

CHARAKTERYSTYKA MORFOLOGICZNO-ROZWOJOWA PEŁNIKA EUROPEJSKIEGO *TROLLIUS EUROPAEUS* L.

The morphological and developmental characteristics of the globe flower *Trollius europaeus* L.

Małgorzata TARANT

Ogród Botaniczny Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu, ul. Dąbrowskiego 165, 60-594 Poznań

WSTĘP

Ogród Botaniczny UAM w Poznaniu, włączając się do programu czynnej ochrony roślin, rozpoczął w 1985 roku tworzenie kolekcji gatunków rzadkich i ginących (Łukasiewicz, Wójtowicz 1989). W oparciu o zgromadzony tu materiał roślinny prowadzone są badania nad biologią rozwoju oraz morfologią nadziemnych i podziemnych organów roślin zagrożonych. Niniejsza praca stanowi kontynuację tego kierunku. Jej celem jest przedstawienie właściwości morfologicznych i wyróżnienie stanów wiekowych w ontogenezie pełnika europejskiego *Trollius europaeus* L., co w przypadku wieloletnich roślin zielnych jest warunkiem dalszych badań populacyjnych i prawidłowego prognozowania rozwoju populacji na stanowiskach naturalnych (Falińska 1984). Przedstawiono także rytmikę rozwojową nadziemnych części roślin na tle przebiegu czynników klimatycznych w latach obserwacji.

Badany takson należy do roślin objętych w Polsce ochroną ścisłą (Rozporządzenie Ministra Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego z dnia 30 kwietnia 1983 r., Dz. U. Nr 27 poz. 134). Ze względu na walory dekoracyjne narażony jest na bezpośrednie niszczenie przez zrywanie kwiatów lub wykopywanie całych osobników. Pośrednią przyczyną zanikania jego stanowisk jest zmniejszanie powierzchni i ubożenie składu florystycznego półnatural-

nych, wilgotnych zbiorowisk łąkowych. Pełnik europejski jest gatunkiem charakterystycznym podmokłych łąk rzędu *Molinitalia* (Matuszkiewicz 1982). Wskutek nadmiernej ich eksploatacji i prowadzenia zabiegów technicznych (szczególnie osuszania) *Trollius europaeus* staje się na niżu rośliną coraz rzadszą (Denisiuk 1965). W skali regionu Wielkopolski i Pomorza Zachodniego został zaliczony do kategorii gatunków zagrożonych (Żukowski, Jackowiak 1995). Roślina ta zasługuje więc na podjęcie badań, które mogą stanowić podstawę zarówno oceny zasobów i zagrożeń w warunkach *in situ*, jak i możliwości uprawy i mnożenia *ex situ*.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań nad biologią rozwoju *Trollius europaeus* stanowiły osobniki uprawiane w dziale roślin rzadkich i ginących Ogródu Botanicznego UAM, a także osobniki (w stadium subsenilnym) rosnące na stanowisku naturalnym w pobliżu uniwersyteckiego osiedla Różany Potok w Morasku (północna część Poznania). Kwaterna, przygotowana specjalnie dla gatunków wilgociolubnych, położona jest w północno-wschodniej części Ogródu, wzdłuż byłego strumyka Seganki. Pierwotna gleba murszowa została tu wzbogacona mieszaniną torfu wysokiego i kory drzew iglastych. Od strony południowej teren ten sąsiaduje z pasem wysokich drzew (Łukasiewicz, Wójtowicz 1989). Rosnące tu okazy pełnika zostały

sprowadzone w 1991 roku ze stanowiska naturalnego w Morasku. Były to osobniki generatywne, które w warunkach uprawy corocznie kwitną i owocują.

