

Zdrowotność oraz czas zarastania sęków po podkrzesaniu dębu

Knot soundness and occlusion time after artificial pruning of oak

Piotr S. Mederski^{1*}, Dariusz Szczawiński^{1,2}, Dieter F. Giefing¹, Kwiryn Naparty^{1,3}, Mariusz Brunka^{1,4}

¹Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Leśny, Katedra Użytkowania Lasu, ul. Wojska Polskiego 71A, 60-625 Poznań;

²Nadleśnictwo Lidzbark, Lidzbark-Nadleśnictwo 1, 13-230 Lidzbark; ³Nadleśnictwo Pniewy, ul. Wolności 4, 62-045 Pniewy;

⁴Nadleśnictwo Rytel, Rytel-Dworzec 4, 89-642 Rytel

*Tel. +48 61 8487761, e-mail: piotr.mederski@up.poznan.pl

Abstract. Artificial pruning of trees can improve wood quality as well as enhance timber value. Currently, pruning is quite common when veneer timber or plywood, is in demand. Cutting off branches, however, creates open wounds in the form of knots, which are exposed to infections. While the pruning of coniferous trees is well-studied, less research has been carried out on broadleaved trees. The objective of this work was to determine 1) if the artificial pruning of oak can lead to decaying knots, 2) if so, how big the decaying zone around the unsound knot is, and 3) how much time is needed for knot occlusion after artificial pruning. 13- and 16-year-old oak trees located in Northern Poland (Lidzbark Forest District) were used in this study and ten years after pruning, sample trees were selected in order to determine if the knots were sound and how many years it had taken for each knot to be overgrown. The results were compared with those of knots on trees caused by natural pruning. In total, 419 and 104 knots resulting from artificial and natural pruning, respectively, were analysed. It was found that 95% of the artificially pruned knots had very little decay showing an average of 1.13 cm of unsound knot zone. On the naturally pruned control trees, 98% of the knots were unsound with nearly double the amount of knot decay zone. Additionally, the artificially pruned knots needed less than five years to overgrow, while it took over eleven years to occlude the naturally pruned knots. Therefore, the artificial pruning of oak trees is recommended, even though a very small decay zone may appear on the knots, because it takes half the time for these artificial knots to be overgrown in comparison with unpruned trees.

Keywords: sound knot, decayed knot, natural pruning, broadleaved trees

Słowa kluczowe: sęk zdrowy, sęk zepsuty, oczyszczanie się drzew, drzewa liściaste

1. Wstęp

Zabieg podkrzesywania stosowano już na przełomie XVI i XVII wieku w Japonii, a pierwszym krajem europejskim, w którym pojawiły się wzmianki na ten temat było Królestwo Anglii (Evelyn 1670). Od tamtego czasu ukazało się wiele opracowań, instrukcji i zasad zmieniających się i często prezentujących skrajnie różne poglądy (Giefing 1999). W pewnych okresach zabieg ten cieszył się dużym zainteresowaniem, bądź przeciwnie, uważano go za mało efektywny (Leibundgut 1966; Pazdrowski 1992).

Pierwsze nienaukowe prace niemieckie o podkrzesywaniu pochodzą z roku 1713 (Carlovitz 1713), a pierwszą publikację o charakterze naukowym wydano w roku 1764 (Duhamel du Monceau 1764). Dotyczyła ona wpływu podkrzesywania drzew z żywych gałęzi na ich przyrost. Niemieccy leśnicy publikowali swoje pierwsze wyniki badań nad podkrzesywa-

niem w formie prac naukowych dopiero około stu lat później. Wykazywali w nich skutki przyrostowe podkrzesywania. Na przykład Heyer (1872) stwierdził podwójny przyrost świerków na początku okresu wegetacyjnego po wykonaniu zabiegu.

Sugestie wielu praktyków dotyczące rzekomo niekorzystnego wpływu podkrzesywania na drzewa skłoniły Loreya (1907), Lakariego (1920), Hilfa (1933) i Koehlera (1934) do podjęcia badań w celu zweryfikowania wygłaszanych poglądów. Badania tych autorów wykazały, iż mogą powstawać przebarwienia lub nawet zgnilizna drewna, rozchodzące się od sęków pozostałych po usuniętych żywych gałęziach. Wyniki te przyczyniły się do zaniechania podkrzesywania drzew z żywych gałęzi w wielu krajach, między innymi w Polsce. Jednak w kolejnych latach praca Mayer-Wegelin (1936) rzucała nowe światło na zagadnienie wpływu usuwania żywych gałęzi na stan zdrowotny drzew. Po ponownym przebadaniu

Wpłynęło: 14.02.2019 r., recenzowano: 21.02.2019 r., zaakceptowano: 13.03.2019 r.

