Chrońmy Przyr. Ojcz. **71** (6): 403–421, 2015

Struktura, dynamika i stan zdrowotny cisa pospolitego *Taxus baccata* w rezerwacie przyrody „Cisy w Mogilnie" (Karpaty Zachodnie)

Structure, dynamics and health status of the European yew *Taxus baccata* population in the "Cisy w Mogilnie" nature reserve (Western Carpathians)

JAN BODZIARCZYK, MALWINA SIWY, MARCIN WIDLAK

Zakład Bioróżnorodności Leśnej, Instytut Ekologii i Hodowli Lasu, Wydział Leśny
Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja
31–425 Kraków, al. 29 Listopada 46
e-mail: rlbodzia@cyf-kr.edu.pl

Słowa kluczowe: demografia, wzorzec przestrzenny, struktura populacji, rzadki i chroniony gatunek.

Stanowisko cisa pospolitego *Taxus baccata* L. koło Mogilna jest aktualnie jednym z najbogatszych skupisk tego gatunku w polskiej części Karpat. Od kilkudziesięciu lat podlega ochronie rezerwatowej. W ciągu ostatnich 50 lat liczba osobników w populacji zwiększyła się prawie dwukrotnie, a sporo z nich wyrosło poza granicą rezerwatu. Badaniami objęto całość populacji, która liczy 1272 osobniki. Większość cisów nie wytwarza organów generatywnych (85%). W odniesieniu do danych sprzed 5 lat udział cisów o cechach pozwalających zidentyfikować płeć jest ponad czterokrotnie mniejszy, a w porównaniu do innych populacji karpackich badanych przez autorów – cisy w Mogilnie najsłabiej obradzają (15% populacji). Większość osobników posiada zdrową i żywotną koronę (89%), ale aż u 67% cisów stwierdzono różnego rodzaju uszkodzenia pnia, wśród których dominują porażenia grzybowe. Głównym problemem w rozwoju populacji jest słabe obradzanie osobników i brak odpowiednio licznego odnowienia, które zapewniałoby ciągłość rozwoju populacji.

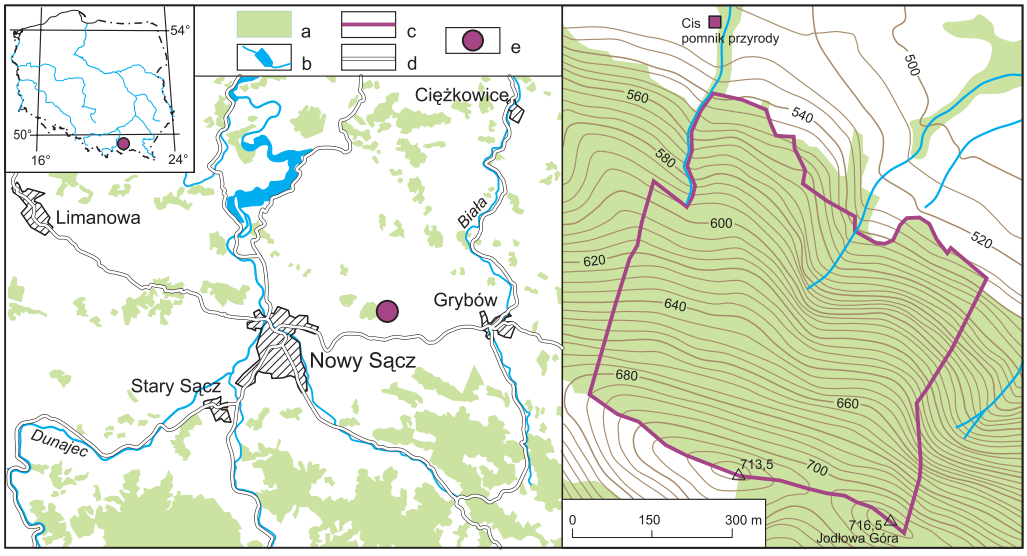
Wstęp

Większość stanowisk cisa pospolitego *Taxus baccata* L. w Polsce objęta jest różnymi formami ochrony – głównie są to rezerwaty i pomniki przyrody oraz w kilku przypadkach parki narodowe (Dziewolski 1973; Zembrzuski 1975; Bodziarczyk, Matosz 2002; Zemanek 2003; Zwijacz 2010). Przede wszystkim jednak cis podlega ochronie gatunkowej, której tradycja sięga XV wieku – Statut Warcki (Grzywacz, Grzywacz 2008). Przez lata wydawało się, że objęcie cisa którąkolwiek z obszarowych form zapewni mu bardziej skuteczną ochronę, lepsze odnawiane się i tym samym trwałość rozwoju. W wielu regionach Polski zaczęto jednak dostrzegać problem stagnacji populacji tego rzadkiego drzewa, a nawet wyraźną regresję (Sokołowski i in. 2000). Za przykład może posłużyć chociażby najbardziej znany rezerwat cisowy „Cisy Staropolskie im. L. Wyczółkowskiego" w Borach Tucholskich,

w którym systematycznie od wielu lat obserwuje się spadek liczebności i niską przeżywalność odnowienia (Gieruszyński 1961; Iszkuło i in. 2012; Szeszycki 2013). O podobnych zmianach w rezerwatach cisowych w Górach Bardzkich wspominają Boratyński i inni (1997), gdzie w okresie niespełna 50 lat (1948–1996) nastąpił spadek liczby cisów prawie o połowę. W niektórych przypadkach opinie na temat stopnia zagrożenia konkretnych populacji cisa są jednak nieadekwatne do stanu rzeczywistego, często oparte na mocno przestarzałych lub ograniczonych danych. Niektórzy badacze cisa już dawno wyrażali wątpliwości, czy ochrona rezerwatowa jest optymalna dla cisa, inni postulowali ochronę czynną (m.in. Lewandowski, Tumiłowicz 1962; Król 1969; Kościelny, Król 1970; Wilczkiewicz 1981).

Jedno z najbogatszych i najbardziej znanych stanowisk cisa pospolitego na południu Polski znajduje się w Mogilnie (ryc. 1) i od 52 lat objęte jest ochroną rezerwatową. W oparciu o dostępne dane (Plany ochrony rezerwatu, wyniki okresowych inwentaryzacji prowadzone przez miejscowych leśników) ocena stanu populacji cisa może budzić uzasadnione obawy co do przyszłości gatunku na tym stanowisku.

Podjęte przez autorów niniejszego opracowania badania nad strukturą i odnowieniem cisa w rezerwacie przyrody „Cisy w Mogilnie" miały na celu przede wszystkim poznanie aktualnego stanu zasobów oraz ocenę kondycji całej populacji, również osobników rosnących poza rezerwatem. W związku z tym szczególnie skrupulatnie oceniano stan zdrowotny wszystkich cisów oraz zdolność osobników do generatywnego rozmnażania poprzez ocenę kwitnienia i obradzania. W trakcie prowadzonych badań określono także stan odnowienia cisa w populacji z uwzględnieniem najmłodszych stadiów rozwojowych (siewek i nalotów), zagadnienie to jednak będzie przedstawione w oddzielnej publikacji.



Ryc. 1. Lokalizacja i granice rezerwatu przyrody „Cisy w Mogilnie" [źródło: mapa RDLP Kraków, uzupełniono]: a – lasy, b – cieki i zbiorniki wodne, c – granica rezerwatu „Cisy w Mogilnie", d – drogi główne, e – położenie rezerwatu

Fig. 1. Location and the contours of the "Cisy w Mogilnie" nature reserve [*source: map from RDLP Kraków, completed*]*: a – forests, b – watercourses and reservoirs, c – boundaries of the reserve "Cisy w Mogilnie", d – main roads, e – location of the reserve*

Materiał i metody badań

Prace terenowe

Główne badania populacyjne przeprowadzono w latach 2011–2012. Objęto nimi cały obszar rezerwatu o powierzchni 35,67 ha oraz strefę bezpośrednio przylegającą do jego granicy, w której rosły cisy. Wszystkie pomiary przeprowadzono w okresie jesiennym oraz wczesnowiosennym, kiedy dobrze widoczne cechy morfologiczne osobników pozwalały na poprawne określenie płci. W trakcie szczegółowej penetracji terenu odnalezione osobniki cisa (zarówno martwe, jak i żywe) oznakowano i pomierzono. Określono lokalizację każdego cisa za pomocą odbiornika GPS (GPSmap 60 CSx) oraz mierzono wysokość i pierśnicę każdego osobnika (ewentualnie obwód, który następnie przeliczono na pierśnicę). Określono formę wzrostu i stan zdrowotny osobników, poddając analizie oddzielnie koronę oraz główny pęd zgodnie z przyjętymi kryteriami (Bodziarczyk, Zator 2002, 2004; Bodziarczyk, Chachuła 2008; Bodziarczyk Ramut 2011). Szczegółowo opisano warunki wzrostu każdego cisa, określając wysokość nad poziomem morza oraz ekspozycję i nachylenie stoku. Ponadto oszacowano w skali 10-stopniowej zwarcie warstwy drzew nad każdym cisem.