W latach 1992-96 przeprowadzono badania właściwości morfologiczno-rozwojowych osobników dorosłych oraz, w oparciu o znakowane rośliny pochodzące z samosiewu, sporządzono opisy wczesnych stadiów rozwojowych od siewek po wegetatywne osobniki wirginilne. Poszczególne kategorie wiekowe wyróżniono przyjmując kryteria za Smirnową i in. (1976) oraz Falińską i Żyromską-Rudzką (1986). Materiał do analizy pobierano w okresie wiosennym i jesiennym. W celu przeanalizowania struktury i rozwoju organów podziemnych wykopywano pojedyncze osobniki lub całe kępy a następnie za pomocą wymywania oddzielano frakcje mineralne i organiczne od korzeni badanej rośliny (Jankowska-Błaszczuk 1995, Kukielska 1974). Opisy i dokumentację graficzną sporządzono stosując terminologię zgodną z pracami Falińskiej (1981, 1984, 1990), Łukasiewicza (1962) i Smirnowej i in. (1976).

Badania rytmiki rozwojowej *Trollius europaeus* przeprowadzono w Ogrodzie Botanicznym w Poznaniu w latach 1958-59 (Wiśniewska 1960), 1980-81 (Wasilewska 1982) oraz w 1996 (obserwacje własne). Obserwowane osobniki zostały sprowadzone w latach 50 z okolic Promna i posadzone na kwaterze roślin chronionych, na stanowisku dobrze nasłonecznionym. Dodatkowo w 1996 roku prowadzono porównawcze obserwacje fenologiczne roślin populacji z Moraska, rosnących w miejscu ocienionym od strony południowej, na kwaterze północnej działu roślin rzadkich i ginących. Obserwacje fenologiczne prowadzone były zgodnie z metodą opisaną w pracy Łukasiewicza (1984). Wyniki przedstawiono za pomocą spektrów fenologicznych wykreślonych zmodyfikowaną metodą Szennikova (Łukasiewicz 1984) na tle przebiegu pór fenologicznych (Górska 1969, Górska-Zajączkowska - msc.) i układu czynników klimatycznych (dane uzyskane w IMiGW, Poznań-Ławica).

WYNIKI

Właściwości morfologiczne i ontogeneza.

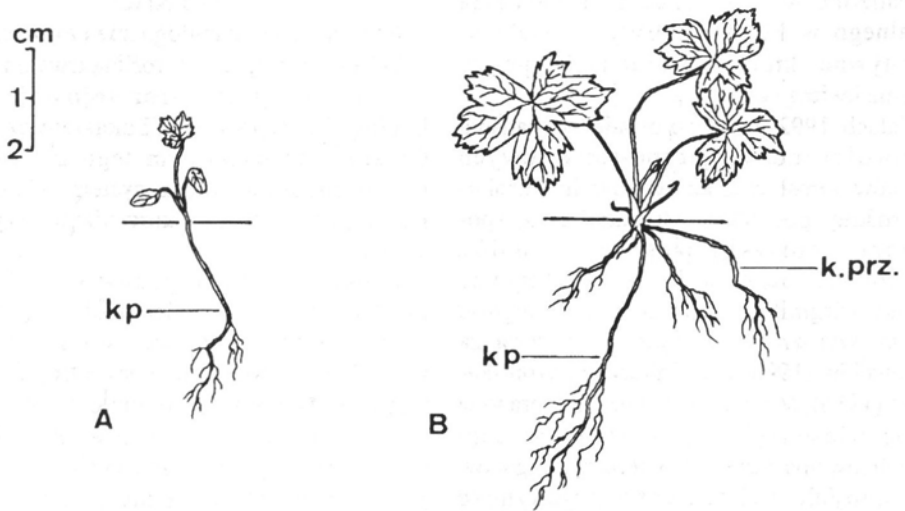
Pełnik europejski jest rośliną trwałą należącą do morfologiczno-rozwojowej grupy kaulofitów typowych (Łukasiewicz 1962). Organem przetrwalnym tego gatunku jest ryzom budowany przez system wieloletnich nasad pędów wraz z korzeniami przybyszowymi.

