



Reakcja w plonie biomasy wierzby krzewiastej na szkody łowieckie przy zróżnicowanym nawożeniu azotem

*Leszek Styszko, Adriana Borzymowska, Monika Ignatowicz
Politechnika Koszalińska*

1. Wstęp

W ostatnich latach w uprawach wierzby energetycznej znaczenia gospodarczego nabierają szkody powodowane przez jeleniowate. Przy braku ogrodzenia pól, u większości odmian wierzby obserwuje się zgryzanie wierzchołków pędów. U odmian o dużych rocznych przyrostach biomasy występuje dodatkowo okorowanie i łamanie pędów. Brak ochrony upraw produkcyjnych przed zgryzaniem pędów przez jelenie i sarny, prowadzi do wymiernych strat plonu i jakości biomasy, szczególnie przy intensywnej agrotechnice. Nawożenie azotem wpływa na dynamikę przyrostów pędów wierzby. Można spodziewać się, że zabieg ten ma też wpływ na rozmiary szkód powodowanych przez jeleniowate.

Celem badań było określenie reakcji w plonie 10 odmian wierzby krzewiastej na szkody powodowane przez jeleniowate przy zróżnicowanym nawożeniu azotem w pierwszej 4-letniej rotacji wierzby.

2. Materiał i metoda

W 2007 roku na gruntach odłogowanych przez 10 lat założono w Kościernicy w centralnej części pola doświadczalnego Politechniki Koszalińskiej o powierzchni 52,4 hektara, doświadczenie z 10 odmianami wierzby krzewiastej ze zróżnicowanym nawożeniem azotem. Poletka nie były ogrodzone i nie były chronione repelentami przed zwierzyną łowną. Po pierwszym roku uprawy, zimą 2007/2008, skoszono jedno-

roczne odrosty pędów. Uprawę prowadzono do jesieni 2011 roku. Stąd na poletkach odrosty jednoroczne pędów były w latach 2007 i 2008, dwuletnie – w 2009 roku, trzyletnie – w 2010 i czteroletnie – w 2011 roku.

Doświadczenie założono metodą losowanych podbloków w układzie zależnym, gdzie podblokami były:

I rzędu – 4 dawki nawożenia azotem (0, 60, 120 i 180 kg·ha⁻¹ N),

II rzędu – 10 odmian wierzby (1047, 1054, 1047D, Start, Sprint, Turbo, Ekotur, Oloff, Jorr i Tordis).

Poletka miały powierzchnię 25,3 m², na której wysadzano po 56 sztobrów wierzby w dwóch rzędach. Szkody łowieckie w postaci zgryzania wierzchołków pędów, zdzierania kory oraz łamania pędów, oceniano w okresie od trzeciej dekady września do II dekady października każdego roku. W dniach 18 listopada 2010 roku skoszono trzyletnie odrosty pędów na pierwszym rzędzie poletka, a w dniu 17 listopada 2011 roku – czteroletnie odrosty pędów na drugim rzędzie poletka. W latach 2010 i 2011 oceniono plon świeżej masy w dniu koszenia.

Dla badanych cech wykonano analizy wariancji, a istotność źródeł zmienności oceniono testem F. Utworzono równania regresji do oceny wpływu szkód łowieckich na plon świeżej masy pędów. Zmienną niezależną w analizie regresji były szkody łowieckie, a zmienną zależną – plon świeżej masy pędów w latach 2010 i 2011.

3. Wyniki i dyskusja

Metodą komponentów wariacyjnych ustalono, że spośród badanych czynników, na poziom szkód łowieckich ogółem najsilniej oddziaływały efekty przeciętne lat odrastania pędów (21,7%) i odmian wierzby (21,3%), a słabo – dawki azotu (1,7%) (tab. 1). Interakcje badanych czynników decydowały o 26,6% zmienności, a spośród interakcji największe znaczenia miało współdziałanie lat odrastania pędów z odmianami (16,9%), a mniejsze – interakcje lat z dawkami azotu i odmianami (5,1%). Przy zgryzaniu pędów dominujące znaczenie miały lata odrastania pędów (49,3%), mniejsze odmiany (13,9%), a najmniejsze – dawki azotu (1,4%) (tab. 1). Spośród interakcji największe znaczenia miało współdziałanie lat odrastania pędów z odmianami (12,1%), a mniejsze – interakcja lat z dawkami azotu (5,2%), a małe interakcja lat z odmianami (1,2%).

