

Wykorzystanie nanowody i biopreparatów w rolnictwie

Wolski K.¹, Talar-Krasa M.¹, Leshchenko A.², Dradrach A.¹,
Adamczewska-Sowińska K.³, Oszczyda Z.⁴

¹Department of Agroecosystems and Green Areas Management, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland,

²Department of Decorative Gardening and Phytodesign, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,

³Department of Horticulture, Wrocław University of Environmental and Life Sciences, Poland,

⁴Nanolaboratory Nantes – Nanotechnology Systems Company, Bolesławiec, Poland.

STRESZCZENIE

W artykule przedstawiono wyniki badań z zastosowaniem nanowody i biostymulatorów w uprawie roślin. Opracowane dane podzielone zostały na 3 sekcje, związane z obszarem badań (produkcja łąkowa, produkcja traw gazonowych, produkcja warzywnicza). W doświadczeniu z trawami pastewnymi badano wpływ wykorzystania nanowody na roczny plon suchej masy, przy różnym poziomie nawożenia mineralnego. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono istotny wpływ nawożenia na poziom plonowania traw, oraz podwyższenie wartości plonotwórczej po zastosowaniu nanowody. Badania nad trawami gazonowymi opierały się na ocenie wschodów ziarniaków *Lolium perenne* L. w warunkach kontrolowanych i polowych. Wykazano istotnie lepsze wschody roślin podlewanych nanowodą, w porównaniu z obiektami kontrolnymi. Wpływ stosowania nanowody i wybranych biopreparatów w uprawie roślin warzywniczych określono na podstawie badań w uprawie sałaty. Obserwacje prowadzono w warunkach szklarniowych i polowych. Porównywano wpływ sposobu aplikowanej cieczy oraz rodzaj stosowanego preparatu na plonowanie roślin. W obu przypadkach zauważono dodatnie oddziaływanie nanowody i biopreparatów na wzrost plonu. Wykazano istotnie lepsze efekty aplikacji przez podlewanie, w porównaniu z formą oprysku.

Słowa kluczowe: nanowoda, biopreparaty, produkcja łąkowa, trawy gazonowe, *Lolium perenne* L., sałata

I. WSTEP

Obecnie na rynku środków wspomagających wzrost i rozwój roślin coraz większą popularnością cieszą się biostymulatory wzmacniające i uodparniające rośliny, bazujące na naturalnych substancjach (fitohormonach, ekstraktach roślinnych, substancjach humusowych itp.). Preparaty tego typu coraz częściej znajdują zastosowanie w produkcji roślinnej, w uprawie roślin rolniczych i ogrodniczych [Jodełka i in., 2011, Kozłowski i in. 2012, Truba i in. 2012]. Ich stosowanie ogranicza negatywne skutki suszy, zasolenia, wahań temperatury, promieniowania UV czy występowania czynników chorobotwórczych [Michalski 2013]. Oddziałują one na metabolizm roślin i stymulują procesy życiowe [Gąbka, Wolski 2008]. Potencjał wykorzystania biostymulatorów jest bardzo duży, a dotychczasowe badania wykazują realne korzyści wynikające z tego tytułu, jednak wciąż brakuje opracowań, które w pełni charakteryzowałyby procesy i reakcje roślin na stosowane biopreparaty [Gawrońska, Przybysz 2011].