Części nasadowe pędów o skróconych międzywęzłach, grubości około 1 cm, rosną w przypowierzchniowej warstwie gleby, najczęściej w kierunku apogeotropowym lub ukośnie apogeotropowym. W przypadku dużego zagęszczenia pędów możliwe jest wytwarzanie plagiotropowych lub ortotropowych rozgałęzień ryzomu o międzywęzłach wydłużonych (por. ryc. 3). Długość życia rocznych przyrostów organów trwałych określono na około 4-5 lat. System korzeniowy dorosłego osobnika złożony jest z licznych ciemnobrązowych korzeni przybyszowych z rozgałęzieniami I i II rzędu, które zwartą masą przerastają glebę do głębokości około 25 cm. Rosną one zasadniczo ukośnie geotropowo i osiagają do 40 cm długości.

Na podstawie analizy morfologiczno-rozwojowej dojrzałych osobników stwierdzono, że pełnik europejski wytwarza di- lub tricykliczne nadziemne pędy monokarpiczne. Pąki odnawiające zakładają się corocznie w okresie późnego lata w kątach liści rozet wegetatywnych lub, rzadziej, u nasady pędu w fazie generatywnej. Na wiosnę z pąków tych rozwijają się rozety liściowe z własnym systemem korzeni przybyszowych. W drugim roku rozwoju najsilniejsze z nich wytwarzają z pąków wierzchołkowych ortotropowe pędy generatywne, słabsze zaś pozostają w fazie wegetatywnej 2-3 lata.

Analiza morfologiczna osobników różnowiekowych pozwoliła wyodrębnić w ontogenezie *Trollius europaeus*, zróżnicowane pod względem struktury organów podziemnych i stopnia rozwoju części nadziemnych, stadia wiekowe, które zostały opisane poniżej.

Siewka (ryc. 1). Kielkowanie nasion pełnika ma charakter epigeiczny. Siewki pojawiają się w okresie wiosennym. W warunkach Ogrodu miało to miejsce od końca kwietnia do połowy



Ryc. 1 Wczesne stadia rozwojowe *Trollius europaeus* A - siewka, B - osobnik juwenilny: kp - korzeń pierwotny, k. prz. - korzeń przybyszowy.

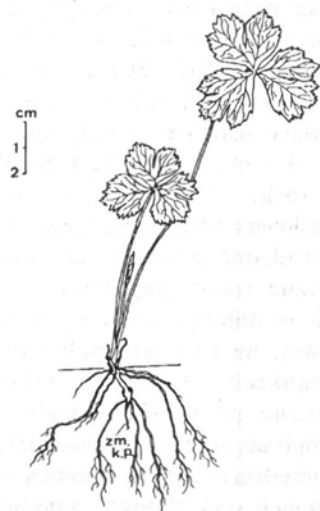
Fig. 1 Seedling (A) and juvenile individual (B) of *Trollius europaeus*: kp - primary root, k. prz. - adventitious root.

czerwca. Początkowo nad powierzchnią ziemi wyrastają liścienie o owalnych blaszkach długości 5-6 mm. Z radykuli rozwija się rosnący geotropowo system korzenia pierwotnego z rozgałęzieniami I i II rzędu. Rozwój pierwszego liścia następuje po kilku dniach od wykiełkowania. Stadium to trwa do momentu zamierania liścieni, co obserwowano u 2-3-tygodniowych osobników z 1-2 rozwiniętymi liśćmi.

Stadium juwenilne (ryc. 1) charakteryzuje się obecnością rozety trzy- do pięcioklapowych liści młodocianych o blaszkach średnicy 1,5-3 cm. Z nasady skróconego pędu, oprócz jasno zabarwionego korzenia pierwotnego, wyrastają ukośnie geotropowo nieco grubsze, brązowe korzenie przybyszowe.