Prace obliczeniowe

Na podstawie danych GPS sporządzono w programie ArcGIS kompozycje mapowe określające rozmieszczenie cisów. Dla zbadania zmienności przestrzennej badanych elementów struktury populacji cały obszar badań (rezerwatu oraz bezpośredniego sąsiedztwa, w którym rosły cisy) podzielono na kwadraty o boku 50 m, otrzymując 196 kwadratów. Określono wzorzec przestrzenny rozmieszczenia cisów w populacji, obliczając współczynnik skupiskowości oraz uzupełniający współczynnik średniego zatłoczenia (David, Moor 1954 za: Collier i in. 1977). Wyniki pomiarów poszczególnych cech osobników analizowano statystycznie, obliczając do celów statystyki opisowej podstawowe parametry. Statystyczną istotność różnicy między empirycznym a teoretycznym rozkładem cech grubości i wysokości cisów zbadano za pomocą testu Shapiro–Wilka. Zgodność dwu empirycznych rozkładów badano za pomocą nieparametrycznych testów – dla dwóch grup wykorzystano test U Manna–Whitneya, a dla wielu prób – test Kruskala–Wallisa (Stanisz 2006).

Wykorzystując dane o ekspozycji i nachyleniu stoku oraz tabele Stružki (1956), obliczono dla każdego cisa wartość bezpośredniego promieniowania słonecznego.

Charakterystyka obiektu badań

Rezerwat przyrody „Cisy w Mogilnie" to jeden z dziewięciu rezerwatów przyrody w polskiej części Karpat Zachodnich, chroniący jedną z najliczniejszych górskich populacji cisa. Cały obszar rezerwatu obejmuje środkową i górną część północnego stoku Jodłowej Góry i rozciąga się od 535 do 715 m n.p.m. Zbocza cechują się zmiennym spadkiem (10–30°) i zróżnicowaną topografią. Środkową część rezerwatu przecina głęboki jar z okresowym potokiem. Lokalnie na niewielkich spłaszczeniach znajdują się wysięki wód i młaki źródliskowe. Drzewostan w rezerwacie jest mało zróżnicowany pod względem składu gatunkowego i struktury pionowej; w górnej warstwie wyraźnie dominuje jodła pospolita, a w niższych warstwach, oprócz jodły, znaczny udział ma buk pospolity, sporadycznie występuje jawor, świerk pospolity, dąb szypułkowy i jesion wyniosły oraz rzadko grab pospolity i brzoza brodawkowata. Cis pospolity jako główny obiekt ochrony w rezerwacie występuje w niższych warstwach, wyraźnie oddzielając się od głównego drzewostanu. Najwyższe cisy osiągają zaledwie połowę wysokości drzew tworzących najwyższą warstwę. W rezerwacie na podłożu zbudowanym z piaskowców magurskich, poprzedzielanych warstwami łupków ilastych, rozwinęły się w większości gleby brunatne kwaśne, choć znaczną część rezerwatu (25%) zajmują także gleby brunatne wyługowane (Plan ochrony rezerwatu „Cisy w Mogilnie" na lata 1996–2016).

Według klasyfikacji typów siedliskowych lasu, w całym rezerwacie przyrody wyróżniono las górski (LG), a według kryteriów fitosocjologicznych dominującym zbiorowiskiem roślinnym jest żyzna buczyna karpacka w podzespole jodłowym *Dentario glandulosae-Fagetum abietosum* i typowym *Dg-F typicum*.

Wyniki

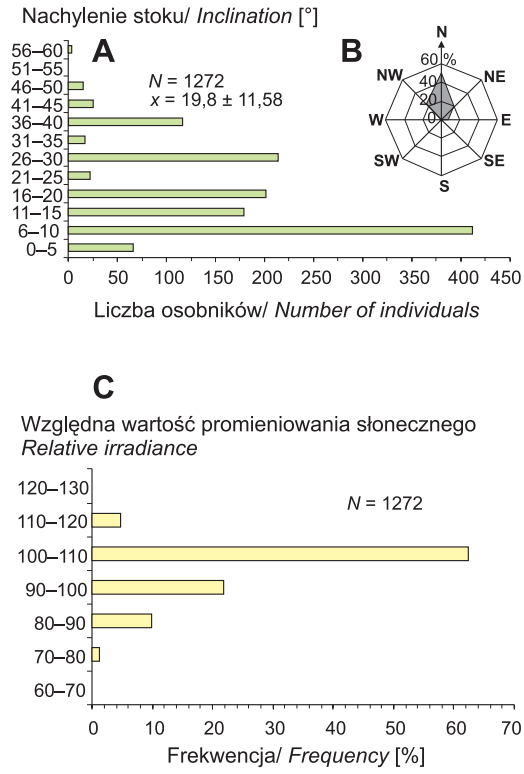
Warunki występowania cisa w rezerwacie

Cisy skupiają się głównie w środkowo-północnej części rezerwatu, w miejscach najniżej położonych, chłodnych i bardziej wilgotnych. Większość osobników rośnie na łagodnych stokach o ekspozycji północnej (ryc. 2A i B), na których średnia wartość bezpośredniego promieniowania słonecznego wynosi 95,9%, a maksymalna nie przekracza 112% (ryc. 2C). Spora grupa cisów rośnie w głębokich, chociaż niewielkich, jarach i na zboczach dolin okresowych potoków. Cisy rosnące w tych warunkach dość często przybierają specyficzny pokrój o łukowato wygiętym w dolnej części pniu jako skutek reakcji na przemieszczanie się górnych warstw gleby. Niekiedy zdarza się, że w miejscach o ekstremalnie ruchomym podłożu cisy rosną z wyraźnym odchyleniem od pionu głównego pędu. Pojedynczo obserwowano przypadki zsuwania się cisów wraz z górnymi warstwami gleby.

W zakresie wysokości bezwzględnej cisy w rezerwacie rosną od 556 m do 715 m n.p.m. W miarę wzrostu wysokości nad poziomem morza liczba cisów w rezerwacie i ich zagęszczenie zdecydowanie się zmniejsza – cisy występują już tylko w dużym rozproszeniu, rzadko tworząc niewielkie skupiska (ryc. 3).

Wielkość populacji

Populacja cisa w rezerwacie oraz w bezpośrednim sąsiedztwie jego granic liczy 1272 osobniki, które osiągnęły co najmniej pół metra wysokości. Stwierdzono również osobniki młodociane – w stadium nalotu i siewki – których zagęszczenie jest bardzo zróżnicowane na całej powierzchni rezerwatu. W popu-



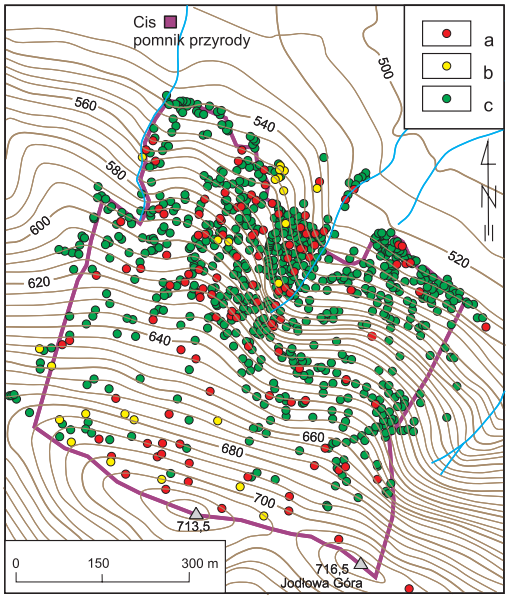
Ryc. 2. Charakterystyka warunków występowania cisa pospolitego *Taxus baccata* w zależności od nachylenia stoku (A), ekspozycji (B) i bezpośredniego promieniowania słonecznego (C)

Fig. 2. Characteristics of the European yew Taxus baccata *habitat according to slope inclination* (A)*, aspect* (*B*)*, and relative irradiance* (*C*)

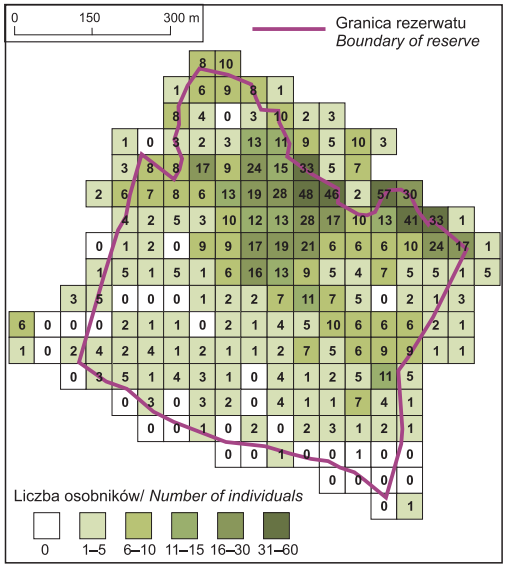
lacji zidentyfikowano 7 osobników martwych. Zdecydowana większość cisów wykształciła formę drzewiastą (86%), a pozostałe (14%) wytworzyły formę krzewiastą.

