

Występowanie, kondycja i zagrożenia zimoziolu północnego w Puszczy Augustowskiej

The twinflower in the Augustów Forest: occurrence, condition and threats

Dorota Zawadzka^{1*}, Grzegorz Zawadzki², Jerzy Bednarek³, Joanna B. Bednarek³, Dorota Piechowska⁴, Artur Mikitiuk⁵

¹Uniwersytet Łódzki, Filia w Tomaszowie Mazowieckim, Instytut Nauk Leśnych, ul. Konstytucji 3 Maja 65/67, 97-200 Tomaszów Mazowiecki; ²Okółek 14, 16-506 Giby; ³Wigierski Park Narodowy, Krzywe 82, 16-402 Suwałki; ⁴Nadleśnictwo Płaska, Sucha Rzeczka 60, 16-326 Płaska; ⁵Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, ul. Wóycickiego 1/3, 01-938 Warszawa

Tel. +48 44 7252905, fax. +48 44 7249720, e-mail: dorota_zaw@wp.pl

Abstract. The twinflower *Linnaea borealis* L. is a rare, boreal plant species that grows in coniferous forests and is partly protected in Poland. We studied its distribution and the condition of twinflower patches in the Augustów Forest (NE Poland) describing 22 twinflower patches in total. The following features were assessed: (1) patch area, (2) distance between individual twinflowers, (3) patch density, (4) intensity of flowering, (5) fruiting, (6) main accompanying plant species, (7) plant community structure, (8) species composition and age of the forest stands, (9) canopy cover of the forest stands, (10) existing and potential threats. In the northern part of the forest where suitable pine sites dominated, twinflowers were distributed irregularly and unevenly. Twinflowers in the Augustów Forest occur in relatively big areas with individual patches covering from 100 m² to 3000 m², but most commonly 500–1000 m². The mean distance to the nearest neighbouring twinflower was 1600 m (range from 250 m to 6035 m). This pattern of distribution and separating distance does allow for sexual reproduction within the studied forest stand and blooming was confirmed in 21 out of 22 patches. In four locations, intensive blooming with >50 flowers shoot/m² was observed. We did not observe a dependency of the flowering intensity on patch size.

Despite the intensive and frequent flowering, as well as the presence of fruits, which were found in 15 patches, the twinflower reproduces mainly vegetatively. Twinflowers grew in 34–166 years-old pine-spruce stands with moderate canopy cover, but there was no relationship between the age of forest stands and the size of a flower patch. Plant species, which commonly occurred with twinflowers were: *Vaccinium myrtillus*, *Calamagrostis arundinacea*, *Goodyera repens*, *Rubus saxatilis*, *Fragaria vesca*, *Pleurosium schreberi*. Twinflower communities are threatened by invasive species in the forest understory in two locations only, while in the other locations no active protection is needed and the plants should rather be protected and monitored through multi-functional forest management. We emphasise the importance of the Augustów Forest for the twinflower in Poland, because about 10% of the Polish population grows in this forest complex.

Keywords: abundance, Augustów Forest, condition, *Linnaea borealis*, protection

1. Wstęp

Zimoziół północny *Linnaea borealis* L. jest przedstawicielem rodziny przewiertniowatych *Caprifoliaceae*. Występuje w północnej Europie i w górach Europy Środkowej, w północnej Azji oraz w części Mongolii i Chin (Piękoś-Mirkowa, Mirek 2003; Witkowska-Żuk 2013). Zaliczany jest do geograficznego elementu holarktycznego, podelementu cyrkumborealnego. Przez obszar naszego kraju przebiega południowa granica zasięgu gatunku. Zimoziół północny najliczniej występuje na północy kraju, chociaż jego rozproszone stanowiska wykazywane są w wielu rejonach. Z Polski znanych

jest ponad 200 stanowisk (Zajac, Zajac 2001), ale na południu Polski gatunek ten uznawany jest za wymarły lub krytycznie zagrożony, natomiast w Polsce Środkowej i na Pomorzu Zachodnim za narażony na wyginięcie (Jakubowska-Gabara, Kurowski 2012). W województwie podlaskim uwzględniony został na czerwonej liście jako gatunek narażony (VU) (Sokołowski, Wołkowycki, w druku).

Linnaea borealis L. jest drobną, płożącą zimozieloną krzewinką należącą do gatunków modułowych o rozłogowej formie rozgałęzienia, tworzącą zwykle duże, ale izolowane przestrzennie płyty zajmujące powierzchnie od kilku do kilkuset metrów kwadratowych (Kurowski 2004). Rozmna-

Wpłynęło: 1.08.2016 r., zrecenzowano: 12.09.2016 r., zaakceptowano: 17.10.2016 r.

za się przede wszystkim wegetatywnie, znacznie rzadziej generatywnie (Wróblewska 2013). Zimozioł północny jest gatunkiem poliploidalnym, samoniezgodnym, co zapobiega samozapłodnieniu (Scobie, Wilcock 2009; Wróblewska 2013). Kwiaty są zapylane przede wszystkim przez muchówki Diptera i błonkoskrzydłe Hymenoptera. Produkcja nasion u zimoziołu jest niska (Scobie, Wilcock 2009). Gatunek charakteryzuje się niską różnorodnością genetyczną, zarówno ze względu na rzadkość rozmnażania płciowego, jak również post-glacialny, szybko przebiegający proces kolonizacji dużych obszarów Eurazji (Wróblewska 2013).

Roślina wymaga umiarkowanego dostępu światła, w miejscach silnie zacienionych, ale także zbyt silnie naświetlonych, zanika. Populacje utrzymują się często w miejscach dobrze naświetlonych, na liniach oddziaływowych lub wałach wydmych (Puchałka et al. 2015). Zimozioł stosunkowo łatwo zyskuje i traci nowe stanowiska (Zaręba 1986; Piękoś-Mirkowa, Mirek 2003). Występuje w runie różnych zbiorowisk borów szpilkowych (Witkowska-Żuk 2013). Jest rzadkim gatunkiem leśnym, charakterystycznym dla klasy *Vaccinio-Piceeta*, zespołu subkontynentalnego boru świeżego *Peucedano-Pinetum*, a także boru bażynowego *Empetro-nigri Pinetum* (Matuszkiewicz 2002; Matuszkiewicz et al. 2012).