Stadium wirginilne (ryc. 2). Osobniki w tym stadium wyróżniają się brakiem korzenia pierwotnego. Ich system korzeniowy składa się wyłącznie z korzeni przybyszowych wyrastających z nierozgałęzionej podziemnej nasady pędu. Z jej pąka szczytowego rozwija się rozeta liści, które kształtem i rozmiarami zbliżone są do liści roślin dojrzałych (szczególnie u osobników starszych). W

uprawie obserwowano 2 i 3-letnie okazy wirginilne.



Ryc. 2 Dwuletni osobnik wirginilny w okresie wczesnowiosennym: zm. k. p. - zamarły korzeń pierwotny.

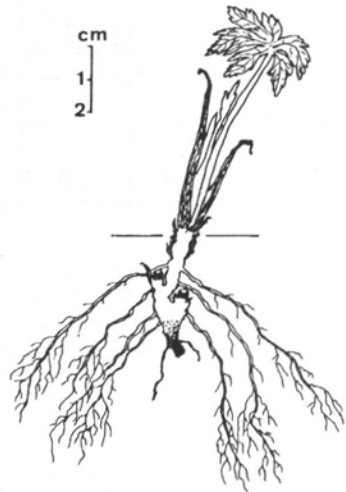
Fig. 2 Two-year-old virginile individual (plant's state in early spring): zm. k. p. - decayed primary root.



Ryc. 3 Pięcioletni osobnik generatywny z oznakami zamierania najstarszej części podziemnej nasady pędu (stan w okresie jesiennym).

Fig. 3 Five-year-old generative individual with marks of decay process of rhizome (plant's state in autumn).

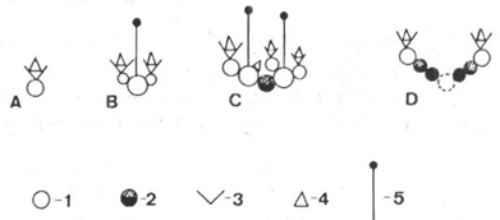
Stadium generatywne rozpoczyna się z chwilą wytworzenia po raz pierwszy pędu kwiatowego. Obserwowane w Ogrodzie osobniki zakwitwały w trzecim lub czwartym roku swego rozwoju. Pojedynczy pęd generatywny rozwija się z wierzchołkowego pąka rozety (por. ryc. 5b). Zazwyczaj równocześnie z formowaniem pędu generatywnego, u jego nasady, powstają wegetatywne pędy boczne, które rozwijają się z pąków odnawiających założonych jesienią w sezonie poprzedzającym kwitnienie. Ich nasady, o skróconych międzywęźlach, stanowią rozgałęzienia ryzomu. Dalsze pregeneratywne krzewienie nasad pędowych prowadzi do formowania kępy. Najintensywniejszy jej wzrost występuje w strefie zewnętrznej, gdzie zakładają się liczne pąki odnawiające. Natomiast w części centralnej, w miarę starzenia się osobnika, postępuje proces końcowego zamierania najstarszych przyrostów. Pierwsze oznaki zamierania najstarszej części trwałego podziemnego pędu macierzystego obserwowano u osobników 4-5-letnich (por.



Ryc. 4 Wegeta w stadium subsenilnym (stan w okresie wczesnowiosennym).

Fig. 4 Subsenile veget (plant's state in early spring).