Związki mineralne pobierane są z gleby, ważne jest jednak, aby były one rozpuszczalne w wodzie, gdyż to właśnie za jej pośrednictwem transportowane są do części nadziemnej [Böhm 1995. Rutkowska, Pawluśkiewicz 1996]. Woda w postaci zdeklastrowanej, tzw. nanowoda jest doskonałym nośnikiem substancji, a dodatkowo cechuje ją bardzo duża wchłanianość. Nanowoda jest produktem dolnośląskiej firmy Nanolabatory Nantes z Bolesławca, a proces jej nanotechnologicznej obróbki związany jest z wykorzystaniem reaktora niskotemperaturowej plazmy, pozwalający na rozbitcie cząsteczek wody na niewielkie, uporządkowane klastery. Dzięki zmianie struktury wody dostarczanej roślinom możliwe jest zwiększenie ilości łatwo przyswajalnych substancji w glebie, co wpływa na wzrost masy, a w efekcie większe plony [Sitarska 2013]. Dotychczasowe wdrożenie wykorzystania nanowody ukierunkowane jest przede wszystkim na przemysł kosmetyczny. Prowadzone są również badania nad możliwością wykorzystania zdeklastrowanej wody w rolnictwie, np. w procesie technologicznym otoczkowania nasion. Nanowoda posiada właściwości nośne dla substancji odżywczych roślin, przyspiesza kiełkowanie, powoduje wytwarzanie większej masy korzeniowej [nantes.com.pl]. Wyniki badań nad zastosowaniem wody zdeklastrowanej w świecie roślinnym są dotychczas mało znane, jednak dostępne informacje pozwalają na wysuwanie nowych tez badawczych i tworzą podstawy do dalszych prac z tego zakresu.

W artykule przedstawiono wyniki doświadczeń mających na celu określenie wpływu stosowania nanowody i wybranych biopreparatów na wzrost i plonowanie roślin.

Opracowanie obejmuje badania wschodów traw gazonowych, ocenę wpływu badanych czynników na plonowanie roślin ogrodniczych i łąkowych.

II. WYNIKI BADAŃ

Produkcja łąkowa

W Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec we Wrocławiu (E 17 °08' 22,56" N 51° 06' 59,04") przeprowadzono badania określające wpływ stosowania nanowody na roczny plon suchej masy *Lolium perenne* (odm. 'Temprano'), przy różnym poziomie nawożenia mineralnego. Doświadczenie założono w 2014 r. metodą split – plot w 4 powtórzeniach, na madzie rzecznej wytworzonej na piasku gliniastym mocnym, podścielonym piaskiem lekkim, klasy bonitacyjnej IVb. Gleba w wierzchniej warstwie charakteryzowała się odczynem obojętnym – pH 6,6; średnią zasobnością fosforu i potasu. Wielkość poletka do zbioru wynosiła 10 m². Nawożenie mineralne podzielone zostało na trzy dawki, stosowane po kolejnym pokosie. Azot zastosowano w ilości 80 i 160 kg N·ha⁻¹, dawkę potasu i fosforu dostosowaną do zasobności gleby. Nanowodę aplikowano 3-krotnie w formie oprysku w ilości 400 l·ha⁻¹.

Na podstawie uzyskanych wyników wykazano istotny wpływ aplikowania nanowody na wzrost plonu suchej masy runi (tab.1). Badana wartość na obiektach kontrolnych była średnio o 0,7 t·ha⁻¹ niższa w stosunku do poletek z nanowodą, co stanowi różnicę na poziomie 9%. Nawożenie wpłynęło dodatnio na wzrost plonu. Wysoki poziom odżywienia mineralnego, szczególnie azotowego, indukował wyższe plonowanie roślin. Najwyższą wartość uzyskano przy nawożeniu N₂PK (średnia powyżej 9 t·ha⁻¹), stanowiąc wzrost o 23% w stosunku do obiektów nienawożonych.

Tabela 1. Plon roczny *Lolium perenne* L. na glebie lekkiej w 2014 roku [t s.m.ha⁻¹]

Wyszczególnienie Nawożenie mineralne (B)	Oprysk (A)		Średnia
	Obiekt kontrolny	Nanowoda	
O	6,69 g ₂	7,24 f ₂	6,96 d ₃
PK	7,51e ₂	8,15 d ₂	7,83 c ₃
NPK	8,07 d ₂	8,85 b ₂	8,46 b ₃
N ₂ PK	8,50 c ₂	9,55 a ₂	9,03 a ₃
Średnia	7,69 b ₃	8,44 a ₃	8,07
NIR $\alpha=0,05$ A= 0,16	NIR $\alpha=0,05$ B= 0,12	NIR $\alpha=0,05$ AxB=0,21	

Źródło: wyniki własne

Udowodniono statystycznie, iż przy wszystkich wariantach nawożenia mineralnego stosowanych w doświadczeniu wykorzystanie nanowody wpływało na wzrost plonu. Najwyższe różnice w tej wartości, w zależności od sposobu nawadniania zauważono na obiektach wysoko nawożonych, gdzie plon po zastosowaniu nanowody wzrósł o 11%. Stwierdzono, że nawożenie mineralne ma istotny wpływ na poziom plonowania *Lolium perenne*, natomiast stosowanie nanowody skutkuje dodatkowo podwyższeniem tej wartości.