Tabela 1. Wpływ badanych czynników na szkody łowieckie i plon pędów wierzby określony metodą komponentów wariacyjnych
Table 1. Influence of tested factors on the hunting damage and yield of willow shoots determined using variance components method

Komponent wariacyjny	Poziomy czynnika	Struktura procentowa komponentów wariacyjnych szkód łowieckich ¹				Plon pędów wierzby ²
		ogółem	zgrzyzanie pędów	okorowanie pędów	złamanie pędów	
Lata odrastania pędów [A]	4 ¹ / 2 ²	21,7***	49,3***	13,6***	23,6***	21,9***
Dawki azotu [B]	4	1,7	1,4*	2,2*	0,0	22,5***
Odmiany [C]	10	21,3***	13,9***	18,8***	7,6***	22,9***
Czynnik losowy		28,7	16,3	31,0	23,5	21,1
Suma interakcji		26,6	19,1	34,4	45,3	11,6
W tym interakcje:						
AB		3,5	5,2**	1,6	0,0	1,9
CB		1,1	1,2*	0,2	1,8*	8,2***
CA		16,9***	12,1***	29,6***	28,2***	1,5
CBA		5,1*	0,6	3,0	15,3***	0,0

Istotność przy poziomie: * – $\alpha=0,05$; ** – $\alpha=0,01$; *** – $\alpha=0,001$;

Przy okorowywaniu pędów największe znaczenie miały odmiany wierzby (18,8%), mniejsze – lata odrastania pędów (13,6%), a małe – dawki azotu (2,2%) (tab. 1). Spośród interakcji największe znaczenia miało współdziałanie kolejnych lat z odmianami (29,6%), a pozostałe współdziałania nie były istotne statystycznie. Przy złamanych pędach duże znaczenie miały lata odrastania pędów (23,6%), a mniejsze odmiany (7,6%) (tab. 1). Spośród analizowanych interakcji największe znaczenia miało współdziałanie lat odrastania pędów z odmianami (28,2%), a mniejsze – lat z dawkami azotu i odmianami (15,3%), a małe dawek azotu z odmianami (1,8%). Przy plonie świeżej masy pędów oddziaływanie badanych czynników było duże. Odmiany wierzby zajmowały 22,9% zmienności całkowitej, dawki azotu – 22,5%, a lata odrastania

pędów – 21,9% tej zmienności (tab. 1). Interakcje badanych czynników zajmowały łącznie 11,6% zmienności, z czego największe znaczenie było interakcji dawek azotu z odmianami (8,2% zmienności).

Efekty przeciętne badanych czynników na rodzaje szkód łowieckich, roczne przyrosty pędów na długość i grubość oraz na plon świeżej masy pędów zestawiono w tab. 2.

W latach 2008 i 2009 (pierwszy i drugi rok odrastania pędów) pędy wierzby były przeważnie niskie i cienkie, poza niektórymi odmianami, i dlatego dominowało zgryzanie ich wierzchołków. Natomiast w 2010 roku i 2011 (trzeci i czwarty rok odrastania pędów po skoszeniu), też poza kilkoma odmianami, pędy były grubsze i dochodziły nawet do 54 mm średnicy. W 2010 latach nasiliło się okorowywanie, a w 2011 roku – łamanie pędów wierzby i to nie zawsze przy odmianach o najgrubszych pędach. Odmiany o intensywnym wzroście miały dużo pędów okorowanych np. Ekotur (13,6%), Oloff (6,8%) i Tordis (4,5%). Natomiast u pozostałych odmian, które miały słabszy wzrost, dominowało zgryzanie wierzchołków pędów np. u odmiany Start zgryzionych było 51,2% pędów, a złamanych – 16,5%. Najmniej pędów okorowanych pędów było u odmian: 1054 (0,1%), 1047 i Start – po 0,4% i Turbo – 0,7%, a najmniej złamanych pędów – u odmian Jorr (1,9%), Oloff (2,1%) i Tordis (2,2%).