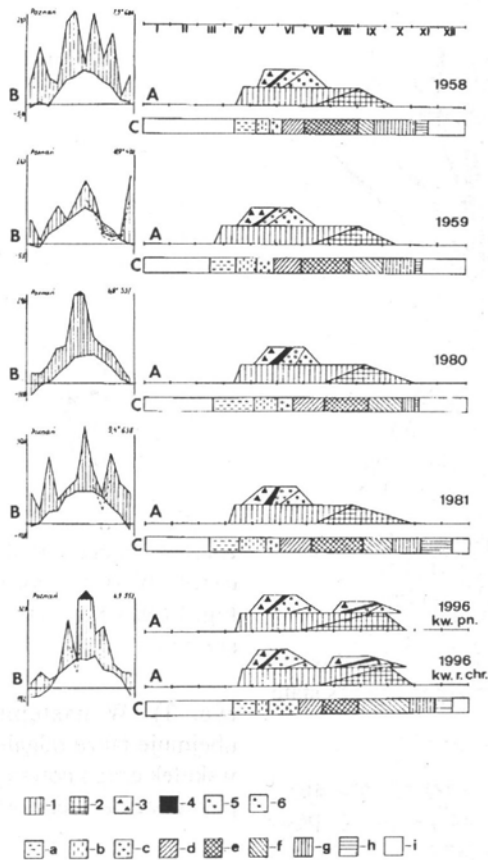
ryc. 3). W następnych latach proces ten obejmuje także odgałęzienia kolejnych rzędów, wskutek czego powstają samodzielne fragmenty pochodzenia wegetatywnego (wegety - sensu



Ryc. 5 Model rozwoju osobniczego. A - osobnik wirginilny, B - rozgałęziony osobnik generatywny, C - klon weget w stadium generatywnym, D - klon weget subsenilnych: 1 - podziemna nasada pędu, 2 - zamarta część ryzomu, 3 - rozeta wegetatywna, 4 - pąk odnawiający, 5 - pęd generatywny.

Fig. 5 Model of individual development. A - virginile individual, B - branched generative individual, C - clone of vegets in generative state, D - clone of sub-senile vegets:

1 - underground base of stem, 2 - decayed part of rhizome, 3 - vegetative rosette, 4 - regenerative bud, 5 - flowering stem.



Ryc. 6 Spektra fenologiczne dla pełnika europejskiego (A) na tle układu czynników klimatycznych (B) i przebiegu pór fenologicznych (C):

1 - faza rozwoju wegetatywnego, 2 - faza zasychania liści, 3 - faza pąków kwiatowych, 4 - faza kwitnienia, 5 - faza owoców niedojrzałych, 6 - faza owoców dojrzałych i rozsiewania nasion, a - przedwiosnie, b - pierwiosnie, c - wiosna, d - wczesne lato, e - lato, f - wczesna jesień, g - jesiń właściwa, h - późna jesień, i - zima.

Fig. 6 Phenological spectra of globe flower (A) in relation to climatic date (B) and phenological seasons (C):

1 - photosynthetic period, 2 - leaf withering, 3 - flower buds, 4 - flowering, 5 - unripe fruits, 6 - ripe fruits and seed dispersal, a - early spring, b - substantial spring, c - late spring, d - early summer, e - summer, f - early autumn, g - substantial autumn, h - late autumn, i - winter.

Falińska 1990). Poszczególne wegety są do siebie silnie zbliżone i mają splecione systemy korzeniowe, co powoduje, że proces dezintegracji można obserwować tylko na podstawie analizy organów podziemnych.

W sprzyjających warunkach kępa pełnika może pozostawać w fazie generatywnej przez wiele lat.

Stadium subsenilne wyróżnia się nasileniem procesów obumierania i uproszczeniem budowy. Obserwowane na stanowisku naturalnym osobniki subsenilne pochodzenia

wegetatywnego (ryc. 4) nie wytwarzały pędów kwiatowych, a jedynie rozetę liści. Kępa takich subsenilnych weget ma wyraźnie luźniejszą strukturę.

Analiza przebiegu wielkiego cyklu życiowego, sposobu narastania poszczególnych elementów strukturalnych ryzomu i obumierania jego najstarszych odcinków, pozwala zaliczyć *Trollius europaeus*, zgodnie z klasyfikacją Smirnowej (Smirnova i in. 1976), do roślin niejawnopolicentrycznych z pełną

niewyspecjalizowaną dezintegracją. Model rozwoju osobniczego przedstawiono na ryc. 5.

RYTMIKA ROZWOJOWA

Wyniki obserwacji fenologicznych rozwoju pełnika ilustruje ryc. 6.