Wzorzec przestrzenny rozmieszczenia osobników

Przestrzenna analiza wybranych cech osobników, a zwłaszcza wzorzec ich rozmieszczenia, pozwala na określenie nie tylko schematu rozprzestrzeniania się, lecz także warunków wzrostu cisa. Z analizy tej wynika, że cisy występują nieregularnie na całym badanym obszarze, z tendencją do skupiania się na różnych powierzchniach (ryc. 4). Skupiskowy wzorzec



Ryc. 3. Rozmieszczenie osobników cisa pospolitego *Taxus baccata* z uwzględnieniem płci: a – osobniki żeńskie, b – osobniki męskie, c – osobniki płonne
Fig. 3. Distribution of European yew Taxus baccata *individuals with respect to specimens' sex: a – female specimens, b – male specimens, c – non-flowering individuals*



Ryc. 4. Przestrzenne zróżnicowanie zagęszczenia osobników cisa pospolitego *Taxus baccata* (za jednostkę podstawową przyjęto kwadrat o boku 50 m)
Fig. 4. Spatial variation in the density of European yew Taxus baccata *specimens* (*a square of 50 x 50 m was adopted as the basic unit*)

rozmieszczenia osobników potwierdza wartość współczynnika skupiskowości wynosząca w badanej populacji 9,4. Z kolei inny wskaźnik odnoszący się do zagęszczenia – współczynnik średniego zatłoczenia – wynosi 16,4, co oznacza, że z taką liczbą cisów każdy osobnik dzieli swoje poletko (w tym przypadku kwadrat o boku 50 m). Na rycinie 4 przedstawiono zmienność zagęszczenia cisów na obszarze badanego rezerwatu. Przyjmując za podstawową jednostkę zaproponowane powyżej poletko, stwierdzono, że maksymalne zagęszczenie osobników cisa w kwadracie (0,25 ha) wynosi 57 osobników, a średnie 6 ±8,81. Zagęszczenie cisa w północnej części rezerwatu jest zdecydowanie wyższe. Wykazano niewielką liczbę kwadratów, w których nie było cisów. Szczególną uwagę zwraca środkowo-północna i północno-wschodnia część rezerwatu, w której wyodrębniają się dwa wyraźne obszary zagęszczenia cisów.

Najbardziej okazałe osobniki skupiają się głównie w południowej i środkowej części rezerwatu, gdzie ich zagęszczenie jest przeciętne, natomiast cisy o mniejszych rozmiarach, zajmują głównie północną i zachodnią część rezerwatu oraz jego obrzeża. Prawdopodobnie jest to efekt skutecznego rozprzestrzeniania się gatunku w ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat. W centralnej części populacji dominują cisy osiągające zarówno największe rozmiary w pierśnicy, jak i wysokości. Interesujący obraz zmienności przestrzennej daje wynik porównania średniej wysokości i średniej pierśnicy. Z analiz tych wynika, że osobniki najwyższe osiągają największą wartość średnią w południowo-zachodniej części rezerwatu. Z kolei najliczniejsze skupiska cisów o najniższych wymiarach wysokości i pierśnicy stwierdzono wzdłuż północnej i wschodniej granicy rezerwatu.

Struktura płciowa a wielkość osobników

Udział osobników wytwarzających organy generatywne w populacji cisa wynosi zaledwie 15% (12% stanowią osobniki żeńskie

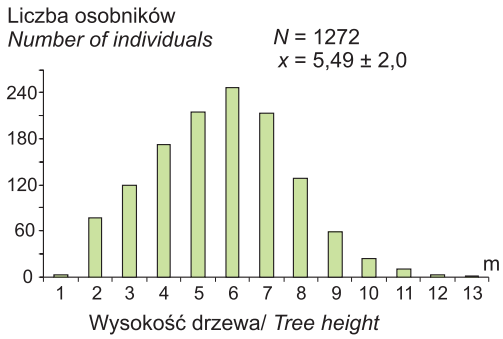
Ryc. 5. Kwiaty męskie cisa pospolitego *Taxus baccata* (rezerwat przyrody „Cisy w Mogilnie", 20.04.2012 r.; fot. J. Bodziarczyk)
Fig. 5. Male flowers of the European yew Taxus baccata (*"Cisy w Mogilnie" nature reserve, 20 April, 2012; photo by J. Bodziarczyk*)

i 3% osobniki męskie; ryc. 5 i 6). U pozostałych osobników nie określono płci (w roku prowadzonych obserwacji), ponieważ nie wykazywały oznak kwitnienia, co nie oznacza, że osobniki te nie osiągnęły dojrzałości.

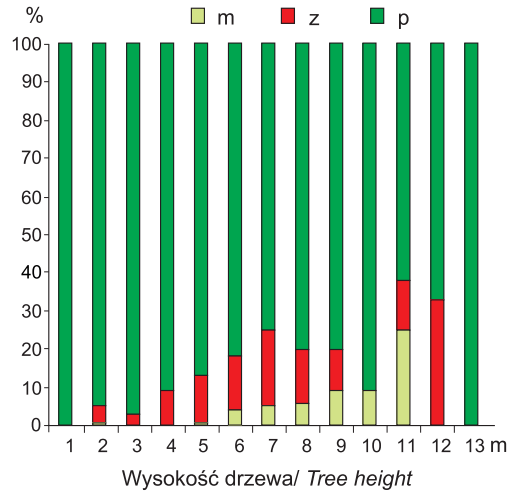
Struktura wysokości. Rozkład wysokości osobników cisa pospolitego w badanej populacji jest podobny do teoretycznego rozkładu normalnego (ryc. 7), ale istotnie różni się od niego (test Shapiro–Wilka: W = 0,985482; p = 0,00000; α = 0,05). Pod względem wysokości cisy wykazują mniejszą zmienność niż pod względem grubości; współczynnik zmienności wynosi 36,5%. Średnia wartość tej cechy dla całej populacji wynosi 5,49 ±2,0, przy czym największą frekwencją charakteryzują się osobniki w przedziale wysokości 5,5–6,5 m. Wśród cisów najwyższą średnią wysokość osiągają osobniki męskie (x = 6,93 m ±1,83), które wyróżniają się najmniejszym współczynnikiem zmienności (V_z = 26,4%), nieco niższą wartość osiągają osobniki żeńskie (x = 6,01, m ±1,66), natomiast najniższa wartość średnia charakteryzuje osobniki płonne (x = 5,37 ±2,01), osiągające jednocześnie najwyższą maksymalną wysokość (tab. 1, ryc. 8) i cechujące się najwyższym współczynnikiem zmienności (V_z = 37,5%). W granicach rezerwatu najwyższy cis osiągnął 13 m wysokości i w okresie prowadzonych badań nie udało się określić jego płci, natomiast najwyższy w całej populacji cis, mierzący 19 m wysokości osobnik żeński, rośnie poza rezerwatem i objęty jest ochroną jako pomnik przyrody (ryc. 9).

Porównując wysokość cisów różnej płci, nie stwierdzono między nimi różnic istotnych statystycznie (test Kruskala–Wallisa i porównań wielokrotnych: z = 0,055800, α = 0,05, H = 36,82615), podczas gdy osobniki płonne istotnie różnią się zarówno od osobników męskich,

Ryc. 6. Jeden z niewielu cisów obficie obradzających w rezerwacie przyrody „Cisy w Mogilnie" (2.10.2013 r., fot. J. Bodziarczyk)
Fig. 6. One of the few specimens of the European yew from the "Cisy w Mogilnie" nature reserve, abundantly covered with seed cones (*2 October, 2013; photo by J. Bodziarczyk*)



Ryc. 7. Rozkład wysokości cisa pospolitego *Taxus baccata*
Fig. 7. Height distribution in the population of the European yew Taxus baccata



Ryc. 8. Udział osobników cisa pospolitego *Taxus baccata* różnej płci w klasach wysokości: m – osobniki męskie, z – osobniki żeńskie, p – osobniki o nieokreślonej płci
Fig. 8. Percentage of male and female specimens of the European yew Taxus baccata *in various height classes: m – male, z – female, p – specimens of unknown sex*

jak i żeńskich (odpowiednio: $z_m = 0{,}000004$, $\alpha = 0{,}05$; $z_z = 0{,}000243$, $\alpha = 0{,}05$). Generalnie udział cisów, u których udało się określić płeć, jest niski, przy czym drzewa wyższe, częściej wytwarzały organy generatywne, ale nie było to regułą. Zdolność kwitnienia i obradzania uzależniona jest głównie od wieku osobnika i od korzystnej pozycji socjalnej w pionowej strukturze drzewostanu.