Celem niniejszej pracy była inwentaryzacja i określenie kondycji oraz zagrożeń stanowisk zimoziołu północnego w Puszczy Augustowskiej. Oceniano kondycję poszczególnych płatów rośliny (rozległość, zwarcie, intensywność kwitnienia i obecność owoców), zespół roślinny, charakterystykę drzewostanu, zagrożenia oraz odległości pomiędzy stanowiskami. Ze względu na położenie geograficzne terenu badań spodziewano się dużej liczby płatów gatunku oraz dobrej kondycji znalezionych roślin. Oczekiwano, że w rozległym kompleksie leśnym leżącym w subborealnej strefie klimatycznej, w której wykształciły się zbiorowiska leśne z wysokim udziałem świerka o borealnym charakterze (Sokołowski 2010), charakteryzujący się cyrkumborealnym pochodzeniem zimozioł północny powinien być gatunkiem stosunkowo liczny, a jego stanowiska wykazywać witalność. Zaproponowano działania dla zachowania istniejących stanowisk zimoziołu.

2. Teren badań

Puszcza Augustowska (23°15'E, 53°54'N) zajmuje w granicach Polski obszar około 114 000 ha. Cały kompleks leśny leży na piaszczystej, płaskiej równinie sandrowej z okresu zlodowacenia bałtyckiego (Kondracki 1994). Pod względem regionizacji przyrodniczo-leśnej jest to Kraina Mazursko-Podlaska, dzielnica Puszczy Augustowskiej (Zielony, Kliczkowska 2012). Według kryteriów geobotanicznych Puszcza Augustowska położona jest w Dziale Północnym Mazursko-Białoruskim, Krainie Augustowsko-Suwalskiej (Matuszkiewicz 1993). Wśród typów siedliskowych lasu największą powierzchnię pokrywa bór świeży (40%), bór mieszany świeży (31%), a następnie las mieszany świeży (6%), ols (5%) i bór mieszany wilgotny (4%). Dominującym gatun-

kiem w składzie drzewostanów jest sosna zwyczajna *Pinus sylvestris*, która zajmuje 78% powierzchni leśnej. Olsza czarna *Alnus glutinosa* porasta 9% powierzchni, świerk pospolity *Picea abies* zajmuje 8%, brzozy *Betula* sp. 5%, a dąb szypułkowy *Quercus robur* 1%. Średni wiek drzewostanów na obszarach w zarządzie nadleśnictw wynosi 60–65 lat, w Wigierskim Parku Narodowym – 79 lat. Odrębność klimatyczna tego obszaru charakteryzuje się silnym kontynentalizmem oraz cechami właściwymi dla strefy subborealnej. Średnia roczna temperatura powietrza wynosi 6,6°C, średnia roczna temperatura stycznia 4,7°C, a średnia roczna temperatura lipca 17,5–18,0°C. Długość okresu wegetacyjnego to ok. 190–195 dni, a pokrywa śnieżna zalega przez ok. 90–100 dni (Sokołowski 2010). W północno-zachodniej części puszczy leży Wigierski Park Narodowy, pozostała część zarządzana jest przez nadleśnictwa: Augustów, Głęboki Bród, Płaska, Pomorze, Suwałki oraz Szczebra. Na terenach w zarządzie Lasów Państwowych znajduje się 14 rezerwatów przyrody, w tym 13 chroniących fragmenty zespołów leśnych. Łączna powierzchnia rezerwatów wynosi 4083,62 ha.

3. Materiał i metody

W pracy opisano i porównano 22 stanowiska zimoziołu północnego stwierdzone w trakcie prowadzenia inwentaryzacji przyrodniczych w Puszczy Augustowskiej w latach 2005–2015, realizowanych na obszarze całego kompleksu. Oceniano następujące parametry: (1) powierzchnia płatu zimoziołu (m²); (2) odległość pomiędzy najbliższymi sąsiednimi płatami (m), w celu określenia wzorca rozmieszczenia przestrzennego; (3) zwarcie płatu - stopień pokrycia/zwarcia według skali Braun-Blanqueta (silne >75%; umiarkowane 50–75%; słabe 25–50%); (4) kwitnienie (silne >50 pędów kwiatowych/m²; umiarkowane 10–50 pędów kwiatowych/m²; słabe <10 pędów kwiatowych/m²; brak) i owocowanie (obecne/brak); (5) główne gatunki roślin zielnych w obrębie płatu; (6) zespół roślinny na podstawie oceny składu gatunkowego i pokrycia roślinności; (7) skład gatunkowy drzewostanu i udział podszytu (ocenił w terenie); (8) wiek drzewostanu (odczytany z Leśnej Mapy Numerycznej); (9) zwarcie drzewostanu oceniane w terenie zgodnie z Instrukcją Urządzania Lasu (2012); (10) istniejące i potencjalne zagrożenia, do których zaliczono: zacienienie przez runo, podszyt, lub warstwę koron drzew oraz cięcia rębne. Pomiar i oceny wykonano w sezonach wegetacyjnych w 2014 i 2015 r. Użyto klasyfikacji zbiorowisk leśnych Matuszkiewicza et al. (2012). Wartości współczynnika korelacji Pearsona oraz testu *t*-Studenta obliczono w środowisku R.

4. Wyniki

W latach 2005–2015 na terenie Puszczy Augustowskiej znaleziono 22 stanowiska zimoziołu północnego. Potwierdzono występowanie gatunku na obszarze Wigierskiego Parku Narodowego (WPN) oraz nadleśnictw: Głęboki Bród (GB), Płaska (Ł) i Pomorze (O) (tab. 1, ryc. 1). Osiem stanowisk gatunku znajdowało się na obszarze Wigierskiego

Tabela 1. Charakterystyka płatów zimoziołu północnego w Puszczy Augustowskiej

Table 1. The characteristic of twinflower patches in the Augustów Forest

Lokalizacja (pooddział leśny) locality (forest subcompartment), numer oznacza lokalizację na ryc. 1 number means location on the fig. 1	Powierzchnia area (m ²)	Zwarcie płatu Patch density 1 silne / strong, 2 umiarkowane / moderate, 3 słabe / loose	Kwitnienie / Flowering 1 silne / strong, 2 umiarkowane / moderate, 3 słabe / loose, 4 brak / lack	Owocowanie / Fruiting 1 obecne / present, 2 brak / lack	Zagrożenia / Threats 1 zacinienie przez runo / shading by soil cover, 2 zacinienie przez podszyt / shading by shrub layer, 3 zacinienie przez drzewa / shading by trees, 4 cięcia rębne / clear cutting
o. 242bWPN (1)	100	1	3	2	
o. 253d WPN (2)	100	3	3	2	1
o. 277b WPN (3)	1500	2	3	1	1
o. 310a WPN (4)	700	1	3	1	1
o. 311d WPN (5)	400	1	3	2	1, 3
o. 295c WPN (6)	700	2	3	1	1
o. 330b WPN (7)	500	1	2	1	
o. 359a WPN (8)	300	1	2	1	
o. 253a GB (9)	150	2	3	2	1
o. 281d GB (10)	900	1	2	1	
o. 263d GB (11)	300	2	3	2	1
o. 306c GB (12)	1000	1	1	1	4
o. 395f GB (13)	500	1	1	1	
o. 431c GB (14)	3000	2	3	1	4
o. 695k PO (15)	100	3	4	2	3
o. 790c PO (16)	950	1	1	2	
o. 923g PO (17)	2000	2	3	1	2
o. 922h PO (18)	500	3	3	1	2
o. 967l PO (19)	600	2	3	1	1, 4
o. 56d,f PŁ (20)	2500	2	3	1	
o. 59a PŁ (21)	500	2	1	1	
o. 124i PŁ (22)	2000	2	2	1	1