Produkcja traw gazonowych

DOŚWIADCZENIE I

Wschody *Lolium perenne* L. w warunkach kontrolowanych

Doświadczenie określające wpływ nanowody na wschody *Lolium perenne* L. przeprowadzone zostało w warunkach kontrolowanych, w 4 powtórzeniach, z wykorzystaniem 4 odmian gazonowych ('Andriana-80', 'Lytvynivskiy-1', 'Leta', 'Orion'). Zrealizowane zostało w Zakładzie Łąkarstwa i Terenów Zieleni Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Ziarniki wyłożone zostały na jałowe bibuły w szalkach Petriego, które nasączono odpowiednio nanowodą oraz wodą destylowaną, po czym umieszczono w komorze wegetacyjnej. Nasionom stworzono optymalne warunki do wschodów poprzez utrzymywanie stałej wilgotności, temperatury i fotoperiodu. Obserwacje prowadzono w czterech terminach - 3, 4, 5 i 7 dni po wysiewie. Uzyskane dane opracowano statystycznie stosując test Tukeya, dla poziomu istotności $\alpha=0,05$ (tab.2).

Na podstawie wyników obserwacji wykazano istotnie lepsze wschody roślin podlewanych nanowodą, w porównaniu z obiektami kontrolnymi. Przy zastosowaniu tej cieczy do nawadniania odnotowano 15% wzrost średniej wartości wschodów ziarniaków traw.

Tabela 2. Wpływ działania nanowody na liczbę kiełkujących ziarniaków traw w warunkach kontrolowanych

Wyszczególnienie Termin obserwacji (C)	Podlewanie (B)		Średnia
	Obiekt kontrolny	Nanowoda	
3 dni	6f ₂	11 e ₂	9d ₃
4 dni	22d ₂	32c ₂	27c ₃
5 dni	39b ₂	42ab ₂	41b ₃
7 dni	45a ₂	45a ₂	45a ₃
Średnia	28b ₂	33a ₂	30
NIR $\alpha=0,05$ B=3	NIR $\alpha=0,05$ C=3	NIR $\alpha=0,05$ BxC=4	

Źródło: wyniki własne

Dowodzono statystycznie, iż nanowoda wpłynęła dodatnio na tempo kiełkowania roślin. Trzy dni po siewie liczba wschodów ziarniaków traktowanych nanowodą była o 45% wyższa niż na obiektach kontrolnych z wodą destylowaną. W kolejnych terminach różnica ta stopniowo malała, kolejno po 4 dniach wynosiła - 31 %, po 5 dniach - tracąc istotność pod względem statystycznym - wyniosła 7%. Najwyższą wartość wschodów odnotowano 7 dni po wysiewie. Bez względu na sposób podlewania była ona na tym samym poziomie dla wszystkich obiektów.

DOŚWIADCZENIE II

Wschody *Lolium perenne* L. w doświadczeniu polowym

W 2014 r. w Rolniczym Zakładzie Doświadczalnym Swojec we Wrocławiu przeprowadzono badania dotyczące wpływu zastosowania nanowody na wschody traw gazonowych. Badania prowadzono w warunkach polowych metodą split - plot w 4 powtórzeniach. Wysiew traw miał miejsce 1.04.2014 r., bezpośrednio w grunt rodzimy, na poletka o wielkości 1 m² (1x1m). Norma wysiewu wynosiła 25g·m². Czynnikiem badawczym była aplikowana w formie polewowej nanowoda, zastosowana po wysiewie w ilości 5 l·m². Obiekty kontrolne nawodnione zostały w ten sam sposób wodą.