Struktura grubości. Rozkład grubości osobników cisa pospolitego w badanej populacji, podobnie jak w przypadku rozkładu wysokości, przypomina teoretyczny rozkład normalny (ryc. 10), ale również istotnie różni się od niego (test Shapiro–Wilka: $W = 0{,}980907$; $p = 0{,}00000$; $\alpha = 0{,}05$). Zmienność grubości cisów mierzonych na wysokości 1,3 m od ziemi (pierśnica) waha się od 1,3 do 44,6 cm (tab. 1). Najliczniej reprezentowany jest przedział 16–

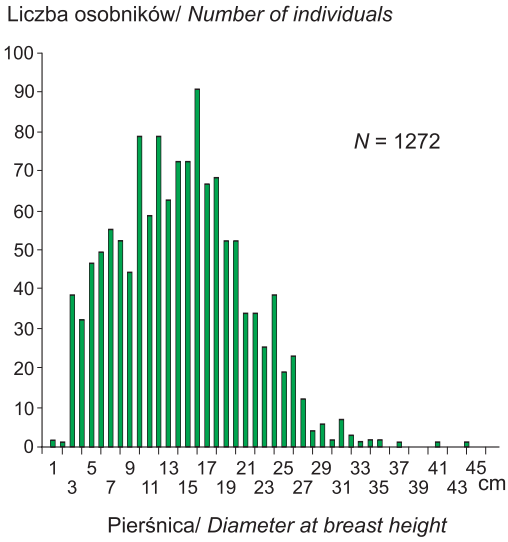
Tab. 1. Ważniejsze charakterystyki statystyczne populacji cisa pospolitego *Taxus baccata* w rezerwacie przyrody „Cisy w Mogilnie" (osobniki ≥ 0,5 m wysokości)
Table 1. The main statistics of the European yew Taxus baccata *population in the nature reserve "Cisy w Mogilnie"* (*0.5 m and higher individuals*)

Cecha/ *Variable*	**Pierśnica/** *Diameter at breast height* [cm]					**Wysokość/** *Height* [m]				
	m	**z**	**p**	**d**	**∑**	**m**	**z**	**p**	**d**	**∑**
Liczba osobników/*Number of individuals*	41	141	1083	7	1272	41	141	1083	7	1272
Średnia/ *Mean* Odchylenie standardowe/ STD	20,12 ± 6,95	16,98 ± 5,13	13,54 ± 6,38	9,55 ± 5,24	14,14 ± 6,46	6,93 ± 1,83	6,01 ± 1,66	5,37 ± 2,01	3,21 ± 1,89	6,29 ±2,77
Minimum–Maksimum *Minimum–Maximum*	4,1– –44,6	3,8– –35,3	1,3– –42,0	3,2– –19,1	1,3– –44,6	1,5– –11,0	2,0– –12,0	0,5– –13,0	1,5– –6,0	1,3– –13,0
Mediana/ *Median*	20,1	16,9	13,4	7,3	14	6,5	6,0	5,5	2	6,5
Modalna/ *Modal*	27,4	–	15,9	–	15,9	6,5	7,0	6	–	7,0
Współczynik zmienności *Variaton coefficient* [%]	34,5	30,23	47,11	54,84	45,65	26,4	27,62	37,5	58,79	0,45

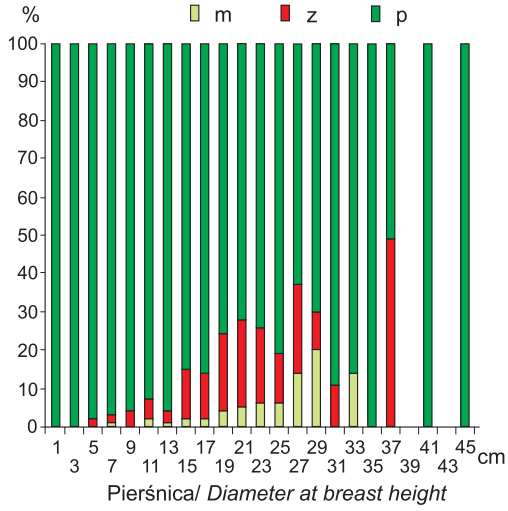
Osobniki: m – męskie, z – żeńskie, p – płonne, d – martwe
Individuals: m – male, z – female, p – non-flowering (*barren*), *d – dead*

Ryc. 9. Największych rozmiarów (pomnik przyrody) osobnik cisa pospolitego *Taxus baccata* rosnący poza granicą rezerwatu (zaznaczono lokalizację osobnika na tle konturów rezerwatu; 12.08.2011 r.; fot. J. Bodziarczyk)

Fig. 9. Most magnificent specimens (*the nature monument*) *of the European yew* Taxus baccata *growing outside the nature reserve* (*location of the site presented on the map; 12 August, 2011; photo by J. Bodziarczyk*)



Ryc. 10. Rozkład grubości cisa pospolitego *Taxus baccata* w badanej populacji
Fig. 10. DBH distribution in the population of the European yew Taxus baccata *in the studied population*



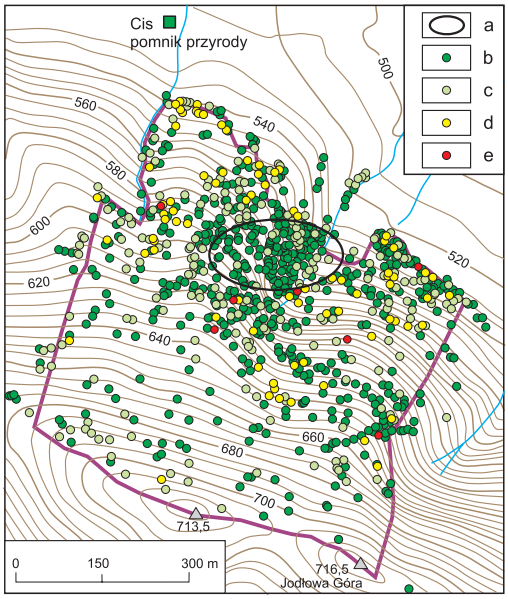
Ryc. 11. Udział osobników cisa pospolitego *Taxus baccata* różnej płci w klasach grubości: m – osobniki męskie, z – osobniki żeńskie, p – osobniki o nieokreślonej płci
Fig. 11. Percentage of male and female European yew Taxus baccata *specimens in various DBH classes: m – male, z – female, p – specimens of unknown sex*

–18 cm, w którym znalazło się 16% osobników populacji; przy czym wartość średnia wynosi 14,14 cm ±6,46. W rezerwacie przyrody najgrubszy cis osiągnął pierśnicę 44,6 cm i był osobnikiem męskim. W populacji osobniki męskie, podobnie jak w przypadku wysokości, osiągnęły wyższą wartość pierśnicy (x_m = 20,12 cm ±6,95) niż osobniki żeńskie ($x_ż$ = 16,98 cm ±5,13). Najmniejszą wartość pierśnicy o oznaczonej płci osiągnął osobnik żeński (3,8 cm), podczas gdy najmniejszy osobnik męski osiągnął 4,1 cm. Zmienność tej cechy wyrażona współczynnikiem zmienności (V_z) jest wyższa niż w przypadku wysokości i wynosi średnio dla całej populacji 45,6%, natomiast dla osobników męskich V_zm = 34,5%, dla żeńskich $V_zż$ = 30,23%, a dla osobników płonnych V_zp = 47,1%. Osobniki płonne stwierdzono we wszystkich klasach grubości, podobnie jak w przypadku wysokości (ryc. 11).

W całej populacji odnotowano tylko 7 osobników martwych, które reprezentowały różne klasy wielkości (w przypadku pierśnicy: 3,2––9,1 cm; wysokości: 1,5–6 m). Najgrubszy osobnik, podobnie jak w przypadku wysokości, rośnie poza granicą rezerwatu (pomnik przyrody); jego obwód wynosi 393 cm. Nie został on jednak uwzględniony w analizie całościowej obu cech charakteryzujących populację cisa z uwagi na zupełnie odmienne warunki wzrostu w stosunku do populacji w rezerwacie oraz znaczną odległość od granic rezerwatu (kilkaset metrów).

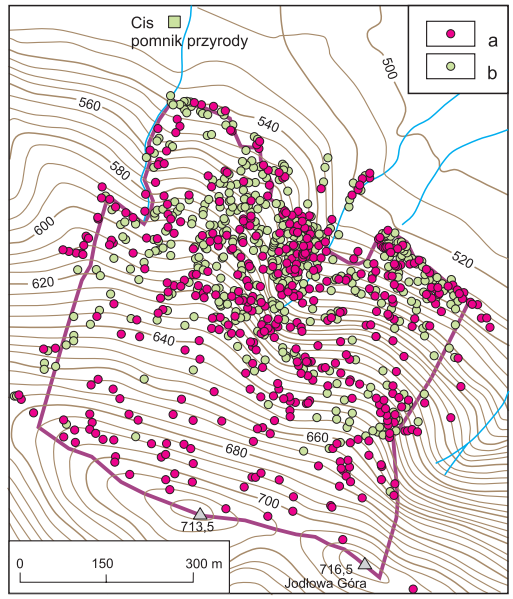
Stan zdrowotny

W wyniku szczegółowej analizy każdego cisa stwierdzono, że 89% osobników w populacji wyróżnia się bardzo dobrym i dobrym stanem korony – o ciemnozielonym aparacie asymilacyjnym, bez oznak przebarwienia i ubytków. Tylko u 9% osobników wykazano koronę osłabioną, z ubytkami i oznakami przebarwienia igieł. Zaledwie 1% osobników posiadało koronę obumierającą i 0,6% koronę martwą. Analizując wyłącznie aparat asymilacyjny cisa, można z całą stanowczością stwierdzić, że obraz stanu zdrowotnego osobników w populacji jest optymistyczny (ryc. 12). Zupełnie inny



