

EFEKT STOSOWANIA MIESZANINY NITROFENOLANÓW I NITROGUAJAKOLANU W UPRAWIE *Salix viminalis* L. PROWADZONEJ NA PODŁOŻU ANTROPOGENICZNYM¹

Jacek Wróbel

Katedra Fizjologii Roślin, Akademia Rolnicza w Szczecinie

Wstęp

Szeroki zakres tolerancji ekologicznej wierzby wiciowej *Salix viminalis* L. pozwala na jej uprawę w warunkach, nawet silnie oddziaływającego stresu. Niekorzystne warunki środowiska, określane mianem stresorów, w zależności od ich natężenia i czasu oddziaływania wywołują u roślin różne reakcje [STARCK 1998, 1999]. Mogą powodować zaburzenia w strukturze i funkcji komórek, modyfikować przebieg fotosyntezy i dystrybucję biomasy, oddziaływać na wzrost całej rośliny, ale mogą też doprowadzić do zwiększenia odporności na stres i spowodować reakcję aklimatyzacyjną, w przypadku stresów abiotycznych. W wyniku działania różnych czynników stresowych dochodzi do zmiany równowagi hormonalnej w tkankach [KACPERSKA 1995; STARCK 1998]. Dlatego też w łagodzeniu przebiegu stresu u roślin i szybszego ich aklimatyzowania się do niekorzystnych warunków środowiskowych wykorzystuje się różnego rodzaju egzogenne regulatory wzrostu. Przykładem może być mieszanina nitrofenolanów i nitroguajakolanu, która efektywnie przyspiesza wzrost i zwiększa plonowanie roślin, zwłaszcza po okresie oddziaływania stresorów [CZERNIAK, FILIPOWICZ 2000].

Celem pracy było zbadanie wpływu mieszaniny nitrofenolanów i nitroguajakolanu na wybrane parametry biometryczne i fizjologiczne *Salix viminalis* formy JORR, uprawianej w warunkach zdegradowanego podłoża glebowego.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono w latach 1999–2000 nad wierzbą wiciową *Salix viminalis* L. formy JORR. Doświadczenie terenowe założono na zwałowisku refu-latu piaszczystego – „Ostrów Grabowski” w Szczecinie. Podłoże to stanowiło urobek pochodzący z pogłębienia toru wodnego rzeki Odry [MARSKA i in. 1999]. Charakteryzowało się ono ubogą ilością materii organicznej, związków mineralnych oraz złymi warunkami wodno-powietrznymi [NIEDŹWIECKI 1994].

¹ Praca wykonana w ramach projektu badawczego Kat. Fizjol. Roślin AR w Szczecinie. Numer projektu – BW/IR-37/98.

W czasie wegetacji roślin badano wpływ dwóch różnych stężeń stymulatora wzrostu: 0,1% i 0,2% mieszaniny 5-nitroguajakolanu sodu oraz orto- i paranitrofenolanów na intensywność wzrostu wysokości wierzby, średnią liczbę pędów i ich średnicę, plon części nadziemnej, intensywność fotosyntezy netto i transpiracji, przewodnictwa szparkowego oraz na zawartość chlorofilu a+b. Użyty do doświadczenia preparat pochodził z Przedsiębiorstwa Wdrożeń i Zastosowań Biotechnologii Inżynierii Genetycznej „Bio-Gen” Spółka z o.o. w Opolu, a opracowany w laboratoriach japońskiej firmy Asahi Chemical w Osace. Stymulator stosowany był trzykrotnie, po okresowych suszach w czerwcu, lipcu i sierpniu, w formie oprysku. Pomiarów parametrów fizjologicznych przeprowadzono także trzykrotnie, dwa dni po wykonanym oprysku.

Nateżenie procesów fotosyntezy i transpiracji oraz przewodnictwo szparkowe u *Salix viminalis* mierzono przenośnym gazowym analizatorem IRGA, model LCA-4 (ADC Bioscientific Ltd. Hoddesdon, Wielka Brytania), wyposażonym w uniwersalną komorę liściową PLC-4, przy stałym oświetleniu lampą halogenową (Xenophot HLX, OSRAM) o promieniowaniu fotosyntetycznie czynnym (PAR) na powierzchni liścia – $1000 \mu\text{mol}(\text{quantum})\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Zawartość chlorofilu a i b w liściach określano w roztworach acetonowych wg. LICHTENTHALERA i WELLBURNA [1983].