Wpływ interakcji dawek azotu z latami odrastania wierzby na zgryzanie wierzchołków pędów przedstawiono w tab. 3. W pierwszym roku najwięcej zgryzionych wierzchołków pędów było na poletkach z dawką $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$, a w drugim roku – poziom tych szkód zmniejszył się i różnice pomiędzy poletkami z różnymi dawkami azotu zmalały. W trzecim roku uprawy zgryzanie wierzchołków pędów na obiektach nawożonych azotem zmniejszyło się, a na obiektach bez nawożenia – nadal pozostało wysokie i istotnie wyższe niż na pozostałych kombinacjach. W czwartym roku uprawy pędy wierzby były wysokie i dlatego zgryzanie wierzchołków pędów było sporadyczne.

Wpływ współdziałania dawek azotu z odmianami na zgryzanie wierzchołków pędów i łamanie pędów zestawiono w tab. 4. Zależności tej nie udowodniono przy zgryzaniu wierzchołków pędów u odmian: 1054, Sprint, Ekotur i Oloff, a u odmian: 1047, 1047D, Turbo, Jor i Tordis. Najwyższe wartości tej cechy wystąpiły przy nawożeniu azotem dawką $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$.

Tabela 2. Wpływ badanych czynników na szkody łowieckie [%] i roczne przyrosty pędów w latach 2008–2011 oraz na plon pędów wierzby w latach 2010–2011 [$t \cdot ha^{-1}$]

Table 2. Influence of tested factors on the hunting damages [%] and annual growth of shoots in the years 2008–2011, and yield of willow shoots in the years 2010–2011 [$t \cdot ha^{-1}$]

Czynnik	Poziom czynni-ka	Szkody łowieckie				Roczny przyrost pędów		Plon pędów wierzby, $t \cdot ha^{-1}$
		ogółem	w tym:			długość, cm	gru- bość, mm	
			zgrzyza- nie	okoro- wanie	złama- nie			
Lata [A]	2008 RI	51,2	51,9	0,0	0,0	153,6	9,6	–
	2009 RII	31,7	31,9	0,0	0,0	138,8	6,0	–
	2010 RIII	19,8	8,6	7,4	3,8	85,4	4,5	28,9
	2011 RIV	20,4	0,4	4,7	15,8	50,9	3,4	49,0
	NIR (0,05)	8,8 ***	6,4 ***	2,9 ***	4,4 ***	9,5 ***	0,7 ***	6,5 ***
Dawki azotu [B], $kg \cdot ha^{-1}$	0	32,4	26,0	1,6	5,2	85,4	4,6	20,2
	60	25,6	21,1	1,5	2,9	111,0	5,5	38,7
	120	28,3	18,0	4,6	5,6	110,3	6,0	41,4
	180	36,9	27,6	4,4	5,8	121,9	7,4	55,6
	NIR (0,05)	8,8 n.i.	6,4 *	2,9 *	4,4 n.i.	9,5 ***	0,7 ***	9,2 ***
Odmiany [C]	1047	30,2	26,0	0,4	3,7	99,2	6,1	41,2
	1054	27,7	24,3	0,1	5,4	91,6	4,6	24,4
	1047D	28,1	23,0	1,0	4,1	102,4	5,3	40,1
	Start	68,2	51,2	0,4	16,5	87,6	4,9	25,5
	Sprint	35,7	29,9	1,8	5,2	104,3	5,0	41,0
	Turbo	34,6	28,8	0,7	5,1	98,1	6,1	29,0
	Ekotur	24,8	8,5	13,6	2,7	145,6	8,5	73,9
	Oloff	20,6	11,8	6,8	2,1	116,6	5,8	35,2
	Jorr	20,7	17,7	1,1	1,9	95,2	5,3	28,7
	Tordis	17,2	10,6	4,5	2,2	131,2	7,3	50,7
	NIR (0,05)	7,5 ***	6,2 ***	2,4 ***	3,1 ***	14,3 ***	1,3 ***	9,5 **
Srednia	30,8	23,2	3,0	4,9	107,2	5,9	5,9	