Ryc. 12. Rozmieszczenie osobników cisa pospolitego *Taxus baccata* o różnym stanie zdrowotnym aparatu asymilacyjnego: a – skupisko cisów wyróżniające się najlepszym stanem korony, b – bardzo dobry stan zdrowotny koron, c – dobry stan zdrowotny koron, d – osobniki zamierające, e – osobniki martwe

Fig. 12. Distribution of the European yew Taxus baccata *specimens with varying health status of the assimilation apparatus: a – cluster of specimens with most vigorous crowns; b – the best health status of tree crowns, c – good health status of tree crowns, d – dying specimens, e – dead specimens*



Ryc. 13. Rozmieszczenie osobników cisa pospolitego *Taxus baccata* o różnym stanie zdrowotnym pnia: a – osobniki uszkodzone, b – osobniki bez uszkodzeń

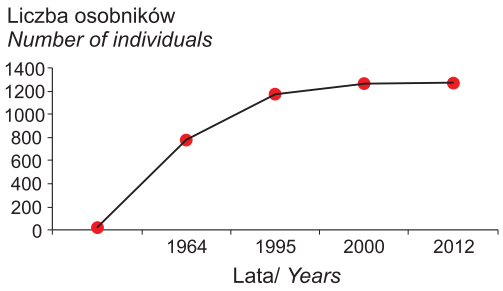
Fig. 13. Distribution of the European yew Taxus baccata *specimens with varying stem health status: a – specimens with damaged stems, b – specimens with undamaged stems*

wniosek można wyciągnąć analizując jakość pnia (ryc. 13). Z analizy tej wynika, że aż 67,4% osobników to cisy z różnego rodzaju uszkodzeniami, wśród których zdecydowanie dominują grzyby wywołujące zgniliznę (35,5%). Sporą grupę stanowią również osobniki z uszkodzeniami na skutek otarcia od spadających gałęzi innych, wyższych drzew lub przetaczającego się rumoszu skalnego; często stwierdzano cisy o złamanych wierzchołkach, a nawet pękniętych pniach. Zaobserwowano także uszkodzenia wskutek spałowania (4,4%) oraz zgryzania przez jelenie i sarny (3,6%).

Cisy z uszkodzeniami pnia rozmieszczone są dość równomiernie na obszarze całego rezerwatu, ale w południowej, górnej części stoku, gdzie zagęszczenie osobników jest najmniejsze, ich udział wynosi ponad 90% wszystkich osobników. Najwięcej zdrowych cisów o żywotnej koronie i pędach bez oznak uszkodzeń stwierdzono w części środkowo-północnej, która wyróżnia się największym ich zagęszczeniem (ryc. 13).

Dynamika liczebności i zmiany struktury wielkości wybranych cech

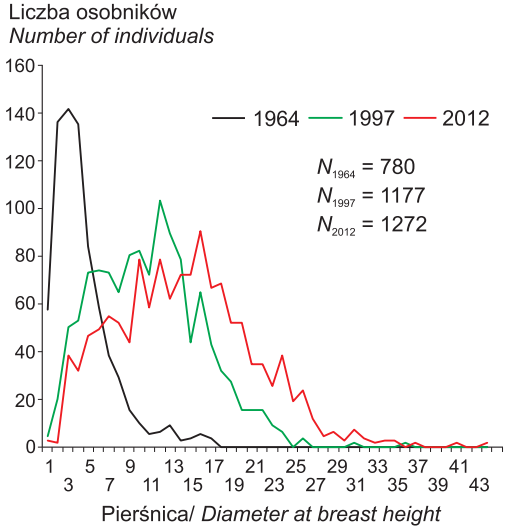
Z porównania własnych wyników badań z danymi Sokołowskiego (1921) oraz dokumentacją dotyczącą planu zarządzania zasobami przyrodniczymi rezerwatu (Bednarek 1964, Tomasiewicz 1996, Plan urządzania… na lata 1986–1995, oraz dane z inwentaryzacji przeprowadzonej przez Nadleśnictwo Stary Sącz) wynika, że populacja cisa w Mogilnie, która przed 90 laty była na wymarciu, w imponujący sposób zwiększyła swoją liczebność. Najwyższa progresja nastąpiła w latach 1921––1963 oraz w początkowym okresie istnienia



Ryc. 14. Dynamika liczebności cisa pospolitego *Taxus baccata* w rezerwacie przyrody „Cisy w Mogilnie" w ciągu ostatnich 90 lat

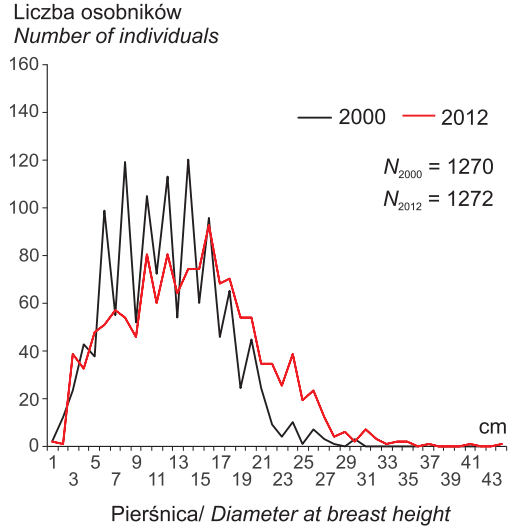
Fig. 14. The dynamics in the population size of the European yew Taxus baccata *in the "Cisy w Mogilnie" nature reserve over the last 90 years*

rezerwatu – w latach 1963–1995, po czym później zaznaczyła się pewna stabilizacja (ryc. 14). O ile w pierwszym okresie stabilizacji (1995––2000) przyrost liczby cisów w ciągu zaledwie 5 lat zwiększył się o 13,9% (155 osobników), to już w ciągu następnych 12 lat – zaledwie o 2 osobniki. Można przypuszczać, że w latach inwentaryzacji 1963 i 1995 nieznaczny wpływ na wyniki liczebności populacji mogła mieć weryfikacja granic (powierzchnia rezerwatu zwiększyła się o 1,15 ha w stosunku do stanu początkowego). Mało prawdopodobne, aby w kolejnym okresie (1995–2000) tak duża progresja wynikała z innych przyczyn niż naturalne. Potwierdzeniem korzystnych zmian zachodzących w analizowanych okresach są wyniki przyrostu cisa na grubość, przedstawione na rycinach 15 i 16. Najbardziej spektakularne zmiany przyrostu cisa na grubość, podobnie jak w przypadku zmian liczebności, nastąpiły w pierwszym okresie utworzenia rezerwatu, co w pewnym sensie jest zrozumiałe, gdyż okres ten jest dłuższy i obejmuje ponad 30 lat. W kolejnym etapie, mimo iż obejmuje on krótszy przedział czasowy (tylko 12 lat), przyrost na grubość zaznacza się również w sposób wyraźny, co szczególnie dobrze widać w zwiększeniu zakresu analizowanej cechy. Interesujące jest porównanie wyników dominujących frakcji cisów z kolejnych inwentaryzacji. Z pierwszej



Ryc. 15. Zmiany struktury grubości cisów w ciągu ostatnich 50 lat w rezerwacie przyrody „Cisy w Mogilnie"

Fig. 15. Changes in the DBH structure in the European yew Taxus baccata *population from the "Cisy w Mogilnie" nature reserve over the last 50 years*



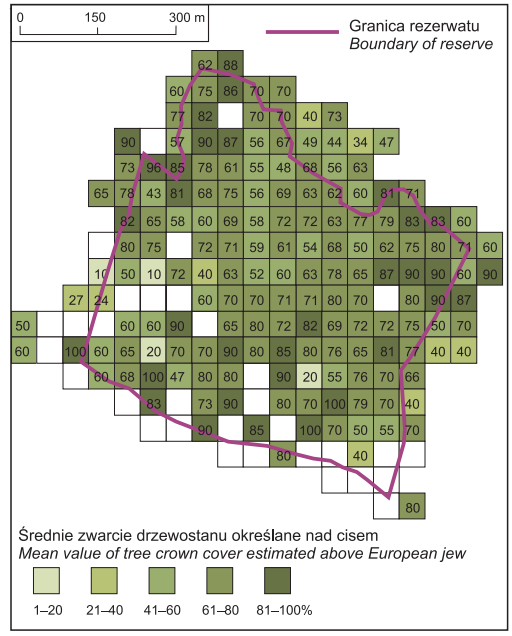
Ryc. 16. Zmiany struktury grubości cisów w ciągu ostatnich 12 lat w rezerwacie przyrody „Cisy w Mogilnie"

Fig. 16. Changes in the DBH structure in the population of the European yew Taxus baccata *in the "Cisy w Mogilnie" nature reserve over the last 12 years*

z nich (1964 r.) wynika, że dominującą frakcję tworzyły cisy o grubości 3 cm, zaś podczas kolejnej, przeprowadzonej w 1995 roku – cisy o grubości 12 cm. Z ostatniej inwentaryzacji dokonanej w roku 2012 wynika, że w populacji najliczniej reprezentowane były cisy o pierśnicy 16 cm. Zmiany grubości dobrze zaznaczają się również w odniesieniu do danych z najkrótszego okresu – ostatnich 12 lat (ryc. 16). W analizowanych okresach, poza pierwszym (lata 60. XX w.), zwraca uwagę spadek liczby osobników w najmniejszych klasach grubości, zaznaczający się szczególnie w okresie ostatnich 20 lat.