Wyniki i dyskusja

W doświadczeniu krzewy wierzby były uprawiane w tzw. podłożu bezglebowym (refulacie piaszczystym) poddanym silnej atropopresji, charakteryzującym się dużą przepuszczalnością, niewielkimi właściwościami sorpcyjnymi oraz złymi relacjami wodno-powietrznymi. Na przepuszczalnym podłożu, jakim jest refulat piaszczysty, niewielki niedobór wody występował praktycznie przez cały czas trwania doświadczenia. Przy okresowych niedoborach opadów, jakie wystąpiły w latach badań, zwłaszcza w czerwcu, lipcu i sierpniu (tab. 1), *Salix viminalis* poddana była kilkakrotnie suszy glebowej.

Tabela 1; Table 1

Dane meteorologiczne w sezonie wegetacyjnym 1999 i 2000
Meteorological data during vegetation seasons 1999 and 2000

Dane meteorologiczne Meteorological data	Lata Years	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Srednia Mean	Suma Total
Średnia temperatura Average temperature (°C)	1999	9,1	12,6	15,7	19,5	17,5	16,5	9,0	13,8	–
	2000	11,0	15,1	16,5	15,5	16,8	12,8	11,6	14,2	–
	1966–1990	7,3	13,0	16,2	17,8	17,5	13,6	9,4	13,5	–
Suma opadów; Rainfall total (mm)	1999	66,2	65,3	49,1	42,2	37,0	49,4	35,1	–	344,3
	2000	10,3	8,5	21,3	40,4	11,3	27,6	9,6	–	129,0
	1966–1990	37,9	47,3	61,7	61,0	66,6	44,6	39,7	–	358,8

W tabeli 2. zamieszczono wartości średnie pomiarów cech biometrycznych i fizjologicznych wierzby wiciowej.

Zastosowany w doświadczeniu stymulator wzrostu, zwłaszcza w stężeniu 0,2%, będący mieszaniną 5-nitroguajakolanu sodu oraz orto- i paranitrofenola-

nów, wpłynął istotnie na zwiększenie liczby i średnicy pędów oraz plonu części nadziemnej wierzby w porównaniu z obiektami kontrolnymi. Nie wykazano istotnego wpływu preparatu na wysokość roślin. Liczba pędów wierzby nietraktowanych stymulatorem wyniosła 26 na roślinę o średniej grubości 6,22 mm, zaś opryskanych 0,2% stężeniem stymulatora aż 38 i o średnicy 7,55 mm. Plon części nadziemnej wierzby po zastosowaniu regulatora wzrostu był prawie o 80% większy niż roślin kontrolnych.

Tabela 2; Table 2

Wpływ różnych stężeń stymulatora wzrostu na wybrane parametry biometryczne i fizjologiczne *Salix viminalis* (średnia z lat 1999–2000)

The influence of different concentration of growth stimulator on selected biometric and physiological parameters of *Salix viminalis* (mean in 1999–2000)

Mierzone parametry Measured parameters	Rodzaj stężenia; Sort of concentration			NIR _{0,05} LSD _{0,05}
	kontrola control	stymulator 0,1% stimulator 0.1%	stymulator 0,2% stimulator 0.2%	
A) Biometryczne; Biometric				
Wysokość; Height of plants (cm)	117,4	134,2	127,4	r.n.
Średnica pędów; Trunk diameter (mm)	6,22	7,25	7,55	0,385
Liczba pędów na roślinę Number of shoots per plant	26	28	38	4,2
Sucha masa pędów (g na roślinę) Dry matter of shoots (g per plant)	175,5	235,0	317,5	40,75
B) Fizjologiczne; Physiological				
Fotosynteza CO ₂ ; CO ₂ assimilation ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	8,11	11,31	14,17	0,892
Transpiracja H ₂ O; H ₂ O transpiration ($\text{mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	1,69	1,71	1,99	0,282
Przewodność szparkowa; Stomatal conductance (mol·m ⁻² ·s ⁻¹)	0,08	0,15	0,17	0,052
Zawartość chlorofilu a + b (mg·g ⁻¹ św.m.) Chlorophyll a + b content (mg·g ⁻¹ FM)	1,88	2,82	3,20	0,889

NIR_{0,05}; LSD_{0,05} – najmniejsza istotna różnica; least significant difference
r.n. – różnice nieistotne; differences not significant

Wyższa produktywność roślin jest związana z większą intensywnością procesów fizjologicznych, takich jak fotosynteza czy transpiracja. Jak wynika z tabeli 2, części dotyczącej parametrów fizjologicznych, oprysk stymulatorem o stężeniu 0,2% wpłynął istotnie na wzrost przewodności szparkowej (dwukrotnie w porównaniu z kontrolą), fotosyntezy netto – ok. 50%, zawartości chlorofilu a+b – prawie o 90%, zaś intensywność transpiracji wzrosła o ok. 20%.