Istotność przy poziomie: * – $\alpha=0,05$; ** – $\alpha=0,01$; *** – $\alpha=0,001$; n.i. – brak istotności przy poziomie ufności: * – $\alpha=0,05$

Na poletkach z odmianą Start najwięcej zgryzionych wierzchołków było na obiektach bez nawożenia azotem, a istotnie niższe na obiektach nawożonych azotem (tab. 4). W odniesieniu do łamania pędów, istotne różnice pomiędzy dawkami azotu wystąpiły u odmian 1054, 1047D i Start. U odmiany 1054 istotnie więcej złamanych pędów było na obiektach nawożonych dawką 180 kg/ha N niż na niższych dawkach azotu, a u odmiany 1047 D – było odwrotnie. U odmiany Start na obiektach nawożonych dawkami 120 kg/ha N i 180 kg/ha N było istotnie więcej złamanych pędów, niż na dawkach 0 kg/ha N i 60 kg/ha N.

Tabela 3. Wpływ interakcji dawek azotu z liczbą lat odrastania pędów na zgryzanie pędów wierzby [%]

Table 3. Influence of interaction between doses of nitrogen and years of regrowth of shoots on grazing of willow shoots [%]

Dawka azotu [kg·ha ⁻¹ N]	Lata odrastania pędów wierzby			
	1	2	3	4
0	47,0	33,2	23,0	0,7
60	44,9	36,2	3,2	0,2
120	44,5	22,2	5,0	0,6
180	71,1	35,9	3,1	0,2
NIR (0,05)	12,7			

W tabeli 5 zestawiono dane z równań regresji dla przeciętnego plonu pędów u odmian w zależności od nasilania się szkód łowieckich w latach 2010–2011. U wszystkich odmian wpływ szkód łowieckich na ich plonowanie był wysoce istotny. Wykazano, że na 1% szkody, niezależnie od jej rodzaju, plon świeżej masy pędów zmniejszał się od 0,251 t·ha⁻¹ u odmiany 1054 do 0,973 t·ha⁻¹ u odmiany Ekotur, a średnio z 10 odmian – o 0,416 t·ha⁻¹. Przeciętnie szkody łowieckie na poziomie 25% każdego roku uprawy, spowodowały spadek plonu świeżej masy pędów wierzby o 10,4 t·ha⁻¹, tj. o 23,0% plonu bez tych szkód, na poziomie 50% – spadek plonu o 20,8 t·ha⁻¹, tj. o 45,9%, a na poziomie 75% – spadek plonu o 31,2 t·ha⁻¹, tj. o 68,9%.

Tabela 4. Wpływ interakcji dawek azotu z odmianami na zgryzanie i łamanie pędów wierzby w latach 2008–2011

Table 4. Influence of interaction between doses of nitrogen and varieties on grazing and fracture of willow shoots in the years 2008–2011