Wpływ zwarcia drzewostanu na wielkość cisów

Z analizy biometrycznych cech cisów (wysokości i grubości) rosnących w różnych warunkach oświetlenia wynika, że średnia grubość cisów rosnących pod zwarciem pełnym (>90%) istotnie różni się od grubości cisów rosnących w warunkach mniejszego zwarcia, natomiast cisy rosnące w warunkach zwarcia umiarkowanego, przerywanego i luźnego, nie różnią się istotnie między sobą pod względem analizowanej cechy (ryc. 17). Obraz jest bardziej interesujący w odniesieniu do wysokości cisów niż do ich grubości. Porównując średnie wysokości cisów rosnących w odmiennych warunkach świetlnych (o różnym zwarciu drzewostanu tworzącego pułap koron), w większości przypadków wykazano istotne różnice między cisami. Przy zwarciu pełnym średnia wysokość cisa wynosiła 5,20 m, a pierśnica 12,6 cm, podczas gdy przy zwarciu luźnym (< 40%) średnia wysokość była znacznie wyższa i wynosiła 5,98 m, a pierśnica 15,7 cm. Z kolei przy zwarciu umiarkowanym (70–86%) i przerywanym (45–65%) średnia pierśnica cisów wynosiła odpowiednio 14,2 i 14,4 cm. Interesujące jest, że cisy rosnące pod zwarciem umiarkowanym istotnie różniły się tylko od cisów rosnących w zwarciu pełnym (H = 624,84; p = 0,009918), podczas gdy cisy rosnące w zwarciu przerywanym istotnie różniły się wysokością tylko od cisów rosnących pod zwarciem luźnym (H = 572,54; p = 0,002662).



Ryc. 17. Przestrzenne zróżnicowanie zwarcia drzewostanu w zasięgu występowania osobników cisa pospolitego *Taxus baccata* (za jednostkę podstawową przyjęto kwadrat o boku 50 m)
Fig. 17. Spatial variation in the tree crown cover in range of distribution of European yew Taxus baccata *specimens* (*a square of 50 x 50 m was adopted as the basic unit*)

Dyskusja

Populacja cisa pospolitego na Jodłowej Górze koło Mogilna od dawna budziła zainteresowanie naukowców i leśników (m.in. Sokołowski 1921, Pawłowski 1925, Święs 1962, Aleksandrowicz 1989). Przed niemal 100 laty Sokołowski (1921) opisał ją jako niewielkie skupisko liczące „około 20 sztuk cisa w formie krzakowatej, jedno drzewko około 4 m wysokie, 10 cm średnicy". Z kolei Święs (1962), 40 lat później wspominał już o liczbie prawie 500 cisów, z których połowa to „okazy krzaczaste", a 30% to drzewka nieprzekraczające 5 m wysokości i 10 cm średnicy. Już wówczas niewielką grupę tworzyły dorodne cisy o pokroju drzewiastym, które osiągały 8 m wysokości i 10–20 cm średnicy. Aktualnie populacja w rezerwacie i w bezpośrednim sąsiedztwie jego gra-

nic liczy 1272 osobniki, które osiągnęły co najmniej 0,5 m wysokości. W zdecydowanej większości (86%) cisy w populacji przybierają pokrój drzewa, wśród których aż 92% to osobniki jednopędowe. Przeprowadzone w okresie ostatnich kilkunastu lat inwentaryzacje, podają odmienną, chociaż niewiele różniącą się od siebie, liczbę cisów. Prawdopodobnie różnica ta wynika z nieświadomego liczenia osobników rosnących poza rezerwatem, zwłaszcza w tych fragmentach terenu, które są bardziej niedostępne i cechują się mniej wyraźnym oznakowaniem granic. Być może w trakcie inwentaryzacji w sposób niejednolity traktowano osobniki wielopędowe, a poszczególne równorzędne pędy cisa liczono (choć jest to mało prawdopodobne) jako osobne drzewa. Nie można jednak wykluczyć, że oba podejścia nakładały się wzajemnie na siebie. Pomimo pewnych rozbieżności, które w zasadzie nie mają większego znaczenia dla ogólnego obrazu populacji, przyrost liczebności cisa w ciągu ostatnich 100 lat jest wręcz imponujący, a od chwili utworzenia rezerwatu i przeprowadzonej pierwszej inwentaryzacji – niekwestionowany. Niemniej jednak, pewien niepokój wzbudzają wyniki ostatnich badań, zwłaszcza dotyczących kondycji populacji, czyli stanu zdrowotnego osobników i ich zdolności do rozmnażania się. W okresie ostatnich 5 lat (Kurzeja 2007, Siwy 2012) zaznaczył się prawie czterokrotny spadek liczby osobników wytwarzających organy rozmnażania generatywnego. W 2007 roku w populacji cechy osobników dojrzałych wykazywały 684 cisy, podczas gdy w 2012 roku już tylko 182. Podczas gdy liczba osobników męskich zmniejszyła się dwukrotnie (z 84 do 41), to liczba osobników żeńskich – aż czterokrotnie (z 600 do 141). Z badań autorów niniejszego opracowania nad odnowieniem cisa w rezerwacie wynika, że obserwowane zmiany już znajdują odzwierciedlenie w liczebności najmłodszego pokolenia. Zmniejszenie obradzania cisa bezpośrednio przekłada się na zmniejszenie ilości odnowienia i tym samym prowadzi do ograniczenia możliwości rozwoju populacji. Poza wspomnianymi czynnikami mającymi wpływ na rozwój populacji, dodatkowy problem stanowi dość częste pozyskiwanie nasion cisa z rezerwatu w Mogilnie do celów realizacji rozmaitych projektów i eksperymentów. W ciągu 6 sezonów (w latach 2003–2013) z rezerwatu przyrody „Cisy w Mogilnie" pozyskano aż 20,07 kg nasion cisa, co w przeliczeniu na liczbę odpowiada wartości ponad pół miliona sztuk nasion (514 000). Zakładając, że tylko 10% nasion jest zdolna do skiełkowania, to populacja zubożona została o ponad 50 tys. siewek, czyli tyle, na ile aktualnie oceniono zasoby całego odnowienia w rezerwacie – siewki i nalot (Bodziarczyk, Widlak 2014). Przy tak ograniczonej liczbie osobników obradzających, jest to znaczące zubożenie źródła diaspor, które może w istotny sposób wpłynąć na zaburzenia, a nawet ograniczenie rozwoju populacji. Problemem cisa w Mogilnie nie jest słaba przeżywalność siewek i nalotów, jak niektórzy uważają, a zbyt mała liczba wytwarzanych nasion. Nawet jeśli realizacja projektów ma na celu zabezpieczenie puli genowej cisa, to w przypadku badanej populacji pozyskiwanie nasion wymaga rozważnego podejścia, zwłaszcza że populacja przechodzi kryzys. Nasuwa się zatem pytanie, jakie są priorytety w ochronie cisa – ochrona naturalnych populacji czy też hodowla i wysadzanie go w celu zwiększenia liczebności osobników tego gatunku? Ta kwestia jest szczególnie ważna w odniesieniu do górskich populacji cisa, których naturalne pochodzenie nie budzi wątpliwości.

Jednym z najważniejszych czynników wpływających na indywidualny rozwój poszczególnych osobników cisa jest dostęp do światła. Rozwój cisa – jako gatunku rosnącego w niższych warstwach drzewostanu – oraz jego możliwości obfitego kwitnienia i obradzania, poza cechami wynikającymi z indywidualnych predyspozycji i kondycji każdego osobnika, są także uzależnione od struktury dominujących nad nim innych gatunków drzew (DiFazio i in. 1998; Saniga 2000; Iszkuło, Boratyński 2004; Linares 2013; Niemczyk i in. 2015; Schirone 2015). Z przeprowadzonych badań oraz historii rozwoju drzewostanu rysuje się ogólny obraz struk-

Ryc. 18. Architektura korony cisa pospolitego *Taxus baccata* ukształtowana w warunkach dużego ocienienia górnego kompensowanego znacznym dostępem światła bocznego (z lewej) i nietypowy pokrój cisa pospolitego *Taxus baccata* (z prawej) jako efekt wielokrotnych mechanicznych uszkodzeń na stromym stoku (rezerwat przyrody „Cisy w Mogilnie", 18.09.2014 r.; fot. J. Bodziarczyk)
Fig. 18. Crown architecture in the European yew Taxus baccata *developed under heavy shade which is compensated by lateral light penetration* (*at left*) *and unusual habit of the European yew* (*at right*)*, which has been affected by frequent mechanical damage when growing on the steep slope* (*"Cisy w Mogilnie" nature reserve, 18 September, 2014; photo by J. Bodziarczyk*)

tury populacji cisa na Jodłowej Górze ukształtowanej pod wpływem struktury i dynamiki drzewostanu dominującego w rezerwacie. Cisy w badanej populacji pod bardziej zwartym drzewostanem osiągają przeciętnie mniejsze rozmiary wysokości i pierśnicy niż pod zwarciem luźnym, gorzej się również odnawiają. O podobnych zależnościach wspominają również inni autorzy (Fabijanowski 1956; Dobrowolska, Farfał 2002; Zachara, Łukaszewicz 2002; Iszkuło i in. 2005; Iszkuło, Boratyński 2006; Dhar i in. 2006, 2007; Ruprecht i in. 2010; Devaney i in. 2014). W warunkach ograniczonego dostępu światła górnego, a jednocześnie przy zwiększonym dopływie światła bocznego, cisy często przybierają nietypowy pokrój (ryc. 18). Niekiedy jest to skutek zaburzeń i uszkodzeń mechanicznych, jakim poddawane są cisy rosnące na stromych stokach (ryc. 18). Analizując stan zdrowotny korony każdego cisa w odniesieniu do kategorii zwarcia drzewostanu, nie wykazano istotnych statystycznie różnic. Prawdopodobnie wynika to z dużej „elastyczności" cisa w odniesieniu do zróżnicowanych warunków zwarcia drzewostanu panującego, a na stan żywotności korony zwarcie to nie ma bezpośredniego wpływu.