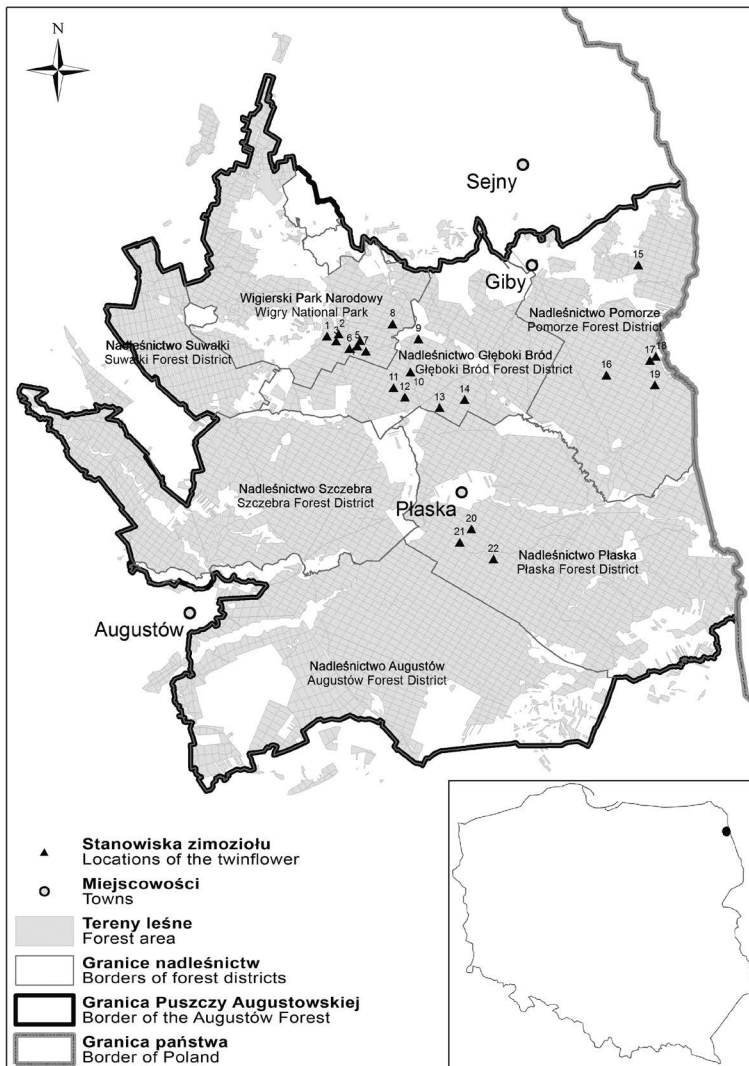
Objaśnienia: PO – Nadleśnictwo Pomorze, GB – Nadleśnictwo Głęboki Bród, PŁ – Nadleśnictwo Płaska, WPN – Wigierski Park Narodowy

Explanations: PO – Pomorze Forest District, GB – Głęboki Bród Forest District, PŁ – Płaska Forest District, WPN – Wigry National Park

Parku Narodowego, jedno w rezerwacie „Łempis”, a pozostałe 13 w lasach użytkowanych gospodarczo. Poszczególne płaty rośliny zajmowały powierzchnię od 100 do ok. 3000 m², średnio 877 m². Najliczniejsze były stanowiska o wielkości od 500 do 1000 m², stwierdzone w 50% znalezionych lokalizacji, a następnie mniejsze niż 500 m², stanowiące 32% stanowisk (ryc. 2). Tylko jeden płat przekraczał powierzchnię 2500 m², zajmując 3000 m².

Rozmieszczenie zimoziołu na terenie badań było nierównomierne. Roślina występowała w północnej i środkowej części kompleksu leśnego, a nie stwierdzono jej w ogóle w częściach zachodniej i południowej. Znalezione zarówno po kilka blisko położonych stanowisk, jak również pojedyncze, izolowane płaty rośliny (ryc. 1). Lokalne skupienia po 2–5 płatów stwierdzono we wschodniej części Wigierskiego Parku Narodowego, w Nadleśnictwie Głęboki Bród oraz we

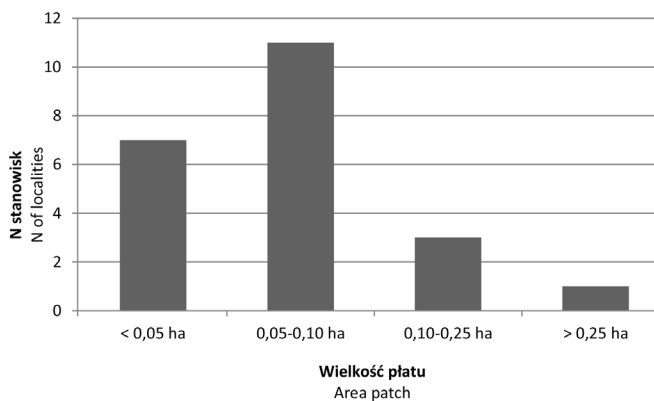
wschodniej części Nadleśnictwa Pomorze. Poszczególne stanowiska były od siebie odległe o 215–6035 m, średnio 1550 m. Przeprowadzone analizy nie wykazały korelacji ($r=-0,07$) między wielkością płata a odległością od najbliższego płata. Parametr ten nie był istotny statystycznie ($t=-0,311$, $p=0,759$, $df=20$). Prawie wszystkie (77%; $N=17$) płaty znajdowały się w lukach lub rozluźnieniach w drzewostanie, w miejscach naświetlonych, jednak zazwyczaj otoczonych zwartym, ocieniającym drzewostanem. Obecność kwiatów stwierdzono w 21 z 22 znalezionych stanowisk. W Puszczy Augustowskiej, w rezerwacie „Łempis”, tylko na jednym stanowisku w najmniejszym płacie rośliny o powierzchni 100 m² i słabym zwarcie, nie obserwowano kwitnienia. Na wszystkich pozostałych podczas kontroli stwierdzono obecność kwiatów, w tym na 4 kwitnienie bardzo obfite (ryc. 3). W największej liczbie płatów (59%, $N=13$) zagęszczenie kwiatów nie



Rycina 1. Rozmieszczenie stanowisk zimoziolu północnego w Puszczy Augustowskiej

Figure 1. Distribution of twinflower localities in the Augustów Forest

Numery na mapie oznaczają stanowiska opisane w Tabeli 1.
Numbers on the map mean localities described in Table 1.