Dawka azotu [kg·ha ⁻¹ N]	Odmiany wierzby									
	1047	1054	1047D	Start	Sprint	Turbo	Ekotur	Oloff	Jorr	Tordis
Zgryzione pędy wierzby [%]										
0	31,1	29,0	22,1	68,9	27,2	35,0	5,8	9,8	22,6	8,7
60	20,5	23,2	25,4	49,7	33,5	19,5	8,5	15,7	9,8	5,4
120	17,8	19,5	14,7	41,2	29,5	24,9	7,2	5,8	14,3	5,5
180	34,8	25,6	29,8	45,0	29,5	36,0	12,5	15,7	24,1	22,8
NIR (0,05)	12,4									
Złamane pędy wierzby [%]										
0	7,0	1,4	9,8	11,8	8,0	7,5	3,6	1,5	1,0	1,0
60	3,0	1,9	1,3	1,5	2,7	3,0	2,2	1,9	0,5	1,4
120	2,3	5,1	3,2	23,3	5,9	3,9	3,2	3,1	2,4	3,7
180	2,7	13,5	2,0	19,6	4,0	6,1	1,9	2,1	3,6	2,6 a
NIR (0,05)	6,3									

Przedstawiona w pracy reakcja odmian wierzby na szkody łowieckie wyrządzane przez jelenia szlachetnego (*Cervus elaphus* L.) i sarnę europejską (*Capreolus capreolus* L.) w uprawach wierzby jest unikalną w literaturze. Wcześniejsze badania Styszki (2009) oraz Styszki i Ignatowicz (2010) wykazały, że zwiększenie szkód łowieckich o 1% w postaci zgryzienia wierzchołka pędu wierzby spowodowało zmniejszenie przyrostu długości pędu w okresie wegetacji o 0,46–0,58 cm oraz jego grubości o 0,015–0,025 mm. Odnotowano zmniejszenie rocznego przyrostu długości pędów o 24–37% i grubości o 13–16%. W opracowaniu Styszki i Borzymowskiej (2011) wykazano, że na poziom szkód łowieckich wyrządzanych przez jelenia szlachetnego (*Cervus elaphus* L.) i sarnę europejską (*Capreolus capreolus* L.) najsilniej wpływał wiek uprawy (21,8%), nieco słabiej odmiany wierzby (13,6%), a najslabiej – zagęszczenie krzaków na hektarze (4,8%). W bieżącym opracowaniu autorzy wykazali, że na poziom szkód łowieckich największy wpływ

miały lata odrastania pędów, odmiana wierzby i współdziałanie tych czynników, a mniejsze chociaż istotne znaczenie przy niektórych rodzajach szkód (zgryzanie wierzchołków pędów, łamanie pędów) – współdziałanie dawek azotu z odmianami oraz dawek azotu z latami odrastania pędów. W pierwszym roku odrastania pędów wysokie nawożenie azotem spowodowało intensywny przyrost biomasy i prawdopodobnie wpływało na większą zawartość azotu i innych składników w liściach. To czyniło wierzbę bardziej atrakcyjną dla jeleniowatych, niż z obiektów bez nawożenia i nawożonych niskimi dawkami azotu. Zgryzanie wierzchołków pędów na wysokim poziomie utrzymywało się przez dwa lata na obiektach nawożonych azotem, a przez trzy lata na obiektach bez nawożenia azotem.

Tabela 5. Wpływ szkód łowieckich na plon pędów wierzby [$t \cdot ha^{-1}$], dane równań regresji średnio z lat 2010 i 2011

Table 5. Influence of hunting damages on yield of willow shoots [$t \cdot ha^{-1}$], data from regression equations average from years 2010 and 2011

Odmiana	Elementy równania regresji			Plon pędów przy szkodach łowieckich, $t \cdot ha^{-1}$			
	a	b	R^2	0%	25%	50%	75%
1047	47,429	-0,489	0,638***	47,4	35,2	23,0	10,8
1054	27,638	-0,251	0,515***	27,6	21,4	15,1	8,8
1047D	48,386	-0,490	0,589***	48,4	36,1	23,9	11,6
Start	37,021	-0,315	0,322**	37,0	29,1	21,3	13,4
Sprint	44,950	-0,430	0,499***	45,0	34,2	23,5	12,7
Turbo	34,596	-0,346	0,536***	34,6	26,0	17,3	8,7
Ekotur	104,240	-0,973	0,527***	104,2	79,9	55,6	31,2
Oloff	39,471	-0,345	0,252**	39,5	30,8	22,2	13,6
Jorr	31,700	-0,324	0,508***	31,7	23,6	15,5	7,4
Tordis	56,530	-0,519	0,428***	56,5	43,6	30,6	17,6
Przeciętnie	45,340	-0,416	0,358***	45,3	34,9	24,5	14,1