świerka, Paterson (1938) nie stwierdził wyżej wspomnianych wad wynikłych z podkrzesywania żywych gałęzi. Podobnie Romell (1940) uważał, że nie ma potrzeby stosowania zakazu usuwania żywych części koron drzew. W późniejszym okresie podobne stwierdzenia wyrażali Krigul (1961) oraz Lücke (1968), którzy uważali, iż rany po okrziesaniu żywych gałęzi są zalewane żywicą hamującą infekcję grzybów, a co za tym idzie – rozwój zgnilizny. Również inni autorzy potwierdzali spostrzeżenia, iż po usunięciu gałęzi infekcje nie występowały lub pojawiały się sporadycznie (Kramer 1962; Henman 1963; Pazdrowski 1985).

Istotny wpływ wieku podkrzesywanych drzew oraz jakości podkrzesywania zauważył Abman (1961). Stwierdził on, iż niebezpieczeństwo infekcji wzrasta w drzewostanach średnich i starszych klas wieku, a także gdy rany są duże i zanieczyszczone. Niebezpieczeństwo infekcji określono jako szczególnie duże w przypadku usuwania grubych, żywych gałęzi, w których z dużym prawdopodobieństwem można oczekiwać wykształconej już twardzieli (Giefing 1987). Z tego też względu zalecano wykonanie zabiegu podkrzesania przed osiągnięciem wieku kulminacji przyrostu drzew (Giefing 1999).

Najkorzystniejsze wydaje się podkrzesywanie przed osiągnięciem przez drzewo 20 lat. Podobne stanowisko zajął w 1930 roku Dudik (1930, za Giefingiem 1999), pisząc, iż zabieg powinien być wykonany w drzewostanach młodszych, w wieku nie wyższym niż 25–30 lat. Z uwagi na kosztocłonność zabiegu oraz możliwość obniżenia się przyrostu, a tym samym wydłużenie czasu zarastania, podkrzesywaniem powinno się objąć drzewostany na najlepszych siedliskach (Žumer 1966; Giefing 1987). Nie jest ekonomicznie uzasadnione podkrzesywanie wszystkich drzew w drzewostanie. Do wykonania zabiegu powinno się przeznaczyć drzewa najlepsze, tzw. elitę drzewostanu (Szymański 1991), a więc I i II klasę Krafta. Podkrzesanie tych drzew, charakteryzujących się z natury dużą dynamiką wzrostu, umożliwi z jednej strony szybki przyrost miąższości strefy bezszęcznej, z drugiej zaś uzyskanie najkrótszego, możliwego do osiągnięcia w danym drzewostanie czasu zarastania sęków.

Dla uzyskania dobrej zdrowotności drzew po zabiegu ważnym zagadnieniem są jego aspekty techniczne, to znaczy rodzaj użytych narzędzi i wybór metody podkrzesywania. Mimo iż podkrzesywanie uważa się za jeden z najstarszych zabiegów hodowlanych stosowanych w leśnictwie, to dopiero około stu lat temu ukazały się pierwsze publikacje traktujące o wpływie narzędzi i metod na jakość zabiegu (May 1889, 1890, 1891; Guillebaud 1933; Laar 1966).

W ślad za badaniami zmieniało się podejście praktyków do tego zabiegu. Początkowo stosowano najróżniejsze narzędzia, co sprzyjało powstawaniu uszkodzeń (Giefing 1993). Następnie wyeliminowano narzędzia udarowe: siekiery, tasaki i korowniki, a zalecano piły ręczne (Lelbach 1859). Badania nad stosowaniem nożyc i sekatorów wykazały, iż podczas ścinania powstawały mikropęknięcia, które w połączeniu z niewielkimi tylcami sprzyjały powstawaniu infekcji (Mayer-Wegelin 1952; Aboney 1981). Ostatecznie za najlepsze narzędzia do podkrzesywania uznano piły ręcz-

ne, dające równą i gładką powierzchnię cięcia, umożliwiające obcinanie gałęzi równo z poboczną pnia i nieraniące przy tym samego drzewa. Pogląd taki, już w roku 1930, publikował m.in. Dudik (za Giefingiem 1999).

Główną zaletą podkrzesywania jest uzyskanie szerszej strefy drewna bezszęcznego, charakteryzującego się znaczną homogenicznością oraz poprawą takich cech jak gęstość, wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien a także kurczliwość (Pazdrowski 1984) i twardość (Pazdrowski, Cybulko 1988).

Uzyskanie większej strefy drewna bezszęcznego jest jednym z czynników uzasadniających podkrzesywanie. Zabieg ten jednak otwiera tkankę drzewną na działanie czynników zewnętrznych. O ile gatunki iglaste są dobrze poznane pod względem reakcji na zabieg podkrzesywania, co jest zapewne spowodowane ich udziałem procentowym w składzie drzewostanów i ich dużym znaczeniem gospodarczym, to badań na temat gatunków liściastych jest znacznie mniej. Wzrastający udział tych gatunków związany z przebudową drzewostanów wskazuje na potrzebę analizy gatunków liściastych.