Rycina 2. Rozkład wielkości płatów zimoziolu północnego w Puszczy Augustowskiej

Figure 2. The distribution of the twinflower patch size in the Augustów Forest.

przekraczało 10 pędów/m² (tab. 1, ryc. 4). Nie stwierdzono także związku pomiędzy intensywnością kwitnienia a wielkością platu zimoziolu ($r = -0,017$). Uzyskany wynik nie był istotny statystycznie ($t = -0,07$, $p = 0,93$, $df = 20$). Wartość

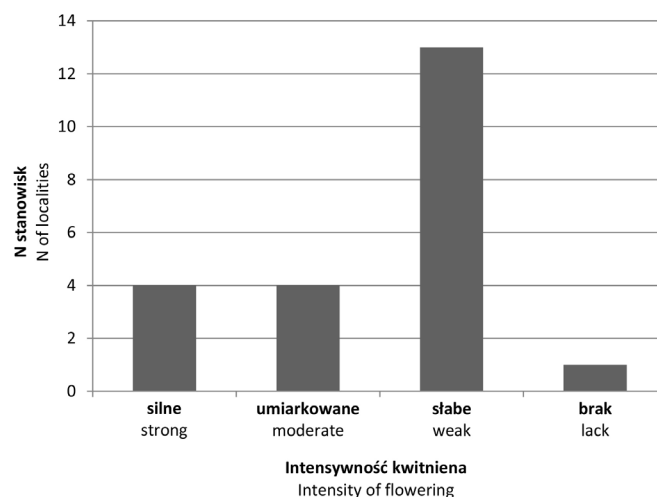
współczynnika Pearsona wykazała słabą ujemną zależność pomiędzy intensywnością kwitnienia a wiekiem drzewostanu ($r = -0,39$), wynik testu t Studenta na poziomie tendencji statystycznej ($t = -1,8955$, $p = 0,073$, $df = 20$). Wskazuje to na wyższą liczbę pędów kwiatowych w drzewostanach młodszych. Niemal we wszystkich stanowiskach (81%; $N = 17$) obserwowano kwitnienie dwukrotne w sezonie: pierwsze, intensywniejsze, miało miejsce w pierwszej połowie czerwca, drugie, z pojedynczymi kwiatami, w sierpniu. Powszechność kwitnienia nie przekładała się na efektywność rozmnażania generatywnego. Obecność owoców, zaledwie po kilka w płacie, stwierdzono na 15 stanowiskach (71% kwitnących; tab.1, ryc. 5). Na wszystkich zinwentaryzowanych stanowiskach na obrzeżach widoczne były liczne pojedyncze pędy poza głównym obszarem występowania rośliny, świadczące o zachodzących procesach rozmnażania wegetatywnego.

Zimoziół północny w Puszczy Augustowskiej występował w drzewostanach sosnowo-świerkowych w wieku od 34 do 166 lat (tab. 2). Gatunek nie wykazywał wyraźnych preferencji względem wieku drzewostanów, przy czym nie występował w drzewostanach poniżej 30 lat. Największe stanowisko



Rycina 3. Kwitnący zimozioł w oddziale 395 f Nadleśnictwa Głębokki Bród. Fot. Grzegorz Zawadzki

Figure 3. Flowering twinflower in the compartment 395 f Głębokki Bród Forest District. Fot. Grzegorz Zawadzki



Rycina 4. Rozkład intensywności kwitnienia zimoziołu północnego w Puszczy Augustowskiej

Figure 4. The distribution of the intensity of flowering of twinflower in the Augustów Forest.



Rycina 5. Owoce zimoziołu północnego. Fot. Grzegorz Zawadzki

Figure 5. Fruits of the twinflower. Fot. Grzegorz Zawadzki

(3000 m²) znajdowało się w jednym z najstarszych drzewostanów, nie stwierdzono jednak zależności pomiędzy powierzchnią zajmowaną przez roślinę, a wiekiem drzewostanu ($r=-0,02$). Wynik ten nie był istotny statystycznie ($t=-0,060$, $df=20$, $p=0,952$). Zwarcie koron w drzewostanach wokół stanowisk zimoziołu wahało się od pełnego (18%; $N=4$) do luźnego (9%; $N=2$) i przerywanego (5%; $N=1$). Wokół największej liczby stanowisk zwarcie było umiarkowane (68%; $N=15$; tab. 2).

Zimozioł północny występował w puszczy w dwóch zespołach roślinnych. Dziewięć stanowisk znajdowało się w zespole *Peucedano-Pinetum* (kontynentalny bór sosnowy świeży), 13 w zespole *Serratulo-Pinetum* (subborealny bór mieszany) (tab. 2). W stanowiskach zimoziołu lub w ich bezpośrednim otoczeniu w Puszczy Augustowskiej jako gatunki towarzyszące najczęściej rosły: borówka czernica *Vaccinium myrtillus*, borówka brusznica *Vaccinium vitis-idaea*, szczawik zajęczy *Oxalis acetosella*, siódmaczek leśny *Trientalis europaea*, konwalia majowa *Convallaria majalis*, trzcinnik leśny *Calamagrostis arundinacea*, malina kamionka *Rubus saxatilis*, kosmatka owłosiona *Luzula pilosa*, oraz mchy: piórosz pierzasty *Ptilium crista-castrisensis*, rakiemnik pospolity *Pleurozium schreberi*, widłoząb miotłasty *Dicranum scoparium* oraz gajnik lśniący *Hylocomium splendens*. Tylko na trzech stanowiskach stwierdzono wrzos *Calluna vulgaris*, a na dwóch pszeniec zwyczajny *Melampyrum pratense*. Płatom zimoziołu często towarzyszyły inne rośliny podlegające ochronie gatunkowej. Na jedenastu stanowiskach z zimoziołem nielicznie współwystępowała tajeża jednostronna *Goodyera repens*, na pojedynczych: pomocnik baldaszkowy *Chimaphila umbellata*, arnika górską *Arnica montana* oraz widłak jałowcowaty *Lycopodium annotinum*. Nie stwierdzono obecności gatunków obcych.