Elementy równania regresji: a – stała równania regresji; b – współczynnik regresji; R^2 – współczynnik determinacji

Istotność przy poziomie: ** – $\alpha=0,01$; *** – $\alpha=0,001$

Według danych GUS (2011), w latach 1975–2011 nastąpiło zwiększenie populacji jelenia szlachetnego w Polsce z 44,0 tys. sztuk do 194,7 tys. sztuk oraz sarny europejskiej z 300,0 tys. sztuk do 829,9 tys. sztuk. W województwie zachodniopomorskim każdego roku utrzymuje się naj-

wyższe w Polsce pogłowie jelenia szlachetnego i sarny europejskiej, a w 2011 roku wyniosło ono odpowiednio 25500 sztuk i 87500 sztuk. Na podobną tendencję w narastaniu populacji jelenia szlachetnego i sarny europejskiej w latach 2004–2007 zwracał uwagę Kamieniarz (2007). Stąd też zakładane plantacje wierzby energetycznej w tym regionie Polski są w dużym stopniu narażone na szkody powodowane przez jeleniowate.

Aktualne rozporządzenie Ministra Środowiska w sprawie postępowania przy szacowaniu szkód łowieckich i odszkodowań za szkody w uprawach i płodach rolnych (Dz. U. 2010.45.272) nie uwzględnia tego typu szkód, mimo że uprawa wierzby na cele energetyczne zakładana jest na gruntach ornych.

Pewnym postępem w ochronie upraw wierzby przed szkodami wyrządzanymi przez jeleniowate może być grodzenie upraw oraz stosowanie repelentów (Węgorek i Giebel 2005, Węgorek i Zamojska 2010). Pierwszy sposób jest bardzo kosztowny, a drugi trudny do zastosowania na dużych powierzchniach upraw wierzby.

4. Wnioski

1. Na poziom szkód łowieckich wyrządzanych przez jelenia szlachetnego (*Cervus elaphus* L.) i sarnę europejską (*Capreolus capreolus* L.) najsilniej wpływał wiek uprawy (21,7%), odmiany wierzby (21,3%) oraz interakcja tych czynników (16,9%), a słabiej – dawki azotu (1,7%) oraz interakcja odmian z dawkami azotu (1,1%).
2. W pierwszym i drugim roku odrastania wierzby, przy cienkich pędach, dominowało zgryzanie ich wierzchołków, a w trzecim i czwartym roku uprawy, przy grubszych pędach, nasiliło się ich okorowywanie oraz łamanie pędów.
3. W pierwszym roku uprawy zgryzanie wierzchołków pędów wierzby było intensywniejsze na dawce 180 kg/ha N i w porówniu do obiektów z niższym nawożeniem, a w trzecim roku uprawy – na obiektach bez nawożenia azotem, niż na nawożonych. W czwartym roku uprawy wierzby dawki azotu nie miały wpływu na intensywność zgryzania wierzchołków pędów.
4. Intensywność zgryzania wierzchołków pędów zależała od odmiany i dawki azotu. Najwięcej zgryzionych pędów było na dawce 180 kg·ha⁻¹ N u odmian 1047, 1047D, Turbo, Jorr i Tordis, a u odmiany Start – na obiektach bez nawożenia azotem.

