komosa 1997).

Celem badań prowadzonych w ramach programu wieloletniego jest monitorowanie i ocena stanu skażenia wód podziemnych składnikami nawozowymi w głównych rejonach uprawy warzyw pod osłonami.

MATERIAL I METODY

Badania prowadzono w roku 2010 w Instytucie Warzywnictwa w Skierniewicach. Próby wody (ok. 1 dm³) pobierane były z ujęć głębinowych, z terenów skoncentrowanej produkcji szklarniowej, głównie warzyw. Woda do analizy pobierana była z 3 największych rejonów uprawy; Karczew-Janów, okolice Kalisza oraz z południowej części Polski. Analizowana woda przeznaczona była do celów produkcyjnych, do nawadniania i fertygacji, a także do celów spożywczych. Próby wody, po dostarczeniu do laboratorium, analizowane były na zawartość składników nawozowych (makro i mikroelementów). Określano także pH i ogólną zawartość soli mineralnych tzw. wskaźnikiem EC (przewodnictwo właściwe). pH wody oznaczano pH-metrem firmy ORION Model 920A, a ogólną zawartość soli - EC konduktometrem model CC-551 firmy Elmetron. Oznaczenia kationów: K, Ca, Mg, Na, fosforu (P-PO₄) i mikroelementów (Fe, Mn, Cu, Zn i B) wykonano przy użyciu sekwenyjnego spektrometru emisyjnego z indukcyjnie sprzężoną plazmą -ICP model Optima 2000DV firmy Perkin-Elmer. Kalibrację aparatu prowadzono przy użyciu wielopierwiastkowego wzorca firmy MERCK (Kowalczyk i in. 2001 a,b). Zawartość anionów (NO₃⁻, Cl⁻) i stężenie jonu NH₄⁺ oznaczano przy użyciu auto-analizatora przepływowego firmy Skalar San^{Plus} (Kowalczyk 1995). W badanych próbach wody określono dodatkowo twardość węglanową (HCO₃⁻) i twardość ogólną, wyrażoną w stopniach niemieckich (°dH). Badaniom poddano łącznie 125 prób wody. Wyniki badań opracowano statystycznie, określając wartość średnią, minimalną i maksymalną dla wszystkich badanych cech. Określono także dla każdej cechy wartość mediany, standardowe odchylenie populacji i współczynnik zmienności.

WYNIKI I DYSKUSJA

Wyniki analizy chemicznej próbek wody pochodzące z ujęć z terenów o dużej powierzchni upraw szklarniowych, głównie pomidora i ogórka szklarniowego, wskazują na wzrost stopnia zanieczyszczenia wód podziemnych składnikami nawozowymi. Jest to najprawdopodobniej związane ze wzrostem powierzchni upraw bezglebowych pod osłonami.

W okresie ostatnich 10 lat powierzchnia uprawy warzyw pod osłonami metodami bezglebowymi, według szacunków własnych, wzrosła o ponad 30%. Średnia wartość EC w wodach w roku 2010 wynosiła $0,85 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$ (tab. 1). We wcześniejszych badaniach Kowalczyka i in. (2001 a,b) wartość EC badanych wód gruntowych była niższa i wynosiła $0,61 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$. Wynika z tego, że w ciągu 10 ostatnich lat nastąpił wzrost ogólnej zawartości składników mineralnych w wodach głębinowych. Wartość EC jest wyższa o $0,24 \text{ mS}\cdot\text{cm}^{-1}$. Wody z różnych ujęć i z różnych rejonów charakteryzują się dużą zmiennością badanego parametru, wynoszącą prawie 40% (tab.1). Porównując wyniki badań pH wody, stwierdzono tendencję nieznacznego spadku pH. Uzyskane wyniki badań wskazują na podwyższoną zawartość formy azotanowej w analizowanych wodach studziennych (średnio $20\text{-}25 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$). Niepokojącym zjawiskiem jest notowanie w niektórych wodach dużych zawartości azotanów, sięgające nawet ponad $100 \text{ mg N-NO}_3^-\cdot\text{dm}^{-3}$. Porównując uzyskane dane z wynikami uzyskanymi przez innych autorów (Komosa 1997, Kowalczyk i in. 2001 a,b), stwierdza się wyraźną tendencję wzrostu stężenia siarczanów w ujęciach wody na terenach produkcji szklarniowej (z $77,3$ w roku 2001 do $130 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ w roku 2010). Stężenie jonów chlorkowych nie uległo zmianom w porównywalnym okresie czasu. Wyniki badań wskazują na to, że w uprawach pod osłonami stosuje się niewielkie ilości nawozów w formie chlorkowej, co potwierdza praktyka. Prowadzone badania wskazują na wzrost zawartości w badanych wodach innych składników nawozowych takich jak: wapń, magnez. Pierwiastki te nie są szkodliwe dla zdrowia ludzi i zwierząt oraz nie dyskwalifikują wody pod względem wykorzystania w produkcji warzyw. Wysokie zawartości tych składników powodują jednak trudności przy bilansowaniu pożywek nawozowych w uprawach bezglebowych.

Na podstawie uzyskanych wyników badań nie stwierdzono nadmiernych zawartości mikroskładników, w analizowanych ujęciach wody (tab. 2).