Jednym z istotnych gospodarczo gatunków jest dąb, który jest przedmiotem badań w niniejszej pracy. Drewno dębowe wysokiej jakości, bezszęczne, osiąga wysokie ceny. Jest zwykle sprzedawane w ramach aukcji lub submisji i osiąga szczególnie wysokie ceny ze względu na bezszęczność i inne cechy pozwalające na uzyskanie materiału okleinowego (Paschalis-Jakubowicz et al. 2015). Mając na uwadze wysokie wymagania wobec drewna dębowego okleinowego, za cel pracy przyjęto określenie zdrowotności sęków dębu oraz tempa ich zarastania po zabiegu podkrzesywania.

2. Materiał i metody

Materiał badawczy pobrano z Nadleśnictwa Lidzbark w Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Olsztynie. Na potrzeby podkrzesywania wyznaczono łącznie pięć powierzchni próbnych, po jednej w pododdziałach 63d, 72b, 82a, oraz dwie w pododdziale 82d (tab. 1), wszystkie na siedlisku lasu mieszanego świeżego (LMśw).

Wiosną 1995 roku podkrzesano dęby na gniazdach założonych w ramach rębni gniazdowej zupełnej (IIIA). Zabieg został wykonany metodą selekcyjną (klasyczną) przy użyciu piłek ręcznych do podkrzesywania. Do podkrzesania wybrano drzewa z najwyższych grup biosocjalnych, o dobrze rozwiniętej koronie: górujące i panujące, czyli z I i II klasy Krafta (Giefing 1999). Drzewa takie charakteryzują się dużymi przyrostami i małym ryzykiem pogorszenia pozycji biosocjalnej w przyszłości, a więc charakteryzują się dużą żywotnością. Zakładano, że drzewa o większej żywotności będą przyrastać na grubość intensywniej (Szewczyk, Guz 2012), dzięki czemu w krótszym czasie nastąpi zarośnięcie sęka i zmniejszenie ryzyka infekcji.

Z założenia usuwano gałęzie równo z poboczną pnia, tak aby nie pozostawiać tylców. Każde gniazdo stanowiło odrębną powierzchnię badawczą. Wiek drzew w momencie podkrzesania na jednej powierzchni wynosił 13 lat, na pozostałych 16 lat.

Tabela 1. Charakterystyka powierzchni próbnych i wybranych drzew dębowych

Table 1. Characteristics of sample plots and selected oak trees

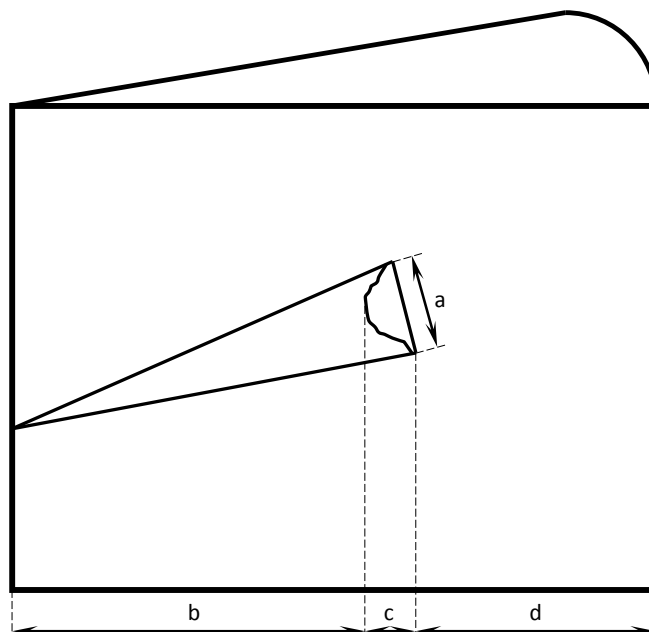
Cecha Feature	Podkrzesane Pruned				Niepodkrzesane Unpruned	
Pododdział Subcompartment	63d	72b	82a	82d	82d	165c
Udział dębu w składzie gatunkowym [%] Share of oak in species composition [%]	20	10	10	20	20	30
Bonitacja Bonitation (soil productivity)	2	2	2	2	2	2
Wiek drzew w roku podkrzesania [lata] Age of trees at the age of pruning [years]	13	16	16	16	16	26
Wiek ściętych drzew [lata] Age of felled trees [years]	23	26	26	26	26	36
Liczba drzew [n] Number of trees [n]	3	3	3	3	3	3

W roku 2005 na każdym gnieździe pomierzono pierśnice wszystkich drzew podkrzesanych i po kilka wysokości w każdym z dwucentymetrowych stopni grubości. Stosując metodę Uricha II, wyliczono wymiary trzech drzew modelowych na każdym gnieździe. Następnie wybrano na powierzchniach po trzy drzewa próbne o wymiarach najbardziej zbliżonych do drzew modelowych; łącznie 15 drzew. Drzewa ścięto pilarką i z każdego pozyskano wałki długości ok. 2 m ze strefy podkrzesanej. Następnie podkrzesane wałki pocięto na około 30-centymetrowej długości odcinki z zarośniętymi sękami, stanowiące próbki do dalszych badań. Pozyskane wałki oraz otrzymane krótkie odcinki opisywano w taki sposób, aby móc ustalić położenie sęka względem podstawy pnia. Dokonano również pomiaru średnicy pnia w miejscu występowania każdego sęka.