Ryc. 19. W rezerwacie w wielu miejscach gęste runo zdominowane jest przez jeżynę gruczołowatą, która skutecznie utrudnia naturalne odnawianie się cisa (24.09.2014 r., fot. J. Bodziarczyk)
Fig. 19. In the reserve is, in many places, a dense herbaceous vegetation is dominated by blackberry Rubus hirtus*, which impedes the natural regeneration of yew* (*24 September, 2014; photo by J. Bodziarczyk*)

Z dobrze zachowanych źródeł wynika, że na początku XX wieku i w okresie międzywojennym las ograniczony aktualnie granicami rezerwatu poddany był intensywnej eksploatacji przez prywatnych właścicieli (Bednarek 1964, Tomasiewicz 1996). W niektórych fragmentach dokonano nawet zrębów zupełnych, które miały bezpośredni wpływ na zniszczenie wielu osobników cisa. Od chwili utworzenia rezerwatu (1963), w ciągu kilkudziesięciu lat, populacja zaczęła się systematycznie odradzać. W międzyczasie, w latach 70. XX wieku, na skutek silnych wiatrów, południowa (przygrzbietowa) część rezerwatu uległa znacznemu zniszczeniu i sporo drzew ulego przewróceniu lub zostało złamanych. Oba zaburzenia miały niewątpliwie znaczący wpływ na dalszy rozwój populacji i jej aktualną strukturę. Oddziaływanie to polegało nie tylko na fizycznym zniszczeniu wielu cisów, ale również na stworzeniu lepszych warunków świetlnych dla pozostałych, które przetrwały. Prawdopodobnie po intensywnej eksploatacji lasów nastąpiła przerwa, podczas której cisy mogły się regenerować i odnawiać, co zbiegło się z okresem objęcia ich obszarową formą ochrony. Prawdopodobnie okres ten można uznać za przełomowy, który w znaczący sposób wpłynął na obecny stan populacji i warunki, w jakich aktualnie się rozwija.

Już w pierwszym przygotowywanym planie ochrony dla rezerwatu (na lata 1963/64–1972/73) dostrzegano problemy związane z nieprawidłową strukturą drzewostanu. Zwracano uwagę na niekorzystną dla cisa jednopiętrową strukturę drzewostanów, proponując ich przebudowę na różnowiekowe i różnopiętrowe. Już wówczas wskazywano strukturę przerębową jako najbardziej odpowiednią dla rozwoju cisa (Bednarek 1964). We wspomnianym opracowaniu pojawiło się również wiele innych interesujących wskazówek z zakresu prac hodowlanych i pielęgnacyjnych. Dostrzegano problem silnej konkurencji roślinności zielnej (wszechobecna jeżyna gruczołowata *Rubus hirtus*), utrudniającej rozwój najmłodszego pokolenia cisa (ryc. 19). Z analizy kolejnych planów ochrony dla rezerwatu (Plan urządzania… na okres 1986–1995 oraz 1996–2015) oraz oceny wykonywanych zabiegów wynika, że podejmowane wcześniej i obecnie działania w celu przyspieszenia renaturalizacji nie zawsze przynoszą oczekiwane rezultaty i na ogół wymagają czasu. Na aktualny stan populacji cisa w rezerwacie i warunki, w jakich się ona rozwija, w dużej mierze miały wpływ: historia użytkowania drzewostanu i późniejsze naturalne zaburzenia w ekosystemie. Utworzenie rezerwatu, choć niewątpliwie miało decydujące znaczenie w ochronie cisa, to nie było w pełni skuteczne i

wystarczające, o czym świadczą obecne problemy z nim związane.

Aktualnie populacja cisa w rezerwacie przyrody „Cisy w Mogilnie" na Jodłowej Górze niewątpliwie przechodzi kryzys, ale należy traktować ją jako część funkcjonującej metapopulacji karpackiej. Jak wykazują badania z ostatnich kilkunastu lat, inne sąsiadujące populacje górskie są w wyraźnej progresji i dobrze się odnawiają (m.in. Bodziarczyk, Zator 2004; Bodziarczyk, Rużyło 2007; Bodziarczyk, Ramut 2011), co pozwala na optymistyczną prognozę na przyszłość.

Badania zostały częściowo sfinansowane przez Regionalną Dyrekcje Lasów Państwowych w Krakowie w ramach realizacji projektu: Ochrona cisa pospolitego i jego restytucja na terenie RDLP Kraków.

PIŚMIENNICTWO

Alexandrowicz Z. (red.). 1989. Ochrona przyrody i krajobrazu Karpat polskich. PWN, Warszawa–Kraków.

Bednarek B. 1964. Rezerwat Cisy w Mogilnie. Plan urządzenia gospodarstwa rezerwatowego na okres 1963–1964 – 1972–1973. Nadleśnictwo Państwowe Nowy Sącz (maszynopis).

Bodziarczyk J., Chachuła P. 2008. Struktura populacji cisa pospolitego *Taxus baccata* L. w rezerwacie przyrody „Cisy w Serednicy" w Górach Słonnych (Bieszczady Zachodnie). Roczniki Bieszczadzkie 16: 191–214.

Bodziarczyk J., Matosz T. 2002. Rozmieszczenie i struktura populacji cisa pospolitego *Taxus baccata* L. w Pienińskim Parku Narodowym. Przewodnik polsko-słowackiej sesji posterowej „Badania naukowe w Pieninach 2002", V Sesja Naukowa.

Bodziarczyk J., Ramut M. 2011. Struktura oraz stan zdrowotny populacji cisa pospolitego *Taxus baccata* L. w lasach gospodarczych Bieszczadów. Roczniki Bieszczadzkie 19: 77–95.

Bodziarczyk J., Rużyło T. 2007. Warunki występowania, struktura oraz stan zdrowotny populacji cisa pospolitego *Taxus baccata* L. w rezerwacie przyrody „Cisy na Górze Jawor" w Bieszczadach. Roczniki Bieszczadzkie 15: 163–179.

Bodziarczyk J., Widlak M. 2014. Stan odnowienia populacji cisa pospolitego *Taxus baccata* L. na tle warunków panujących w rezerwacie przyrody „Cisy w Mogilnie" (maszynopis).

Bodziarczyk J., Zator A. 2002. Cis pospolity *Taxus baccata* L. w paśmie Łysej Góry (Beskid Niski) – największe stanowisko w polskich Karpatach. Chrońmy Przyrodę Ojczystą 58 (3): 5–17.

Bodziarczyk J., Zator A. 2004. Rozmieszczenie, struktura i warunki występowania populacji cisa pospolitego *Taxus baccata* L. w paśmie Łysej Góry w Beskidzie Niskim. Acta Agraria et Silvestria, seria Silvestris 42: 3–22.

Boratyński A., Kmiecik M., Kosiński P., Kwiatkowski P., Szczęśniak E. 1997. Chronione i godne ochrony drzewa i krzewy polskiej części Sudetów i Pogórza Sudeckiego. 9. *Taxus baccata*. Arboretum Kórnickie 42: 111–147.

Collier B.D., Cox G.W., Johnson A.W., Miller Ph.C. 1977. Ekologia dynamiczna. PWRiL, Warszawa.

Devaney J.L., Jansey M. A.K., Whelan P.M. 2014. Spatial patterns regeneration in stands of English yew (*Taxus baccata* L.); Native neighbourhood effects. Forest Ecology and Management 321: 52–60.

Dhar A., Ruprecht H., Klumpp R., Vacik H. 2006. Stand structure and natural regeneration of *Taxus baccata* at "Stiwollgraben" in Austria. Dendrobiology 56: 19–26.

Dhar A., Ruprecht H., Klumpp R., Vacik H. 2007. Comparison of ecological condition and conservation status of English yew population in two Austrian gene conservation forests. Journal of *Forestry* Research 18: 181–186.

DiFazio S.P., Wilson M.V., Vance N.C. 1998. Factors limiting seed production in *Taxus brevifolia* (*Taxaceae*) in western Oregon. American Journal of Botany 85: 910–918.

Dobrowolska D., Farfał D. 2002. Cis pospolity (*Taxus baccata* L.) w naszych lasach wczoraj i dziś. Sylwan 146 (7): 37–47.