Tabela 1. Właściwości fizyczne i zawartość składników nawozowych w wodach pobranych ze studni głębinowych z terenów uprawy warzyw pod osłonami

Table 1. The physical properties and the content of the nutrients elements in water samples collected from deep water intakes from regions of vegetables grown under covers

Parametr Parameter	Średnia Mean	Odchylenie standardowe STD	Mediana	Współ. zmienności CV (%)	Wartość minimalna Minimum	Wartość maksym. Maximum
pH	6,9	0,41	6,9	6,0	5,3	8,0
EC (mS cm ⁻¹)	0,85	0,32	0,80	37,6	0,4	2,2
Tw. og (°dH)	22,3	8,23	20,9	36,9	8,3	54,8
HCO ₃ ⁻ (mg·dm ⁻³)	200	106	184	52,9	36,6	604,0
N-NO ₃ ⁻ (mg·dm ⁻³)	25,2	26,4	20,1	104	0,02	131,0
N-NH ₄ ⁺ (mg·dm ⁻³)	0,15	0,24	0,06	159	0,05	1,8
P (mg·dm ⁻³)	0,39	0,61	0,13	157	0,00	3,4
K (mg·dm ⁻³)	31,9	42,1	15,8	132	0,90	192
Ca (mg·dm ⁻³)	123	46,2	113	37,7	49,6	285
Mg (mg·dm ⁻³)	23,0	9,79	20,8	42,6	4,4	64,6
Na (mg·dm ⁻³)	15,2	7,16	14,6	47,0	4,5	45,4
Cl ⁻ (mg·dm ⁻³)	29,4	15,6	25,3	53,0	3,6	69,8
SO ₄ ⁻² (mg·dm ⁻³)	130	87,3	115	67,2	1,00	394,0

Tabela 2. Zawartość mikroskładników w wodach pobranych ze studni głębinowych z terenów uprawy warzyw pod osłonami

Table 2. The content of the micronutrients in water samples collected from deep water intakes from regions of vegetables grown under covers

Parametr Parameter	Średnia Mean	STD Odchyl stand.	Mediana	CV (%)	Min.	Max.
Fe og. (mg·dm ⁻³)	0,48	0,62	0,28	130	0,02	4,02
Mn (mg·dm ⁻³)	0,28	0,34	0,18	121	0,02	1,72
Cu (mg·dm ⁻³)	0,03	0,02	0,02	62,3	0,02	0,12
Zn (mg·dm ⁻³)	0,21	0,37	0,07	175	0,02	2,27
B (mg·dm ⁻³)	0,21	0,15	0,19	70,1	0,02	0,64

Literatura

- Duer I., Fotyma M., Madej A. 2004. Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej. Wyd. III. Warszawa.
- Chohura P., Komosa A. 2000. Jakość owoców pomidora szklarniowego uprawianego w podłożach inertnych. VIII Konferencja Naukowa „Efektywność stosowania nawozów w uprawach ogrodnictwa - Zmiany ilościowe i jakościowe w warunkach stresu”. Warszawa 20-21.06.2000, 139-141.
- Dyśko J., Kowalczyk W. 2005. Changes of macro and micronutrients concentration in Root medium and drainage water during tomato cultivation in rockwool. *Veget. Crops Res. Bull.* 62: 97-111.
- Dyśko J. 2007. Problemy w bezglebowej uprawie pomidora w zamkniętym układzie nawożenia z recykulacją pożywki. Materiały z Kongresu Agrotechniki Szklarniowej. Warszawa. 14 listopada 2007.
- Jaroszuk-Sierocińska M. 2007. Właściwości wodno-powietrzne wełny mineralnej Grodan Master. *Acta Agrophisica* 10 (1): 113-120.
- Komosa A. 1997. Rola jakości wody w nawożeniu roślin ozdobnych. II Konferencja dla producentów anturium ISK Skierniewice: 14-19.
- Komosa A. 2002. Podłoża inertne - postęp czy inercja? *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.* 485: 147-167.
- Kowalczyk W. 1995. Analiza chemiczna wody i pożywek w uprawie warzyw pod osłonami. *Nowości Warzywnicze* 27: 23-29.
- Kowalczyk W., Kaniszewski S., Felczyńska A. 2001a. Ocena jakości wody do nawadniania i fertygacji w uprawach warzyw pod osłonami. *Mat. Ogólnopolskiej Konf. Nauk. „Biologiczne i agrotechniczne kierunki rozwoju Warzywnictwa”*. Skierniewice: 63-65.
- Kowalczyk W., Kaniszewski S., Felczyńska A. 2001b. Quality of water for fertigation vegetable growing under covers. *Veget. Crops Res. Bull.* 54: 75-85.

EVALUATION OF THE NUTRIENT ELEMENTS POLLUTION LEVEL OF THE GROUNDWATER INTAKES ON THE CONCENTRATED AREAS OF GREENHOUSE PRODUCTION

Summary

The investigation was conducted 2010 in the Institute of Vegetable Crops in Skierniewice. Total amount of 125 samples of water was collected from different water intakes from the main regions of concentrated production of vegetables crops under covers. The water samples were analyzed to determine the content of macro and micro nutrients. The pH and the total hardness and bicarbonate hardness of water was also determined. In each collected water sample an additional the total salts content (EC) was measured. The results of this study showed trends to increase pollution of water originates from the intakes located in concentrated greenhouse growing areas. The clear increase of total salts con-

tent was noticed during last 10 years. The increase the nitrates, sulphates, calcium and magnesium content in water samples was observed.