Obecność zagrożeń stwierdzono na 13 stanowiskach (tab. 1), przy czym w większości przypadków nie były to silnie zagrożenia. Poważnie narażone są dwa stanowiska: znajdujące się w oddz. 263d GB (nr 11) na skutek ekspansji trzcinnika leśnego oraz w rezerwacie „Lempis” (nr 15), na skutek silnego ocienienia przez świerki. Jedno stanowisko jest potencjalnie zagrożone w efekcie zadarniania runa w następstwie silnego prześwietlenia po wykonaniu w sąsiedztwie zrębu. Za niekorzystną dla zimoziołu uznano obecność na kilku płatach ekspansyjnych, zacieniających gatunków roślin: trzcinnika leśnego, orlicy pospolitej *Pteridium aquilinum*, maliny *Rubus idaeus* oraz podszytu kruszyny pospolitej *Frangula alnus* i leszczyny pospolitej *Corylus avellana*, przy czym silnie zagrożone z tego powodu było tylko jedno stanowisko. Nie stwierdzono zagrożenia z powodu ekspansji gatunków inwazyjnych, natomiast potencjalne zagrożenie stanowi także użytkowanie rębne drzewostanu (tab. 1).

5. Dyskusja

Zimozioł północny w Polsce występuje przeważnie na niewielkich powierzchniach o silnej izolacji przestrzennej

Tabela 2. Charakterystyka środowiska płatów zimoziołu północnego w Puszczy Augustowskiej

Table 2. The characteristic of twinflower habitat in the Augustów Forest

Lokalizacja Locality	Skład gatunkowy drzewostanu / Species composition of stands so – sosna / pine, św – świerk / spruce, wiek drzewostanu (lata) / stand age (years),	Zwarcie koron / Density of tree layer 1 pełne / complete, 2 umiarkowane / moderate, 3 luźne / loose	Skład gatunkowy, udział podszytu (%) / Species com- position of shrub layer, covering (%)	Gatunki runa w obrębie płatu Species of soil cover within patch	Zespół roślinny Plant community
o.242b WPN (1)	9 so 1św (68)	2		<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Trientalis europaea</i> , <i>Luzula pilosa</i> , <i>Pleurosium schreberi</i>	<i>Peucedano-Pinetum</i>
o.253d WPN (2)	8 so, 2 św (63)	2	<i>Picea abies</i> , 10%	<i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Convallaria majalis</i> , <i>Peucedanum oreoselinum</i> , <i>Trientalis europaea</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Sorbus aucuparium</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Pleurosium schreberi</i>	<i>Serratulo-pinetum</i>
o. 277b WPN (3)	10 so (56)	2		<i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Rubus idaeus</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Convallaria majalis</i> , <i>Peucedanum oreoselinum</i> , <i>Trientalis europaea</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Sorbus aucuparium</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Veronica officinalis</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Mycelis muralis</i> , <i>Moehringia trinervia</i> , <i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Pleurosium schreberi</i> , <i>Ptilium crista-castrensis</i> , <i>Climacium dendroides</i>	<i>Serratulo-pinetum</i>
o.310a WPN (4)	10so (81)	2		<i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Convallaria majalis</i> , <i>Pleurosium schreberi</i> , <i>Climacium dendroides</i>	<i>Serratulo-pinetum</i>
o.311d WPN (5)	5so 5św (166)	1		<i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Pleurosium schreberi</i> , <i>Climacium dendroides</i>	<i>Serratulo-pinetum</i>
o.295c WPN (6)	4so 6św (166)	2		<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Rubus idaeus</i> , <i>Trientalis europaea</i> , <i>Goodyera repens</i> , <i>Lycopodium annotinum</i> , <i>Pleurosium schreberi</i> , <i>Climacium dendroides</i> , <i>Ptilium crista-castrensis</i>	<i>Serratulo-pinetum</i>
o.330b WPN (7)	10so (39)	2		<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Rubus saxatilis</i> , <i>Pleurosium schreberi</i> , <i>Ptilium crista-castrensis</i>	<i>Serratulo-pinetum</i>
o. 359a WPN (8)	8so 2św (61)	2		<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Rubus idaeus</i> , <i>Mycelis muralis</i> , <i>Goodyera repens</i> , <i>Pleurosium schreberi</i>	<i>Serratulo-pinetum</i>

Lokalizacja Locality	Skład gatunkowy drzewostanu / Species composition of stands so – sosna / pine, św – świerk / spruce, wiek drzewostanu (lata) / stand age (years),	Zwarcie koron / Density of tree layer 1 pełne / complete, 2 umiarkowane / moderate, 3 luźne / loose	Skład gatunkowy, udział podszytu (%) / Species composition of shrub layer, covering (%)	Gatunki runa w obrębie platu Species of soil cover within patch	Zespół roślinny Plant community
o.253a GB (9)	10so (104)	2		<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Trientalis europaeus</i> , <i>Lusula pilosa</i> , <i>Ptilium crista-castrensis</i> , <i>Pleurosium schreberi</i>	<i>Serratulo-pinetum</i>
o.281d GB (10)	10so (37)	2		<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Trientalis europaeus</i> , <i>Goodyera repens</i> , <i>Goodyera repens</i>	<i>Serratulo-pinetum</i>
o.263d GB (11)	8so 2św (121)	2	<i>Picea abies</i> , 10%	<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Mycelis muralis</i> , <i>Viola silvestris</i> , <i>Pteridium aquilinum</i> , <i>Ptilium crista-castrensis</i> , <i>Pleurosium schreberi</i> , <i>Climacium dendroides</i>	<i>Serratulo-pinetum</i>
o. 306c GB (12)	10so (126)	3		<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Melampyrum pratense</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Viola silvestris</i> , <i>Goodyera repens</i> , <i>Ptilium crista-castrensis</i> , <i>Pleurosium schreberi</i>	<i>Peucedano-pinetum</i>
o.395f GB (13)	9 so 1św (37)	1		<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Ptilium crista-castrensis</i> , <i>Pleurosium schreberi</i> , <i>Climacium dendroides</i>	<i>Peucedano-pinetum</i>
o. 431c GB (14)	9 so 1św (121)	2	<i>Picea abies</i> , 20%	<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Goodyera repens</i> , <i>Ptilium crista-castrensis</i> , <i>Pleurosium schreberi</i> , <i>Hylocomium splendens</i>	<i>Peucedano-pinetum</i>
o. 695k PO (15)	6 św 4 so (79)	1	<i>Picea abies</i> , 30%	<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Goodyera repens</i> , <i>Ptilium crista-castrensis</i> , <i>Pleurosium schreberi</i> , <i>Climacium dendroides</i>	<i>Peucedano-pinetum</i>
o. 790c PO (16)	10 so (59)	2		<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Calluna vulgaris</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Veronica officinalis</i> , <i>Melampyrum pratense</i> , <i>Lusula pilosa</i> , <i>Convallaria majalis</i> , <i>Chimaphila umbellata</i> , <i>Goodyera repens</i> , <i>Ptilium crista-castrensis</i> , <i>Pleurosium schreberi</i> , <i>Climacium dendroides</i>	<i>Peucedano-pinetum</i>