Dziewolski J. 1973. Cisy w Pienińskim Parku Narodowym. Chrońmy Przyrodę Ojczystą 29 (5): 47–52.

Fabijanowski J. 1956. Rezerwat cisowy „Bystre" w Bieszczadach koło Baligrodu. Chrońmy Przyrodę Ojczystą 12 (1): 48–50.

Gieruszyński T. 1961. Struktura i dynamika rozwojowa drzewostanów rezerwatu cisowego w Wierzchlesie. Ochrona Przyrody 27: 41–90.

Grzywacz A., Grzywacz P. 2008. Problemy interpretacji postanowień Statutu Warckiego z 1423 roku w zakresie ochrony cisa. Sylwan 3: 3–12.

Iszkuło G., Boratyński A. 2004. Interaction between canopy tree species and European yew *Taxus*

baccata (*Taxaceae*). Polish Journal of Ecology 52 (4): 523–531.

Iszkuło G., Boratyński A. 2006. Analysis of the relationship between photosynthetic photon flux density and natural *Taxus baccata* seedlings occurrence. Acta Oecologica 29: 78–84.

Iszkuło G., Boratyński A., Didukh Y., Romaschenko K., Pryazhko N. 2005. Changes of population structure of *Taxus baccata* L. during 25 years in protected area (Carpathians, Western Ukraine). Polish Journal of Ecology 53(1): 13–23.

Iszkuło G., Golimowski R., Lewandowska A., Wachowiak E., Boratyński A. 2012. Zmiany roślinności w rezerwacie „Cisy Staropolskie im. Leona Wyczółkowskiego" koło Wierzchlasu w Borach Tucholskich. Sylwan 153 (3): 163–169.

Kościelny S., Król S. 1970. Próby ustalenia czynników ekologicznych warunkujących naturalne odnawianie się cisa w rezerwatach. Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych Poznańskiego Towarzystwa Przyjaciół Nauk 30: 79–105.

Król S. 1969. Badania nad naturalnym odnawianiem się cisa w rezerwatach cisowych w Polsce. Sylwan 113 (2): 23–27.

Kurzeja W. 2007. Struktura populacji cisa pospolitego *Taxus baccata* L. w rezerwacie przyrody „Cisy w Mogilnie". Akademia Rolnicza im. H. Kołłątaja w Krakowie (manuskrypt).

Lewandowski Z., Tumiłowicz J. 1962. Cisy w Nadleśnictwie Purda Leśna. Rocznik Dendrologiczny 16: 67–87

Linares J.C. 2013. Shifting limiting factors for population dynamics and conservation status of the endangered English yew (*Taxus baccata* L., Taxaceae). Forest Ecology and Management 291: 119–127.

Niemczyk M., Żółciak A., Wrzesiński P. 2015. The influence of stand canopy openness on the growth of common yew (*Taxus baccata* L.). Leśne Prace Badawcze 76 (1): 42–48.

Pawłowski B. 1925. Geobotaniczne stosunki Sądecczyzny. Prace Monograficzne Komisji Fizjograficznej PAU, Kraków.

Plan urządzania gospodarstwa rezerwatowego na okres gospodarczy 1.01.1986–31.12.1995. Rezerwat częściowy „Cisy w Mogilnie" (maszynopis).

Ruprecht H., Dhar A., Aigner B., Oitzinger G., Klumpp R., Vacik H. 2010. Structural diversity of English yew (*Taxus baccata* L.) populations. European Journal of Forest Research 129: 189–198.

Saniga M. 2000. Štruktura, produkčné a regeneračné procesy tisa obyčajného v štátnej prírodnej rezervácii Plavno. Journal of Forest Science 46 (2): 76–90.

Schirone B. 2015. Natural regeneration and gender-specific spatial pattern of *Taxus baccata* in an old-growth population in Foresta Umbra (Italy). Dendrobiology 73: 75–90.

Siwy M. 2012. Rozmieszczenie, struktura i stan zdrowotny populacji cisa pospolitego *Taxus baccata* L. w rezerwacie przyrody „Cisy w Mogilnie". Zakład Botaniki i Ochrony Przyrody, UR w Krakowie (manuskrypt).

Sokołowski A., Grzywacz A., Gutowski J., Farfał D., Dobrowolska D., Zachara T., Łukasiewicz J., Górecki W. 2000. Ekspertyza ochrony cisa oraz opracowanie założeń krajowej strategii ochrony tego gatunku. Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa–Białowieża (maszynopis).

Sokołowski S. 1921. Cis na ziemiach polskich i krajach przyległych. Ochrona Przyrody 2: 4–22.

Stanisz A. 2006. Przystępny kurs statystyki z zastosowaniem STATISTICA.PL na przykładach z medycyny. Statystyki podstawowe. StatSoft Polska, Kraków.

Stružka V. 1956. Meteorologickie přistroje a meřeni v přirodie. Státni Pedag. Nakład Praha.

Szeszycki T. 2013. Cis pospolity *Taxus baccata* historia, ochrona, hodowla, przyszłość. SoftVison, Szczecin.

Święs F. 1962. Cisy w okolicy Grybowa. Chrońmy Przyrodę Ojczystą 18 (5): 6–11.

Tomasiewicz J. 1996. Plan ochrony rezerwatu „Cisy w Mogilnie" na lata 1996–2015 (maszynopis).

Wilczkiewicz M. 1981. Problem odnowień naturalnych cisa pospolitego *Taxus baccata* w rezerwatach Cisowa Góra i Cisy w Górach Bardzkich. Chrońmy Przyrodę Ojczystą 37 (1): 79–84.

Zachara T., Łukaszewicz J. 2002. Propozycje postępowania hodowlanego z cisem (*Taxus baccata* L.) w lasach. Sylwan 4: 5–16.

Zemanek B. 2003. Rośliny i grzyby wielkoowocnikowe. W: Górecki A., Krzemień K., Skiba S., Zemanek B. (red.). Przyroda Magurskiego Parku Narodowego. Oficyna Wydawnicza TEXT, Krempna–Kraków: 65–72.

Zembrzuski J. 1975. Cis *Taxus baccata* L. Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej 4: 169–193.

Zwijacz T. 2010. Monitoring naturalnych odnowień cisa pospolitego *Taxus baccata* L. w Tatrzańskim Parku Narodowym. Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego a Człowiek. T. II Nauki Biologiczne 31–34.

SUMMARY Chrońmy Przyrodę Ojczystą 71 (6): 403–421, 2015

Bodziarczyk J., Siwy M., Widlak M. Structure, dynamics and health status of the European yew *Taxus baccata* population in the "Cisy w Mogilnie" nature reserve (Western Carpathians)

"Cisy w Mogilnie" is one of the nine nature reserves that protect European yew in the Polish Western Carpathians. The local yew population is one of the largest mountain populations of this species in Poland.
Detailed studies of the population structure and health status of each specimen were carried out in 2011 and 2012. A total of 1 272 yew specimens (over 0.5 m high) occur on an area of ca. 36 ha, which means that the number of yews increased almost twice during the 50 years. Also seedlings and undergrowth of the protected species occurred in the reserve, but their spatial distribution was irregular. The yew specimens are distributed over the nature reserve area in clusters. The majority of them grow on gentle slopes exposed to the north, while others prefer steep slopes of the streams' banks (Fig. 2). In terms of altitude, their distribution in the reserve ranges from 556 m to 715 m above sea level.

The height distribution of the local yew population specimens resembles, to some extent, the theoretical normal distribution, however, a discrepancy between the actual height distribution and the theoretical one is rather high (Fig. 7). The tallest yew in the nature reserve is 13 m high, while the female yew specimen growing outside the boundaries of the reserve is 19 m high (Fig. 9). The most numerous are 5.5–6.5 m yew specimens. Similarly to the height distribution, also the DBH distribution resembles the theoretical one. Also in this case, however, there are discrepancies between both patterns (Fig. 10). The DBH of yew specimens varies from 1.3 to 44.6 cm. The thickest specimen (nature monument) is growing outside the borders of the nature reserve – its stem circumference is 393 cm (Fig. 9). In the whole population, only seven specimens of varying size were found dead. The percentage of specimens with determined sex is very low (15%), including ca. 12% produced female flowers, and 3% – male flowers. The sex could not be determined for 85% of specimens, because they have not produced any flowers in the year when the study was carried out.

It was found that as many as 89% of the yew population consist of specimens having vigorous, healthy crowns with deeply green needles and with no signs of any discolouration or defoliation (Fig. 12). On the other hand, the damaged stems were found in many yew specimens (67.4%; Fig. 13), which was caused mainly (35.5%) by various rot fungi. As far as the health status of the yew specimens is concerned, an interesting phenomenon was observed in the reserve, i.e. ca. 4.4% of stems had symptoms of bark peeling, and another 3.6% had traces of being grazed by red deer and roe-deer.

Despite the fact that the European yew population protected in the nature reserve is large and still growing, its further maintenance is far from being secured. A low percentage of specimens producing flowers and poor seed production result in unsatisfactory natural regeneration of yew. Adverse growing conditions, such as a disturbed stand structure and strong competition from herbaceous vegetation dominated by blackberry (*Rubus hirtus*), reduce the establishment of seedlings and regeneration of yew specimens.