Za pomocą siekiery oraz klinów i młota łupano odcinki pnia w taki sposób aby odsłonić przebieg sęka w płaszczyźnie promieniowej. Okolice występowania sęka określano na podstawie rysunku kory po zarośniętym sęku.

Na odkrytych sękach mierzono ich cechy z dokładnością do 1 mm: a) maksymalną grubość sęka, b) szerokość strefy sęka zdrowego, c) szerokość strefy sęka zepsutego oraz d) szerokość strefy bezsęczonej, w której ustalono liczbę lat niezbędną do pełnego zarośnięcia sęka (ryc. 1).

W grudniu 2010 roku pozyskano trzy drzewa próbne kontrolne, niepodkrzesane (naturalnie oczyszczające się), w pododdziale 165c, w drzewostanie na siedlisku LMśw (tab. 1). Wyboru drzew dokonano wg tych samych metod jak w przypadku drzew podkrzesanych, podobnie postępowano w przypadku wycięcia wałków oraz w przygotowaniu odcinków do analizy procesu zarastania sęków po naturalnym oczyszczaniu się drzew. Wiek drzew w momencie pozyskania wynosił 36 lat. Do porównania wybrano drzewostan o 10 lat starszy od drzew podkrzesanych. Założono, iż proces oczyszczania się drzew w drzewostanie o ok. 10 lat starszym będzie przebiegał na wysokości zbliżonej do wysokości podkrzesania, tj. ok. 4 m.



Rycina 1. Elementy pomiaru sęka oraz przyległych stref: a) grubość sęka, b) szerokość strefy sęka zdrowego, c) szerokość strefy sęka zepsutego, d) szerokość strefy bezsęczonej

Figure 1. Parameters of knot and surrounding areas: a) knot thickness, b) width of sound knot zone, c) width of unsound knot zone, d) width of wood zone without knot

Parametry sęków i stref przyległych z drzew podkrzesanych porównywano z odpowiednimi elementami sęków z drzew niepodkrzesanych. W tym celu obliczono statystyki pozycyjne oraz porównano dane obu grup (podkrzesane i niepodkrzesane) za pomocą testu U Manna-Whitneya przy $\alpha=0,05$. Wybrano test nieparametryczny ze względu na brak rozkładów normalnych (sprawdzanych testem W Shapiro-Wilka) oraz różnorodność liczby danych (sęków) z drzew

podkrzesanych i niepodkrzesanych. W przypadku korelacji zastosowano test Spearmana. Testy przeprowadzono za pomocą programu Statistica 13.3 (StatSoft 2018), statystyki pozycyjne obliczono w programie Excel.

3. Wyniki

Z podkrzesanych drzew uzyskano 419 sęków do dalszych analiz oraz 104 sęki z drzew naturalnie się oczyszczających (tab. 2). Średnie średnice pni w miejscu występowania sęków na drzewach podkrzesanych były nieco większe niż na niepodkrzesanych i różniły się statystycznie (p -value=0,0004; tab. 2). W analizowanych pniach sęki były położone na podobnej, średniej wysokości (143 i 140 cm, odpowiednio u drzew podkrzesanych i naturalnie oczyszczonych), przy czym najwyżej położony sęk na drzewach niepodkrzesanych był na wysokości 325 cm, o 60 cm niżej niż najwyżej położony sęk na drzewach podkrzesanych.

Przeciętna grubość sęka na drzewach naturalnie oczyszczonych była o 22% większa niż na drzewach podkrzesanych, przy czym różnice te nie były istotne statystycznie (tab. 2). Strefa sęka zdrowego była większa o 13% u drzew podkrzesanych i różnice te były istotne statystycznie (p -value=0,0449).

U drzew podkrzesanych nie wystąpiło również pogorszenie zdrowotności przyległej tkanki drzewnej słoju rocznych, w żadnym przypadku nie stwierdzono zgnilizny i zabarwień o charakterze patogenicznym w otaczającym sęki drewnie (ryc. 2).

Wyjątkowo powstawał zakorek (ryc. 3 i 4), który wystąpił przy 2 sękach na przebadanych 419, co stanowiło mniej niż 0,5% badanych przypadków.