Doświadczenie założone zostało na glebie lekkiej, do obsiewu użyto mieszanek 2-odmianową *Lolium perenne* (odm. 'Info' i 'Libronco'). Obserwacje wschodów traw przeprowadzono kolejno 2, 4 i 6 tygodni po siewie. Określono wpływ zastosowanego czynnika na przyspieszenie kiełkowania ziarniaków traw. Analizę statystyczną przeprowadzono przy użyciu testu Tukeya, dla poziomu istotności $\alpha=0,05$.

Ilość skiełkowanych ziarniaków różniła się znacząco w zależności od terminu obserwacji (tab.3). Najwyższą liczbę wschodów odnotowano po 21 dniach od wysiewu. Jej średnia wartość była o 47% wyższa w stosunku do wyników uzyskanych po 14 dniach.

Analizując wartości wschodów traw na obiektach nawadnianych różnymi cieczami stwierdzono, iż zastosowanie nanowody skutkowało istotnym podwyższeniem średniej liczby kiełkujących ziarniaków na poziomie 10%. Nie określono jednak statystycznie tej zależności w czasie.

Tabela 3. Wpływ działania nanowody na liczbę kiełkujących ziarniaków traw w warunkach polowych [szt. · m²]

Wyszczególnienie	Podlewanie (B)		Średnia	
	Termin (A)	Obiekt kontrolny		Nanowoda
14 dni		4563	4550	4556 c ₃
21 dni		8050	9163	8606 a ₃
28 dni		6713	7663	7188 b ₃
Średnia		6442 b ₁	7125 a ₁	6783
NIR $\alpha=0,05$ A= 747	NIR $\alpha=0,05$ B = 542	NIR $\alpha=0,05$ AxB = n.i.		

n.i.- różnica nieistotna

Źródło: wyniki własne

Produkcja warzywnicza

W 2014 r. w Stacji Badawczo-Dydaktycznej Katedry Ogrodnictwa we Wrocławiu przeprowadzono badania dotyczące zastosowania nanowody w uprawie sałaty. Badania prowadzono w szklarni i w warunkach polowych metodą split – plot w 3 powtórzeniach. W ramach czynnika I porównywano sposób aplikowania cieczy (podlewanie lub opryskiwanie roślin), czynnik II dotyczył natomiast rodzaju zastosowanego preparatu i nośnika służącego do jego rozcieńczania (preparat A + woda, A + nanowoda, B + woda, B + nanowoda). Jako preparat A użyto substancji na bazie torfu, preparat B bazował na związkach próchnicznych i ich solach. Kontrolę stanowiły obiekty, w których do podlewania roślin zastosowano wodę lub nanowodę. Wielkość jednego poletka wynosiła 1 m² (1 x 1m).

Nasiona sałaty masłowej odmiany ‘Sunny’ wysiewano w dniu 29.07. do znormalizowanych skrzynek wysiewnych. Siewki, w optymalnej fazie rozwoju przepikowano do wielodoniczek. W dniu 02.09. rośliny w fazie 2 – 3 liści właściwych sadzono na pole i w szklarni do kontenerów, w rozstawie 30 x 20 cm. Podłożem do produkcji rozsady oraz w uprawie szklarniowej był substrat torfowy o znormalizowanej zawartości składników pokarmowych. Badane w doświadczeniu preparaty zastosowano dwukrotnie w ciągu okresu wegetacji, w odstępnie dwutygodniowym. Preparaty A i B stosowano w ilości 1 l·ha⁻¹, wodę lub nanowodę w ilości 400 l·ha⁻¹. Zbiór roślin wykonano w dniach 15.10. (w szklarni) oraz 06.11. (na polu). W czasie zbioru oceniono plon sałaty, masę jednostkową oraz liczbę liści na jednej roślinie. Wyniki badań poddano analizie statystycznej przy użyciu testu Tukeya, dla poziomu istotności $\alpha=0,05$.