Lokalizacja Locality	Skład gatunkowy drzewostanu / Species composition of stands so – sosna / pine, św – świerk / spruce, wiek drzewostanu (lata) / stand age (years),	Zwarcie koron / Density of tree layer 1 pełne / complete, 2 umiarkowane / moderate, 3 luźne / loose	Skład gatunkowy, udział podszytu (%) / Species com- position of shrub layer, covering (%)	Gatunki runa w obrębie platu Species of soil cover within patch	Zespół roślinny Plant community
o.923g PO (17)	7 so 3 św (89)	2	<i>Picea abies</i> , <i>Frangula alnus</i> , <i>Corylus avellana</i> , 30%	<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Rubus idaeus</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Lusula pilosa</i> , <i>Goodyera repens</i> , <i>Ptilium crista-castrensis</i> , <i>Pleurosium schreberi</i> , <i>Climacium dendroides</i> , <i>Hylocomium splendens</i> ,	<i>Serratulo-pinetum</i>
o. 922h PO (18)	6so 4św (109)	2	<i>Frangula alnus</i> , <i>Corylus avellana</i> , 40%	<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Rubus idaeus</i> , <i>Rubus plicatus</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Mycelis muralis</i> , <i>Lusula pilosa</i> , <i>Goodyera repens</i> , <i>Dryopteris filix-mas</i> , <i>Ptilium crista-castrensis</i> , <i>Pleurosium schreberi</i> , <i>Climacium dendroides</i> , <i>Hylocomium splendens</i>	<i>Serratulo-pinetum</i>
o. 967l PO (19)	10 so (129)	3	<i>Juniperus communis</i> , <i>Picea abies</i> , 20%	<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Fragaria vesca</i> , <i>Arnica montana</i> , <i>Lusula pilosa</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Covalaria majalis</i> , <i>Pteridium aquilinum</i> , <i>Ptilium crista-castrensis</i> , <i>Pleurosium schreberi</i> , <i>Climacium dendroides</i> , <i>Hylocomium splendens</i>	<i>Peucedano-pinetum</i>
o. 56d,f PŁ (20)	10 so (42)	2		<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Goodyera repens</i> , <i>Lusula pilosa</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Ptilium crista-castrensis</i> , <i>Pleurosium schreberi</i> , <i>Hylocomium splendens</i>	<i>Peucedano-pinetum</i>
o. 59a PŁ (21)	10 so (34)	1		<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Lusula pilosa</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Ptilium crista-castrensis</i> , <i>Pleurosium schreberi</i> ,	<i>Peucedano-pinetum</i>
o.124i PŁ (22)	9 so 1 św (61)	2	<i>Picea abies</i> , <i>Juniperus communis</i> , 30%	<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>Vaccinium vitis-idaea</i> , <i>Trientalis europaea</i> , <i>Goodyera repens</i> , <i>Lusula pilosa</i> , <i>Calamagrostis arundinacea</i> , <i>Pteridium aquilinum</i> , <i>Ptilium crista-castrensis</i> , <i>Pleurosium schreberi</i> , <i>Hylocomium splendens</i>	<i>Serratulo-pinetum</i>

i genetycznej (Piękoś-Mirkowa, Mirek 2003). Ze względu na położenie geograficzne, kontynentalny klimat oraz borealny charakter zbiorowisk leśnych Puszcza Augustowska, zgodnie z oczekiwaniami autorów, okazała się obszarem liczego występowania tej borealnej krzewinki. Oprócz zimnoziółu, obecne są tutaj inne borealne gatunki flory, m.in.

tajeża jednostronna, wielosił błękitny *Polemonium coeruleum*, czy wierzbę lapońską *Salix lapponum* (Sokołowski 2010), a także fauny: zając bielak *Lepus timidus* (Zbyryt et al. 2013), oraz głuszec *Tetrao urogallus*, jarząbek *Tetrastes bonasia*, orzechówka *Nucifraga caryocatactes* czy drożdżak *Turdus iliacus* (Zawadzka et al. 2011). Sokołowski (2010)

podawał informację o 7 stanowiskach zimoziołu północnego w Puszczy Augustowskiej, jednak nie wymienił żadnych lokalizacji. Prawdopodobnie obserwował inne okazy, niż opisane w niniejszej pracy. Jedno stanowisko stwierdzone było kilka lat temu w Nadleśnictwie Szczebra, na południu puszczy (M. Orzechowski, inf. ustna). Można oczekiwać, że faktyczna liczba stanowisk zimoziołu północnego w Puszczy Augustowskiej jest wyższa od wykazanej w niniejszej pracy. Wskazuje na to nierównomierne rozlokowanie znanych stanowisk w skali kompleksu leśnego oraz ich rozmieszczenie skupiskowe. Na uzyskane dane o lokalizacji zimoziołu północnego w Puszczy Augustowskiej mogły mieć wpływ nieco silniejszy stopień penetracji północnej części Puszczy oraz występowanie mniejszych powierzchni odpowiednich dla tego gatunku siedlisk borowych w części południowej, gdzie duże obszary pokrywają lasy liściaste, olsy i bory bagienne, a także panuje nieco łagodniejszy klimat. Gatunek ten jest trudno wykrywalny ze względu na niewielkie rozmiary i płożącą formę wzrostu, ponadto słabo rozpoznawany przez pracowników Służby Leśnej. Biorąc pod uwagę publikowane dane krajowe, w Puszczy Augustowskiej zimozioł występuje na największej liczbie stanowisk. Znajduje się tu blisko 10% krajowej populacji tego gatunku, znanej z ponad 200 stanowisk (Zajac, Zajac 2001; Piękoś-Mirkowa, Mirek 2003).

Obserwowane populacje zimoziołu w Puszczy Augustowskiej wykazywały dobrą kondycję oraz żywotność. Większość z nich zajmowała duże powierzchnie, o silnym lub umiarkowanym zwarciu. Dominowały okazy o rozległości 500–1000 m², podczas gdy w Polsce wielkość płatów zajmowanych przez ten gatunek najczęściej nie przekracza 100 m² (Wójcik 2010; Jakubowska-Gabara, Kurowski 2012; Wróblewska 2013). Pojedyncze większe stanowiska, zajmujące od 100 do 3000 m², znane są z Borów Tucholskich (Grzywacz, Pietrzak 2012), Lasów Napiwodzko-Ramuckich (Środa, Dąbrowski 1999) oraz z Mierzei Wiślanej (Endler et al. 2008), a także z Polski Środkowej (Jakubowska-Gabara, Kurowski 2012). W Puszczy Augustowskiej niemal we wszystkich stanowiskach licznie pojawiały się pędy kwiatowe, a w większości także nieliczne, pojedyncze owoce, co w warunkach tej części Europy jest rzadkością (Ciosek et al. 2015). Z kraju brak publikowanych danych o odległościach pomiędzy sąsiednimi stanowiskami w obrębie kompleksu leśnego. W Abernethy Forest w Szkocji poszczególne płaty gatunku były odległe od siebie o 0,25–3 km, w Balmoral Estate odległości wynosiły od 30 m do 1 km (Scobie, Wilcock 2009). Za zbliżone do pierwszej lokalizacji można uznać odległości stwierdzone w Puszczy Augustowskiej. Takie położenie stanowisk względem siebie umożliwiłoby zapylanie roślin przez owady i rozmnażanie generatywne, sprzyjające zachowaniu wysokiej różnorodności genetycznej gatunku. Wskazane byłoby zweryfikowanie występowania rozmnażania generatywnego w badaniach genetycznych.