Strefa sęka zepsutego była znacznie mniejsza u drzew podkrzesanych, 37% mniejsza niż u drzew naturalnie się oczyszczających (tab. 2); różnica ta była istotna statystycznie (p -value=0,0000). Również czas zarastania sęków był krótszy na drzewach podkrzesanych. Drzewa oczyszczające się naturalnie

Tabela 2. Charakterystyka pni i sęków drzew dębowych podkrzesanych i niepodkrzesanych

Table 2. Characteristics of stems and knots of pruned and unpruned oak trees

Cecha Feature	Drzewo Tree	Średnia Mean	Minimum Minimum	Maksimum Maximum	SD SD	N N
Średnica pnia w miejscu osadzenia sęka przy rdzeniu [cm] Stem diameter at height of knot position near pith [cm]	Podkrzesane Pruned	13,70 ^a	7,00	28,00	3,68	419
	Niepodkrzesane Unpruned	11,23 ^b	6,00	20,00	4,13	104
Wysokość osadzenia sęka przy rdzeniu do podstawy pnia [cm] Height of knot position near pith to bottom of stem [cm]	Podkrzesane Pruned	143,25 ^a	5,00	385,00	86,18	419
	Niepodkrzesane Unpruned	140,75 ^a	8,00	325,00	90,05	104
Maksymalna grubość sęka, prostopadle do osi sęka [cm] Maximal knot thickness, perpendicular to knot axis [cm]	Podkrzesane Pruned	1,11 ^a	0,10	8,00	1,10	419
	Niepodkrzesane Unpruned	1,35 ^a	0,20	12,00	1,45	104
Szerokość strefy sęka zdrowego [cm] Zone width of sound knot [cm]	Podkrzesane Pruned	2,85 ^a	0,00	9,50	1,53	419
	Niepodkrzesane Unpruned	2,53 ^b	0,00	8,20	1,45	104
Szerokość strefy sęka zepsutego [cm] Zone width of unsound knot [cm]	Podkrzesane Pruned	1,13 ^a	0,00	8,00	1,24	419
	Niepodkrzesane Unpruned	2,07 ^b	0,00	6,10	1,06	104
Czas zarastania sęka [lata] Occlusion time [years]	Podkrzesane Pruned	4,99 ^a	1,00	19,00	2,66	419
	Niepodkrzesane Unpruned	11,21 ^b	0,00	22,00	4,62	104

SD – odchylenie standardowe; różne litery przy wartościach średnich oznaczają różnice istotne statystycznie / standard deviation; different letters next to mean values show statistically significant differences, $\alpha=0,05$

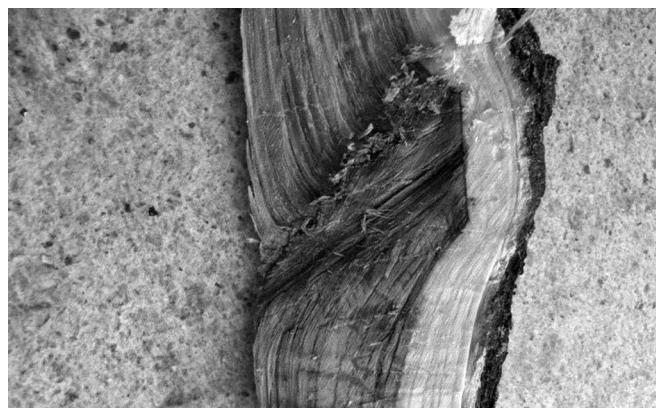
nie potrzebowały ponad dwa razy więcej czasu (ponad 11 lat, tab. 2) na zarośnięcie sęków w badanej strefie pnia do 3,25 m (przypadki zarastania sęków dłuższe niż 10 lat oznaczają, iż część gałęzi została usunięta przez inne czynniki niż zaplanowane podkrzesanie). Wykazane różnice w czasie zarastania sęków były bardzo wyraźne i istotne statystycznie ($p\text{-value}=0,0000$).

Szczegółowa analiza danych pozwoliła również na ustalenie, iż 10 lat po podkrzesywaniu było ok. 5% sęków bez oznak występowania zepsucia. Na drzewach niepodkrzesanych tylko na dwóch sękach nie obserwowano śladów zepsucia, co stanowiło ok. 2% badanej liczby sęków.

Dodatkowa analiza korelacji Spearmana wykazała zależność pomiędzy grubością sęka zepsutego i szerokością strefy sęka zepsutego $r_s=0,36$, z zależnością istotną statystycznie $p<0,05$.

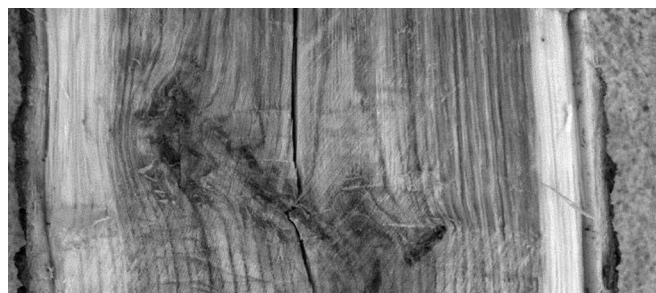
4. Dyskusja

Sęki są naturalnym elementem drzewa, choć zakres ich występowania można ograniczyć w procesie podkrzesywania.