Niedobór wody w glebie powoduje ujemny bilans wody w roślinie, a następnie prowadzi do zakłócenia przebiegu większości procesów życiowych oraz spadku produktywności roślin [STARCK 1998]. Jak podaje KACPERSKA [1995], w wyniku działania czynników stresowych, np. suszy glebowej, prowadzącej do odwodnienia tkanek, dochodzi do zmiany równowagi hormonalnej w roślinach. Następuje zmniejszenie stężenia tych hormonów, które uważa się za stymulatory wzrostu (gibereliny, cytokiny i auksyny), jednocześnie zwiększa się stężenie hormonów hamujących wzrost komórek a przyspieszających ich dojrzewanie i

starzenie, tzw. hormonów stresowych (kwasu abscysynowego – ABA, etylenu i jasmonidów).

Wydaje się więc, że mniej korzystny stosunek stymulatorów do inhibitorów u wierzby rosnącej w warunkach kontrolnych był główną przyczyną jej słabszego wzrostu, w porównaniu z roślinami opryskanymi stymulatorem. Zastosowanie egzogenego regulatora, po ustaniu stresu, wyraźnie wpłynęło na poprawę ich parametrów biometrycznych i fizjologicznych (tab. 2) Prawdopodobnie było to związane z wpływem mieszaniny nitrofenolanów i nitroguajakolanu na wzmożoną syntezę auksyn (kwasu indolilo-3-ocowego – IAA) [JANKIEWICZ 1977], które mogły stymulująco wpłynąć na wzrost wierzchołkowy nowo powstających pędów wierzby wiciowej (dlatego większa ich liczba). Poza tym znany jest wpływ w/w stymulatora na wzmożoną syntezę chlorofilu, białek, enzymów, węglowodanów i lipidów, co w konsekwencji zapewnia osiągnięcie wyższych plonów [PWIZBiIG BIOGEN 1988]. Wyniki doświadczenia, dotyczące plonowania części nadziemnej wierzby wiciowej formy JORR, to potwierdziły.

Nitrofenolany i nitroguajakolan stymulują także gromadzenie się w komórkach tzw. polioli, związków organicznych chroniących komórki i ich układy enzymatyczne przed uszkodzeniami, spowodowanymi różnymi stresorami, zwłaszcza wysoką temperaturą i silnym odwodnieniem [PWIZBiIG BIOGEN 1988]. Dlatego też zastosowanie wyżej wymienionej mieszaniny związków mogło spowodować złagodzenie przebiegu reakcji stresowej u wierzby podczas działania stresora (suszy glebowej), a po ustaniu stresu wzrost metabolizmu komórek i większą produktywność.

Wnioski

1. Mieszanina 5-nitroguajakolanu sodu oraz orto- i paranitrofenolanów miała istotnie stymulujący wpływ zarówno na wzrost i plonowanie, jak i na wszystkie badane parametry fizjologiczne *Salix viminalis* formy JORR.
2. Skuteczniejsze w działaniu okazało się 0,2% stężenie stymulatora wzrostu niż stężenie 0,1%, z wyjątkiem wpływu na wzrost elongacyjny.
3. Zastosowany stymulator miał wpływ na złagodzenie uszkodzeń komórek *Salix viminalis* formy JORR pod wpływem stresora i lepsze jej zaaklimatyzowanie się do okresowo występującej suszy glebowej.

Literatura

- JANKIEWICZ L.S. 1997. *Regulatory wzrostu i rozwoju roślin*. Cz. 2. PWN, Warszawa: 84–104.
- CZERNIAK T., FILIPOWICZ M. 2000. Czy Atonik AL sprawdził się w ogrodnictwie? *Sygnaly Rolnicze* 12: 7–8.
- KACPERSKA A. 1995. *Udział hormonów roślinnych w odpowiedzi na stresowe czynniki środowiska*. Kosmos 44: 3–4.
- LICHTENTHALER H.K., WELLBURN A.R. 1983. Determinations of total carotenoids and chlorophyll a and b of leaf extracts in different solvents. *Biochemistry Soc. Trans.* 11: 591–592.
- MARSKA E., WRÓBEL J., MIKICIUK M. 1998. *Zdolności adaptacyjne szybko rosnących*

drzew do zdegradowanego podłoża glebowego. Materiały konf. „Ekofizjologiczne aspekty roślin na działanie abiotycznych czynników stresowych”. ZFR PAN, Kraków, 12–14 VI 1997: 249–252.