W Polsce jako główne zagrożenia zimoziołu północnego podawane są zmiany siedliskowe (wzrost żyzności siedlisk

leśnych i zmiana składu szaty roślinnej) oraz sukcesja (Jakubowska-Gabara, Kurowski 2012; Wolańska-Kamińska et al. 2014; Ciosek et al. 2015). Jednym z najważniejszych czynników jest dostępność światła. Według Zaręby (1986) zimozioł jest rośliną silnie światłozadną. Większość badaczy uważa, że korzystne dla tego gatunku jest umiarkowane nasłonecznienie, jednak zbyt silne, pełne naświetlenie, jak również silne zacienienie, wpływa na niego negatywnie (Lorens 1993; Wolańska-Kamińska et al. 2014; Ciosek et al. 2015). Na zacienionych stanowiskach zimozioł pozytywnie reaguje na wzrost dostępności światła w niewielkiej skali (Niva et al. 2006). Potencjalne zagrożenie stanowi użytkowanie lasu, prowadzące do zniszczenia siedliska na skutek zwiększenia nasłonecznienia oraz możliwość uszkodzenia mechanicznego podczas ścinki i zrywki drzew (Piękoś-Mirkowa, Mirek 2003; Puchałka et al. 2015). W środkowej Polsce stanowiska zimoziołu zanikały na skutek zmian składu florystycznego oraz struktury fitocenoz, zachodzących w wyniku procesów regeneracji zniekształconych wcześniej zbiorowisk, a także ekspansji gatunków inwazyjnych (Wolańska-Kamińska et al. 2014). Obserwowano ustępowanie gatunku na skutek zbyt małego dostępu światła w efekcie rozwoju bujnej roślinności podszytu (szczególnie kruszyny i leszczyny) oraz runa (Kurowski 2004; Jakubowska-Gabara, Kurowski 2012). Jako roślina wymagająca umiarkowanego ocienienia po rozluźnieniu zwarcia drzewostanu może być ona wypierana przez jeżynę *Rubus sp.*, trzcinnik leśny i inne ekspansywne gatunki runa. W Puszczy Augustowskiej stanowiska zimoziołu zagrożone były w nieznacznym stopniu. Do czynników niekorzystnych należało w pojedynczych przypadkach zbyt silne zacienienie i ekspansja trzcinnika leśnego lub krzewów oraz silne prześwietlenie na skutek wykonania w sąsiedztwie zrębu. Potencjalne zagrożenie stanowi pozyskanie drewna na stanowiskach położonych w lasach gospodarczych, dotyczące ponad połowy znalezionych stanowisk.

Zimozioł północny wymieniany jest w regionalnych czerwonych listach roślin ginących i zagrożonych w woj. kujawsko-pomorskim, lubelskim, łódzkim, małopolskim, opolskim, podlaskim, pomorskim, śląskim, wielkopolskim (Jakubowska-Gabara, Kurowski 2012; Wolańska-Kamińska et al. 2014; Puchałka et al. 2015; Sokołowski, Wołkowyci w druku). Nieliczne miejsca występowania zimoziołu chronione są parkach narodowych oraz w rezerwach. W środkowej Polsce utworzono kilka rezerwatów specjalnie dla ochrony tego gatunku. Siedem stanowisk zimoziołu północnego objęto ochroną w formie powierzchniowych pomników przyrody (Grzywacz, Pietrzak 2012). W ramach ochrony czynnej podejmowano działania mające na celu obniżenie zwarcia drzewostanu dla zwiększenia naświetlenia na naturalnych stanowiskach gatunku, a także metaplantację rośliny w rezerwach „Jawora” oraz „Jaksonek” (Kurowski 2004, 2015; Witosławski 2004; Wolańska-Kamińska et al. 2014). W Puszczy Augustowskiej nie zachodzi potrzeba tworzenia rezerwatów dla ochrony gatunku, ale stan populacji, zwłaszcza w lasach gospodarczych powinien być

monitorowany. Ochrona stanowisk powinna być uwzględniana przy planowanych i realizowanych działaniach gospodarczych (Wójcik 2010). Zimozioł północny figuruje na Polskiej czerwonej liście paprotników i roślin kwiatowych z kategorią VU – narażony (Kaźmierczakowa 2016). Do 2014 r. podlegał w Polsce ścisłej ochronie gatunkowej, jednak od października 2014 r. jest objęty tylko ochroną częściową (Rozporządzenie 2014). Autorzy niniejszej pracy oraz inni badacze gatunku (np. Ciosek et al. 2015) uważają, że powinien podlegać ochronie ścisłej.

6. Wnioski

1. W Puszczy Augustowskiej występuje najliczniejsza w Polsce, witalna populacja zimoziołu północnego, obejmująca co najmniej ok. 10% znanych w kraju stanowisk. Większość płatów nie wymaga podejmowania specjalnych działań ochronnych, a jedynie długookresowego monitoringu.

2. Cenne byłoby przeprowadzenie badań genetycznych zimoziołu północnego w Puszczy Augustowskiej w celu oceny stopnia różnorodności genetycznej populacji oraz skali rozmnażania generatywnego.

3. Na terenie w zarządzie Lasów Państwowych stanowiska zimoziołu powinny podlegać ochronie przed przypadkowym zniszczeniem w trakcie prac gospodarczych, poprzez uwzględnienie ich lokalizacji w programach ochrony przyrody w planach urządzania lasu. W niektórych nadleśnictwach postulat ten jest realizowany.

4. W przypadku stwierdzenia silnego ocienienia stanowisk należy je ostrożnie prześwietlać poprzez umiarkowane, stopniowe przerzedzanie zacieniającej roślinności dolnych warstw lub drzewostanu. Nie należy także dopuszczać do zbyt silnego dostępu światła wskutek rozluźnienia zwarcia drzewostanu. Wskazane byłoby wykonanie inwentaryzacji występowania zimoziołu w całej Puszczy Augustowskiej przez pracowników Służby Leśnej, po przeprowadzeniu szkolenia z rozpoznawania tego gatunku, w celu uzupełnienia wiedzy o jego występowaniu.

Konflikt interesów

Autorzy deklarują brak potencjalnych konfliktów.