Rycina 2. Przykład sęka po gałęzi obciętej równo z poboczną. Sęk zdrowy, całkowicie zarośnięty, tkanka drzewna w okolicach sęka całkowicie zdrowa.

Figure 2. Example of knot after artificial pruning of branch along with stem surface. Sound knot fully occluded with sound wood tissue around knot.



Rycina 3. Sęk po odciętej gałęzi, zarośnięty z niewielkim zakorkiem, całkowicie zdrowy. Tkanka drzewna w okolicach sęka zupełnie zdrowa.

Figure 3. Sound knot after artificial pruning, fully occluded with small bark pocket. Sound wood tissue around knot.

W ciągu ponad czterech wieków podkrzesywania zmieniały się poglądy dotyczące tego zabiegu (Gieffing 1994). W pewnych okresach zabieg ten cieszył się dużym zainteresowaniem, ale bywało też, że uważano go za mało efektywny i odradzano jego stosowanie (Leibundgut 1966; Korpel' 1977). Dzisiejsza wiedza dotycząca podkrzesywania gatunków iglastych, przede wszystkim sosny, jest bardzo dobrze podbudowana szerokimi badaniami naukowymi i ugruntowana. Mając na uwadze wskazane informacje trzeba stwierdzić, iż można podkrzesywać drzewa, usuwając gałęzie zarówno martwe, jak i żywe, bez pozostawiania tylców, równym, gładkim cięciem wzdłuż pobocznic pnia. Zabieg powinien być przeprowadzony w wieku przed wykształceniem się twardej w gałęziach, aby zmniejszyć ryzyko infekcji wewnątrz pnia (Gieffing 1999). Wskazane jest aby zabieg wykonywać na dobrych siedliskach, pierwszej lub ewentualnie drugiej bonitacji, stosując metody selekcyjne. Podkrzesywanie gatunków liściastych jest wciąż dyskusyjne, a z uwagi na ich znaczenie i związaną z tym małą dostępność materiałów badawczych, mniej poznane.

Uzyskane wyniki pozwalają stwierdzić, iż dąb dobrze znosi podkrzesywanie zarówno martwych, jak i żywych gałęzi, reagując zwiększeniem udziału strefy bezszczernej i zmniejszeniem rozmiaru strefy drewna z zalegającymi sękami.

Zgnilizny występowały w sękach w niewielkich rozmiarach. Obliczona korelacja wskazuje, iż na większych sękach może rozwijać się większa zgnilizna. Wskazuje to na zasadność podkrzesywania na możliwie wczesnym etapie, gdy średnice gałęzi są stosunkowo niewielkich rozmiarów.

Przedstawione badania potwierdzają rzadkie powstawanie zakorka. Gieffing i in. (2011) również stwierdzili raczej wyjątkowe występowanie tej wady w towarzystwie sęków, tj. w jednym przypadku na 59.

Z wcześniejszych badań podkrzesywania dębu wynika, iż nie występowały przypadki zgnilizny lub zabarwień w drewnie otaczającym sęki (Szczawiński, Zawisłak 1997). Należy zaznaczyć, iż Pikulik (2007) stwierdziła przebarwienia w strefie zalegania sęków zarówno w drewnie dębów pod-



Rycina 4. Sęk z zakorkiem, elementami infekcji oraz zdrową tkanką drzewną w okolicach sęka. Sęk po gałęzi odciętej ukośnie.

Figure 4. Knot with bark pocket and signs of infection, but with sound wood tissue around knot. Branch cut off at an angle.

krzesanych z pozostawieniem tylców, jak i w drewnie dębów podkrzesanych bez pozostawiania tylców. Autorka prowadziła badania podkrzesywania na drzewach w wieku 27 lat, co można przyjąć za zbyt późny wiek (Giefing 1999).

Aßmann (1961) zauważył istotny wpływ wieku podkrzesywanych drzew oraz jakości podkrzesywania na jakość i zdrowotność drewna. Stwierdził, iż niebezpieczeństwo infekcji wzrasta w drzewostanach średnich i starszych klas wieku, a także gdy rany są duże i zanieczyszczone. Z tego względu zaleca się wykonanie zabiegu podkrzesania przed osiągnięciem wieku kulminacji przyrostu drzew. Na tej podstawie można wnioskować, iż najkorzystniejszym momentem jest podkrzesywanie przed osiągnięciem przez drzewo 20 lat, czyli przed wyrośnięciem zbyt grubych gałęzi (Giefing 1999).

Podstawowym celem podkrzesywania jest przede wszystkim zwiększenie udziału drewna bezszęcnego, bez zwiększania ryzyka infekcji i występowania w jej następstwie przebarwień o charakterze patogenicznym czy zgnilizn drewna. W niniejszej pracy wykazano, iż zabieg podkrzesywania wpływa na zwiększenie udziału strefy bezszęcnej. Wpływ ten był istotny statystycznie.