Na podstawie wyników przeprowadzonego doświadczenia stwierdzono, że podlewanie sałaty szklarniowej badanymi preparatami w mieszaninie z wodą lub nanowodą przyniosło istotnie lepszy efekt niż stosowanie ich w formie oprysku (tab.4). Liczba liści oraz masa jednej rośliny była wówczas odpowiednio o 7,1% i o 22,5% większa, natomiast plon o 22,6% większy. Potwierdzono statystycznie, że rodzaj użytego preparatu, a także nośnik, z którym został wymieszany w sposób istotny wpływał na masę jednej rośliny oraz wielkość plonu sałaty szklarniowej. Wymieszanie preparatu A lub B z nanowodą przyczyniło się do zwiększenia masy jednostkowej roślin średnio o 28,8% i o 31,4%, a plonu sałaty o 28,7% i o 31,1%. Warto zwrócić uwagę na bardzo korzystne działanie preparatu B wymieszanego z nanowodą i stosowanego przez podlewanie. Wykorzystanie do podlewania roślin tylko nanowody pozwoliło na uzyskanie w porównaniu z roślinami podlewanych wyłącznie wodą większej liczby liści (o 6,1%), masy jednostkowej (o 7,8%) i plonu (o 7,4%). Różnic tych nie potwierdzono jednak statystycznie.

Tabela 4. Wpływ działania preparatu A i B oraz nanowody, aplikowanych przez podlewanie lub oprysk, na jakość roślin oraz plonowanie sałaty szklarniowej (2014 r.)

Rodzaj preparatu	Liczba liści na jednej roślinie			Masa jednostkowa roślin [g]			Plon [kg m ⁻²]		
	podlewanie	oprysk	średnia	podlewanie	oprysk	średnia	podlewanie	oprysk	średnia
A + woda	23.1	24.2	23.6	56.96	58.34	57.65	0.85	0.88	0.87
A + nanowoda	25.6	23.8	24.7	81.73	66.83	74.28	1.23	1.00	1.12
B + woda	25.4	25.3	25.4	86.39	71.81	79.10	1.30	1.08	1.19
B + nanowoda	28.1	22.3	25.2	121.71	86.14	103.93	1.83	1.29	1.56
woda	22.9		22.9	99.04		99.04	1.49		1.49
nanowoda	24.3		24.3	106.72		106.72	1.60		1.60
Średnia	24.9	23.9		92.09	70.78		1.38	1.06	
NIR $\alpha=0.05$ dla: sposobu aplikacji (I)									
0.7				12.79			0.10		
rodzaju preparatu (II)									
n.i.				19.98			0.28		
interakcji IxII									
n.i.				n.i.			n.i.		

n.i. – różnica nieistotna

Źródło: wyniki własne

W polowej uprawie sałaty nie wykazano istotnego pod względem statystycznym wpływu badanych czynników na stan i plonowanie roślin (tab. 5). Tu jednak również można zauważyć podobne tendencje, jak w doświadczeniu szklarniowym. Sałata podlewana preparatem B z nanowodą lub tylko nanowodą wyróżniała się większą niż w pozostałych obiektach liczbą liści i masą jednej rośliny, a także większym plonem. Stwierdzono, że aplikacja przez podlewanie preparatu B z nanowodą lub tylko nanowody pozwoliła na

uzyskanie w porównaniu z roślinami podlewanymi preparatem B z wodą lub wyłącznie wodą większej liczby liści (o 7,5% i 17,6%), masy jednostkowej (o 20,8% i 3,7%) i plonu (o 20,5% i 3,8%).

Tabela 5. Wpływ działania preparatu A i B oraz nanowody, aplikowanych przez podlewanie lub oprysk, na jakość roślin oraz plonowanie sałaty uprawianej w polu (2014 r.)