Podziękowania

Dziękujemy Witoldowi Boberowi, Krzysztofowi Fiedorowiczowi i dr inż. Michałowi Orzechowskiemu za udostępnienie informacji o lokalizacji stanowisk zimoziołu północnego. Anonimowym Recenzentom składamy podziękowanie za cenne uwagi do pierwszej wersji pracy.

Literatura

- Ciosek M. T., Krechowski J., Sikorski R., Trębicka A., Piórek K. 2015. Zimozioł północny *Linnaea borealis* L. w północnej części Niziny Południowopodlaskiej. *Leśne Prace Badawcze* 76(2): 113–121. DOI 10.1515/ftp-2015-0011.
- Endler Z., Grzybowski M., Duriasz J. 2008. Nowe stanowisko zimoziołu północnego *Linnaea borealis* L. na Mierzei Wiślanej. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą* 64(3): 31–35.
- Grzywacz A., Pietrzak J. 2012. Obiekty przyrody ożywionej ustanowione w Polsce jako powierzchniowe pomniki ochrony przyrody. *Zarządzanie Ochroną Przyrody w Lasach* 6: 300–317.
- Instrukcja Urządzania Lasu 2012. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa. ISBN 978-83-61633-66-2.
- Jakubowska-Gabara J., Kurowski J. K. 2012. *Linnaea borealis* L. zimozioł północny, w: Olaczek R. (red.) Czerwona księga roślin województwa łódzkiego. Ogród Botaniczny w Łodzi. Uniwersytet Łódzki, Łódź, 128–129. ISBN 978-83-920604-4-4.
- Kaźmierczakowa R. (red.) 2016. Polska czerwona lista paprotników i roślin kwiatowych. Instytut Ochrony Przyrody PAN, Kraków. ISBN 978-83-61191-88-9.
- Kondracki J. 1994. Geografia fizyczna Polski. PWN, Warszawa. ISBN 83-01-11422-3.
- Kurowski J. K. 2004. Metaplantacja zimoziołu północnego *Linnaea borealis* L. w rezerwacie Jaksonek w Polsce Środkowej. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą* 60(4): 5–16.
- Kurowski J. K. 2015. Ekologia i ochrona roślinności leśnej. Ekograf Adam Świć, Łódź. ISBN 978-83-61354-37-6.
- Lorens B. 1993. Nowe stanowisko zimoziołu północnego *Linnaea borealis* L. w Roztoczańskim Parku Narodowym. *Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody* 12(1): 49–54.
- Matuszkiewicz J.M. 1993. Krajobrazy roślinne i regiony geobotaniczne Polski. *Prace Geograficzne IGiPZ PAN* 158: 1–107.
- Matuszkiewicz J. M. 2002. Zespoły leśne Polski. PWN, Warszawa. ISBN 83-01-13401-1.
- Matuszkiewicz W., Sikorski P., Szwed W., Wierzba M. (red.) 2012. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski, PWN, Warszawa. ISBN 978-83-01-17064-6.
- Niva M., Svensson K., Karlsson P. 2006. Effects of light and water availability on shoot dynamics of the stoloniferous plant *Linnaea borealis*. *Ecoscience* 13(3): 318–323. DOI 10.2980/i1195-6860-13-3-318.1.
- Piękoś-Mirkowa H., Mirek Z. 2003. Atlas roślin chronionych. Multico, Warszawa. ISBN 83-7073-256-9.
- Puchałka R., Czarnowska J., Czarnowski G., Rutkowski L. 2015. Nowe stanowisko zimoziołu północnego *Linnaea borealis* (Caprifoliaceae) koło Torunia. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą* 71(2): 157–160.
- Rozporządzenie 2014. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 października 2014 r. w sprawie ochrony gatunkowej roślin (Dz.U. 2014 poz. 1409).
- Scobie A. R., Wilcock C.C. 2009. Limited mate availability decreases reproductive success of fragmented populations of *Linnaea borealis*, a rare, clonal self-incompatible plant. *Annals of Botany* 103: 835–846. DOI 10.1093/aob/mcp007
- Sokołowski A.W. 2010. Puszcza Augustowska. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa. ISBN 978-83-61633-03-7.
- Sokołowski A.W., Wołkowycki D. w druku. Czerwona lista roślin naczyniowych województwa podlaskiego.
- Środa M., Dąbrowski S. 1999. Stanowiska zimoziołu północnego *Linnaea borealis* w Puszczy Nidzickiej. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą* 55(3): 108–111.
- Witkowska-Żuk L. 2013. Rośliny leśne. Multico, Warszawa, ISBN 978-83-7073-359-9.

- Witosławski P. 2004. Stanowisko zastępcze zimoziółu północnego *Linnaea borealis* w rezerwacie Jawora. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą* 60(2): 95–107.
- Wolańska-Kamińska A., Zając I., Ratajczyk N. 2014. Efekty ochrony rzadkich gatunków roślin na przykładzie zimoziółu północnego *Linnaea borealis* w rezerwacie Górki. *Sylwan* 158(7): 531–538.
- Wróblewska A. 2013. The phylogeographical and population genetic approach to the investigation of the genetic diversity patterns in self-incompatible clonal and polyploid *Linnaea borealis* subs. *borealis*. *Botanical Journal of the Linnean Society* 173: 64–76.
- Wójcik M. K. 2010. Nowe stanowiska rzadkich i chronionych gatunków roślin pod Świebodzinem w województwie lubuskim i propozycje ochrony. *Przegląd Przyrodniczy* 21(3): 15–19.
- Zając A., Zając M. (red.) 2001. Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce. Nakładem Pracowni Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego i Fundacji dla Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków. ISBN: 83-915161-1-3.
- Zaręba R. 1986. Lokalne migracje zimoziółu północnego *Linnaea borealis* L. w nadleśnictwie Rogów i jego ochrona w lasach gospodarczych i rezerwacie „Górki”. *Acta Universitas Lodziensis, Folia Sozologica* 3: 193–197.
- Zawadzka D., Zawadzki J., Zawadzki G., Zawadzki S. 2011. Wyniki inwentaryzacji ornitologicznej na terenie OSO PLB 200002 Puszcza Augustowska w 2010 r. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej* 27: 89–104.
- Zbyryt A., Zawadzka D., Zawadzki G. 2014. Występowanie zająca bielaka *Lepus timidus* w Polsce. *Chrońmy Przyrodę Ojczystą* 70(3): 228–241.
- Zielony R., Kliczkowska A. 2012. Regionalizacja przyrodniczo-leśna Polski 2010. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa. ISBN 978-83-61633-62-4.

Wkład autorów

D. Z., G. Z. – koncepcja i przygotowanie artykułu, przegląd literatury, prace terenowe, materiały graficzne, J. B., D. P., J. B. B., A.M. – prace terenowe.