5. Odmiany o intensywnym wzroście pędów miały dużo pędów okorowanych (Ekotur – 13,6%, Oloff – 6,8% i Tordis – 4,5%).
6. Łamanie pędów zachodziło najczęściej u odmiany Start (16,5%), która cechowała się najsłabszym przyrostem na długość. Najmniej pędów złamanych było u odmian Jorr (1,9%), Oloff (2,1%) i Tordis (2,2%).
7. Intensywność łamania pędów zależała od odmiany wierzby i dawki azotu. Najwięcej złamanych pędów było na obiektach z nawożeniem 120 kg/ha N i 180 kg/ha N u odmiany Start, 180 kg/ha N – u odmiany 1054 i bez nawożenia azotem – u odmiany 1047D.
8. Rachunkiem regresji wykazano, że na 1% szkody ogółem plon świeżej masy zmniejszał się od 0,251 t·ha⁻¹ u odmiany 1054 do 0,973 t·ha⁻¹ u odmiany Ekotur, a przeciętnie z 10 odmian – zmniejszał się o 0,416 t·ha⁻¹.

Autorzy dziękują firmie Lillohus AB; 291 61 Kristianstad ze Szwecji za nieodpłatne przekazanie do badań odmian Oloff, Jorr i Tordis oraz Panu Przemysławowi Dobrzanieckiemu z Agrobränsle AB w Poznaniu za pośredniczenie w tej darowiźnie.

Literatura

1. **Kamieniarz R.** Zwierzyna gruba w Polsce w latach 2004–2007. 128–130 W: GUS. Leśnictwo, Warszawa 290 (2007).
2. **Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 8 marca 2010 r. w sprawie postępowania przy szacowaniu szkód i odszkodowań za szkody w uprawach i płodach rolnych.** Dz. U. 2010 nr 45 poz. 272.
3. **Styszko L.** Szkody łowieckie w uprawach roślin energetycznych. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 49 (1): 145–149 (2009).
4. **Styszko L., Ignatowicz M.** Szkody łowieckie w kilkuletnich uprawach wierzby energetycznej w rejonie Koszalina. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 50 (1): 182–185 (2010).
5. **Styszko L., Borzymowska A.** Wpływ szkód łowieckich powodowanych przez jeleniowate na plonowanie wierzby. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 51 (1): 217–222 (2011).
6. **Węgorzek P., Giebel J.** Szkody Łowieckie. Uwarunkowania i Możliwości Zapobiegania. Inst. Ochr. Roślin, Poznań, 44 (2005).
7. **Węgorzek P., Zamojska J.** Skuteczność repelentu Repenol 6 PA w ochronie młodych upraw leśnych przed jeleniowatymi. Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin 50 (3): 1312–1317 (2010).

Reaction of Shrubby Willow Biomass Harvest on Hunting Damages at Diverse Fertilization with Nitrogen

Abstract

The aim of this study was to evaluate the reaction of 10 willow varieties to damage inflicted by hunting deer (*Cervus elaphus* L.) and European roe deer (*Capreolus capreolus* L.) at different fertilization with nitrogen (0, 60, 120 and 180 kg·ha⁻¹ N) in the years 2008-2011 in the vicinity of Koszalin.

Such damages as grazing of tops of shoots, debarking and fracture of shoots and total damage were evaluated at the end of the willow vegetation period.

Yield of fresh mass of shoots was determined in November 2010 (third year of cultivation) and 2011 (fourth year of cultivation). Regression equations for the yield of shoots at different damage hunting were created.

Level of hunting damage was most strongly influenced by age of cultivation (21.7%), variety of willow (21.3%) and the interaction between of those factors (16.9%) and less – nitrogen (1.7%) and interaction between varieties and doses of nitrogen (1.1%).

In the first and second year of regrowth of willow, in case of thin stems, grazing their tops dominated, and in the third and fourth year of cultivation, in case of thicker stems, their debarking and breaking of their shoots intensified.

It was shown that for 1% of total loss, yield of fresh weight decreased from 0.251 t·ha⁻¹ for 1054 variety to 0.973 t / ha t·ha⁻¹ for Ekotur variety, and in average of 10 varieties – decreased by 0.416 t·ha⁻¹.

The authors would like to thank Lillohus AB company, 291 61 Kristianstad, Sweden for donation of Oloff, Jorr and Tordis varieties for test and to Mr. Przemysław Dobrzaniecki from Agrobränsle AB in Poznań for participation in this donation.