W grupie sęków po podkrzesaniu brak strefy bezszęcnej wystąpił u ok. 1% przypadków. Należy dodać, iż najprawdopodobniej wynikało to z błędów w technice podkrzesywania, gdzie mimo założenia o usuwaniu gałęzi równo z poboczną pnia pozostawiono niewielkie tylce, które do czasu pozyskania próbek nie zarosły.

Pozytywnym efektem podkrzesywania jest skrócenie czasu zarastania sęków (Giefing 1999). Z przeprowadzonych badań wynika, iż średni czas zarastania sęków po podkrzesaniu wyniósł niecałe 5 lat i był ponad dwukrotnie mniejszy niż dla sęków u drzew niepodkrzesanych. Zarastanie sęka podkrzesanego trwało najkrócej jeden rok, łącznie 25% sęków zarosło w ciągu trzech lat, a 75% sęków z całej próby zarosło w czasie sześciu lat lub krótszym. Dla porównania, wśród sęków u drzew niepodkrzesanych w czasie do 8 lat zarosło tylko 25% wszystkich sęków.

Mając na uwadze powyższe charakterystyki, należy zaznaczyć, iż podkrzesywanie dębu było udane. Część sęków wykazywała oznaki zepsucia, przy czym tkanka przysęcna była zawsze zdrowa. Dzięki zabiegowi uzyskano większą strefę sęka zdrowego i krótszy czas zarastania sęków.

5. Wnioski

Przeprowadzone badania zdrowotności sęków dębowych po podkrzesywaniu wskazują, iż w procesie ich zarastania może pojawiać się niewielka, zajmująca średnio ok. 1 cm, zgnilizna stanowiąca strefę sęka zepsutego. Zarastanie sęków o średniej średnicy nieco ponad 1 cm zajmowało średnio ok. 5 lat (przy czym najgrubsze sęki miały 8 cm). W tym czasie otwarty sęk był narażony na rozwój niewielkiej infekcji. W badaniach wykazano również występowanie sęków bez zgnilizny, przy czym stanowiły one ok. 5% całkowitej liczby. Na drzewach pozostawionych do naturalnego oczyszczania się drzew zara-

stanie sęków trwało znacznie dłużej, tj. ok. 11 lat w strefie badanej wysokości pnia, tj. do 3,25 m. W badanej populacji sęki te miały znacznie większą strefę sęka zepsutego.

W świetle przeprowadzonych badań podkrzesywanie dębu należy uznać za bezpieczne z punktu widzenia zdrowotności pnia i powstałych sęków. Podkrzesywanie przyspieszyło zarastanie sęków i zmniejszyło strefę sęka zepsutego.

Konflikt interesów

Autorzy deklarują brak potencjalnych konfliktów.

Źródło finansowania badań i podziękowania

Badania były częściowo sfinansowane przez Państwowe Gospodarstwo Leśne Lasy Państwowe, Nadleśnictwo Lidzbark.

Autorzy składają podziękowania Recenzentom za wnikliwe uwagi, dzięki którym powstała ostateczna wersja niniejszego artykułu.

Literatura

- Aboney E.A. 1981. Zur Wertästung von Nadelhölzern mit Handgeräten. Universität Göttingen, Göttingen.
- Aßmann E. 1961. Waldertragskunde. Universität München, München.
- Carlovitz H.A. 1713. Sylvicultura economica oder Hauswirtschaftliche Nachricht und naturgemäße Anleitung zur wilden Baumzucht. Leipzig.
- Dudik K. 1930. Odpilowywanie gałęzi zielonych. *Aktualne Wiadomości Leśne* 24: 110.
- Duhamel Du Monceau H.L. 1764. De l'exploitation des bois. Paris.
- Evelyn J. 1670. Sylva or a discourse of forest trees and the propagation of timber in His Majesties Dominions. London.
- Giefing D.F. 1987. Podkrzesywanie sosen i świerków w świetle dotychczasowych badań. *Sylvan* 131(10): 21–29.
- Giefing D.F. 1993. Podkrzesywanie drzew. Wydawnictwo AR, Poznań.
- Giefing D.F. 1994. Czy warto podkrzesywać drzewa w lesie? *Las Polski* 7: 1–7.
- Giefing D.F. 1999. Podkrzesywanie drzew w lesie. Wydawnictwo AR Poznań. ISBN 83-7160-165-4.
- Giefing D.F., Pikulik J., Szczawiński D. 2011. Reakcje biologiczne dębów na podkrzesywanie. *Sylvan* 155(1): 3–9.
- Guillebaud W.H. 1933. Pruning in plantations. Reprint: *Quarterly Journal of Forestry* 27, 29 s.
- Henman D.W. 1963. Pruning conifers for the production of quality timber. Forestry Commission Bulletin 35, Her Majesty's Stationery Office, Edinburgh, 55 s.
- Heyer E. 1872. Aphoristische Mitteilungen aus dem Holzhauereibetrieb I. über Aufästen der Bäume. *Forstliche Blätter* 1: 261–264.
- Hilf H.H. 1933. Die Erzeugung von Wertholz durch Aufästung des Nadelholzes. Deutscher Forstverein.
- Koehler R. 1934. Trockenästung von Fichtenbeständen. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 110(1): 7–9.
- Korpel' Š. 1977. Zvyšovanie hodnoty produkcie porastov borovice sosny vyvetvovaním. *Lesnictvi* 23: 591–608.
- Kramer H. 1962. Kronenaufbau und Kronenentwicklung gleichalter Fichtenbestände. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung* 133(11): 249–256.