Rodzaj preparatu	Liczba liści na jednej roślinie			Masa jednostkowa roślin [g]			Plon [kg m ⁻²]		
	podlewanie	oprysk	średnia	podlewanie	oprysk	średnia	podlewanie	oprysk	średnia
A + woda	25.6	24.6	25.1	202.51	231.36	216.93	3.04	3.47	3.25
A + nanowoda	25.0	26.7	25.8	213.35	207.79	210.57	2.20	3.12	3.16
B + woda	25.3	26.6	25.9	197.78	188.67	193.22	2.97	2.83	2.90
B + nanowoda	27.2	24.3	25.8	238.98	198.57	218.78	3.58	2.98	3.28
woda	23.8		23.8	230.00		230.00	3.45		3.45
nanowoda	28.0		28.0	238.50		238.5	3.58		3.59++
Średnia	25.8	25.6		220.19	206.60		3.30	3.10	8
NIR $\alpha=0.05$ dla: sposobu aplikacji (I)									
n.i.			n.i.			n.i.			
rodzaju preparatu (II)									
n.i.			n.i.			n.i.			
interakcji IxII									
n.i.			n.i.			n.i.			

n.i. – różnica nieistotna

Źródło: wyniki własne

III. PODSUMOWANIE

Przeprowadzone badania potwierdziły duży potencjał wykorzystania nanowody i substancji biologicznych w formie biopreparatów w wielu obszarach produkcji roślinnej. Wyniki doświadczeń ukazują dodatni wzrost plonów roślin po zastosowaniu nanowody, natomiast dodatkowe połączenia tej cieczy jako rozpuszczalnika dla biopreparatów podwyższa efektywność ich stosowania. Określono lepsze efekty aplikacji mieszanin badanych preparatów przez podlewanie, niż stosowanie ich w formie oprysku. Potwierdzono właściwości nanowody wpływające na przyspieszenie wschodów roślin. Wykazano istotnie lepsze wschody ziarniaków traw podlewanych nanowodą, w porównaniu z obiektami kontrolnymi.

LITERATURA

- Böhm W.: 1995. Metody badań systemów korzeniowych. PWRiL Warszawa, s. 188 – 191.
- Gawrońska H., Przybysz A. 2011. Biostymulatory: mechanizmy działania i przykłady zastosowań. Mat. Konf. „Targi sadownictwa i warzywnictwa” 5-6.01.2011 Warszawa

- Gąbka D., Wolski K. 2008. The effect of biopreparations on early stage of growth of selected grass species used for reclamation of municipal waste dumps. Bistimulators in modern agriculture. Ornamental and special plants. Warszawa, 8-14.
- Jodełka L. J., Jankowski K., Sosnowski J. 2011. Effect of nitrogen fertilization on microbial properties of meadow soil. Romanian Agricultural Research 28: 181–186
- Kozłowski S. 2012. Trawy. Właściwości, występowanie i wykorzystanie. PWRiL Poznań
Nanolaboratory NANTES sp.z.o.o. www.nantes.com.pl
- Michalski T. 2013. Biostymulatory i możliwości ich zastosowania. Siewca wielkopolski (6)/122
- Rutkowska B., Pawluśkiewicz M. 1996. Trawniki. PWRiL Warszawa
- Sitarska M. 2013. Ocena przydatności wody poddanej plazmie w hodowli roślin. Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska, Politechnika Wrocławska. www.nantes.com.pl
- Truba M., Jankowski K., Sosnowski J. 2012. Reakcja roślin na stosowanie preparatów biologicznych. Ochrona środowiska i zasobów naturalnych. Nr 53/2012 41-52

Use of nanowater and biostimulants in agriculture

Abstract: The article presents the results of studies about using nanowater and biostimulants in cultivation of plants. The data were divided into 3 sections, related to the research area (meadows production, turfgrasses production, vegetables production). In the experiment with fodder grasses investigated the effect of using nanowater on an annual dry matter yield, with different fertilizations level. The results showed a significant effect of fertilization on the yield of grasses, and an increase yield after applying of nanowater. Research with turfgrasses based on an assessment of germinations of *Lolium perenne* L. under controlled and field conditions. Germination after nanowater using was significantly better, compared with control objects. The effect of nanowater and biostimulants in the cultivation of selected vegetable crops are based on studies in the cultivation of lettuce. Observations were carried out in the greenhouse and field conditions. The effects of the applied liquid method and type of preparation on the yield of plants was compared. In both cases, nanowater and biostimulants positive influence on the increase of yield. The watering applications was significantly better than spraying.

Key words: nanowater, biostimulants, meadows production, turfgrasses, perennial ryegrass, lettuce