NIEDŹWIECKI E. 1994. *Gleby napyłwowe w rolnictwie i ochronie środowiska w województwie szczecińskim*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 412: 17–24.

PWIZBIIG BIOGEN. 1988. *Atonik nowej generacji - stymulator wzrostu i plonowania roślin*. Przedsiębiorstwo Wdrożeń i Zastosowań Biotechnologii i Inżynierii Genetycznej BIOGEN w Opolu: 7 ss.

STARCK Z. 1998. *Reakcja roślin na multistresowe warunki środowiska w aspekcie produkcji i dystrybucji masy*. Materiały konf. „Ekofizjologiczne aspekty roślin na działanie abiotycznych czynników stresowych”. ZFR PAN, Kraków, 12–14 VI 1997: 21–31.

STARCK Z. 1999. *Niektóre aspekty zróżnicowania reakcji roślin na niekorzystne warunki środowiska – stare problemy, nowa interpretacja*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 469: 145–159.

Słowa kluczowe: *Salix viminalis*, refulat piaszczysty, mieszanina nitrofenolanów i nitroguajakolanu, wzrost, fotosynteza, transpiracja, chlorofil

Streszczenie

W doświadczeniu badano wpływ dwóch stężeń: 0,1% i 0,2% mieszaniny 5-nitroguajakolanu sodu oraz orto- i paranitrofenolanów (stymulatora wzrostu) na intensywność wzrostu, wymianę gazową oraz zawartość chlorofilu w liściach wierzby wiciowej formy JORR, uprawianej w podłożu antropogenicznym – refulacie piaszczystym.

Uzyskane wyniki wykazały, że zastosowany stymulator wpłynął istotnie na zwiększenie liczby pędów, przyrost ich średnicy oraz plonu części nadziemnej. Nie wykazano natomiast istotnego wpływu na wysokość roślin.

W porównaniu z roślinami kontrolnymi, oprysk (zwłaszcza 0,2%) spowodował ponad 50% wzrost przewodności szparkowej, fotosyntezy, zawartości chlorofilu a + b, natomiast nie wpłynął znacząco na intensywność transpiracji.

Zastosowany na *Salix viminalis* formy JORR stymulator wzrostu mógł spowodować złagodzenie przebiegu reakcji stresowej, zmniejszenie uszkodzeń pod wpływem stresora i lepsze jej zaaklimatyzowanie się do okresowo występującej suszy glebowej.

THE EFFECT OF APPLYING THE NITROPHENOLATES AND NITROGUAIACOLATE SOLUTION IN CULTIVATION OF *Salix viminalis* L. ON ANTHROPOGENIC SUBSTRATUM

Jacek Wróbel

Department of Plant Physiology, Agricultural University, Szczecin

Key words: *Salix viminalis*, sandy soil, nitrophenolates and nitroguaiacolate solution, growth, photosynthesis, transpiration, chlorophyll

Summary

The effect of growth stimulator, sodium 5-nitroguaiacolate and ortho- and paranitrophenolates solution in two concentrations, 0.1% and 0.2%, on the growth, gas exchanges (CO_2 , H_2O) and the content of chlorophyll in basket willow, JORR form, grown on anthropogenically changed substrate (sandy silt) has been examined in this experiment.

Obtained results showed that application of growth stimulator in the concentration of 0.2% had a significant effect on the enlargement of the number and thickness of willow twigs and on the increase of biomass yield of a single plant, which was twice as large as that of control plants. On the other hand, no effect was found of the examined concentrations on plant height. Spraying with the above mentioned compound solution during the vegetation of *Salix viminalis* had significant, in the concentration of 0.2%, effect on the increase by 50%, of stomatal conductance, the assimilation and chlorophyll a + b. No effect was found on the transpiration of leaves.

This was the concentration which had a stimulating effect on the majority of examined parameters of *Salix viminalis*, JORR form, allowed willow shrubs to acclimatise in a better way to temporary drought stress conditions of habitat.

Dr inż. Jacek Wróbel
Katedra Fizjologii Roślin
Akademia Rolnicza
ul. Słowackiego 17
71-434 SZCZECIN
e-mail: leburw@yahoo.com