- Krigul T. 1961. Manni-ja Kuusepuistute laasimine. Tartu.
- Laar Van A. 1966. A comparison of tools for pruning *Pinus pinaster*. *South African Forestry Journal* 57(1): 13–16. DOI 10.1080/00382167.1966.9629153.
- Lakari O.J. 1920. Untersuchungen über die Ästung der Fichte. *Communicationes Ex Instituto Quaestionum Forestalium Finlandiae* 2: 1–5.
- Leibundgut H. 1966. Die Waldpflege. Paul Haupt Verlag, Bern.
- Lelbach H. 1859. Über den Einfluß des Ästens der Nadelhölzer auf ihren Gebrauchswert. *Monatsschrift Forst- und Jagdwissenschaft* 21: 250–262.
- Lorey T. 1907. Handbuch der Forstwissenschaft. Bd 1. Tübingen.
- Lücke H. 1968. Grünästung der Kiefer. *Forst- und Holzwirtschaft* 20: 421–423.
- May R.J. 1889. Geschichte der Aufästungstechnik und Aufästungslehre. *Forstwissenschaftliches Zentralblatt* 16, 96.
- May R.J. 1890. Geschichte der Aufästungstechnik und Aufästungslehre. *Forstwissenschaftliches Zentralblatt* 84.
- May R.J. 1891. Geschichte der Aufästungstechnik und Aufästungslehre. *Forstwissenschaftliches Zentralblatt* 161.
- Mayer-Wegelin H. 1936. Ästung. Hannover.
- Mayer-Wegelin H. 1952. Das Aufästen der Waldbäume. Schaper, Hannover.
- Paschalis-Jakubowicz P., Kulik P., Lachowicz H. 2015. Kształtowanie cen oraz metody sprzedaży surowca cennego w Polsce. *Sylvan* 159(4): 267–277.
- Paterson A. 1938. The Occlusion of Pruning Wounds in Norway Spruce (*Picea excelsa*). *Annals of Botany* 2(3): 681–698. DOI 10.1093/oxfordjournals.aob.a084026.
- Pazdrowski W. 1984. Wpływ podkrzesywania sosny zwyczajnej na zmiany kurczenia się jej drewna. *Sylvan* 128(5): 33–39.
- Pazdrowski W. 1985. Podkrzesywanie sosny zwyczajnej – jedna z dróg zmniejszania wadliwości uszczeniowania. *Sylvan* 129(7): 35–43.
- Pazdrowski W. 1992. Zmiany jakości i wartości drewna w drzewostanach sosnowych przy stosowaniu podkrzesywania drzew. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, Rozprawy Naukowe* 224: 1–63.
- Pazdrowski W., Cybulko T. 1988. Wpływ podkrzesywania drzew na kształtowanie się twardości drewna strefy przyściennej u sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.). *Sylvan* 132(6): 25–34.
- Pikulik J. 2007. Reakcje biologiczne na podkrzesywanie dębu w Nadleśnictwie Lidzbark. Maszynopis, Katedra Użytkowania Lasu UP, Poznań.
- Romell L-G. 1940. Kvistningsstudier d tall och gran. *Meddelanden Från Statens Skogsförsöksanstalt* 32(5): 143–194.
- StatSoft Inc. 2018. Statistica 13.3. <https://www.statsoft.pl/?s=statistica+13.3> [3.01.2019].
- Szczawiński D., Zawiaślak M. 1997. Jakość drewna podkrzesanych sosen, modrzewi, świerków, dębów i brzoź. Maszynopis, Katedra Użytkowania Lasu AR, Poznań.
- Szewczyk G., Guz M. 2012. Dynamika zmian szerokości przyrostów rocznych jako miara żywotności drzew w zadrzewieniach parkowych i zieleni miejskiej. *Forestry Letters* 103: 47–56.
- Szymański S. 1991. Pielęgnowanie drzewostanów starszych (trzebieże). Poradnik Leśniczego. Świat, Warszawa.
- Žumer M. 1966. Ästungsversuche an Föhre, Fichte, Birke, Aspe, Esche und Eiche. *Meddelelser fra det Norske Skogforsöksvesen*. 20: 399–581.

Wkład autorów

D.F.G., D.S., P.S.M. – koncepcja badań i struktura artykułu naukowego; P.S.M. – analiza statystyczna; D.F.G., D.S., P.S.M., K.N., M.B – przegląd literatury; P.S.M., D.S., K.N., M.B. – napisanie pracy, weryfikacja wyników i korekta.