Wiosenne wznowienie wegetacji, w latach obserwacji, przypadało na okres przedwiosnia i miało miejsce zazwyczaj na początku kwietnia, a w 1959 roku, ze względu na korzystny układ warunków termicznych - w marcu (19. 03). W ciągu jednego sezonu wegetacyjnego pełnik europejski wytwarzał dwie generacje organów nadziemnych. Liście i pędy drugiej generacji rozwijały się stopniowo, począwszy od wczesnego lata do wczesnej jesieni. Zasychanie pierwszych liści rozpoczynało się pod koniec czerwca bądź na początku lipca (w porze lata), natomiast zamieranie drugiej generacji liści następowało w październiku (w okresie złotej jesieni). Faza wegetatywna trwała około 6-7 miesięcy.

Po upływie około 2-3 tygodni od rozpoczęcia wegetacji wyrastały nad ziemię pędy generatywne. Rozwój pąków kwiatowych rozpoczynał się wczesną wiosną (zwykle w drugiej dekadzie maja), a masowe kwitnienie przypadało na okres fenologicznej wiosny. Średnia długość tej fazy wynosiła 28 dni. Podobnie jak w przypadku fazy wegetatywnej, w roku 1959 nastąpiło wcześniejsze zakwitanie pełnika (początek 29. 04). Skrócenie okresu kwitnienia obserwowano w 1981 r. (zaledwie 20 dni), co spowodowane było wystąpieniem bardzo ciepłych i słonecznych dni w drugiej i trzeciej dekadzie maja.

Dojrzewanie owoców zaczynało się pod koniec maja lub na początku czerwca, rozsiewanie następowało w porze wczesnego lata oraz lata właściwego i trwało około 3-4 tygodnie (od połowy czerwca do połowy, a niekiedy końca lipca).

W 1996 roku obserwowano także ponowne, mniej obfite kwitnienie w okresie letnim i wczesnojesiennym.

Porównując przebieg rozwoju pełnika w 1996 roku na dwóch zróżnicowanych pod względem zacienienia stanowiskach (por. ryc. 6) stwierdzono, że wegetacja wcześniej rozpoczęła się na kwaterze północnej, na której panują

korzystniejsze warunki wilgotnościowe, co było istotne wobec niewielkiej ilości opadów w marcu i kwietniu tego roku. Z kolei kilkudniowe przyspieszenie pojawów w fazie generatywnej notowano na bardziej nasłonecznionej kwaterze roślin chronionych.

Zgodnie z klasyfikacją A. Łukasiewicza (1967) pełnik należy do fenologiczno-rozwojowej grupy bylin wytwarzających 2 generacje pędów: wiosenną i letnią.

DYSKUSJA

Znajomość rozwoju ontogenetycznego i właściwości strukturalnych osobników policyklicznych roślin zielnych jest warunkiem wyróżniania jednostek demograficznych przydatnych w badaniach populacyjnych (Falińska 1990). Przedstawione w niniejszej pracy obserwacje rozwoju pełnika europejskiego wykazały, że wytwarza on polikormony o formie wzrostu określanej przez Harpera (1986) jako kępowa. Rozpoczynające się w stadium generatywnym obumieranie najstarszej części rizomu prowadzi do przerwania ciągłości morfologicznej w obrębie polikormonu i powstania klonu złożonego ze zbliżonych do siebie weget. Proces dezintegracji widoczny jest jednak tylko na poziomie organów podziemnych, bowiem wskutek wytwarzania licznych pąków odnawiających u nasady pędu macierzystego i wykształcenia rozgałęzionego rizomu o międzywęzłach skróconych, w strefie nadziemnej pędy występują w wyraźnych skupieniach (kępach). Obserwowane czasami rozgałęzienia rizomu o międzywęzłach wydłużonych skierowane są zwykle apogeotropowo lub diageotropowo i nie przyczyniają się do rozluźnienia struktury przestrzennej osobnika.

Zatem za policzalną jednostkę biologiczną w populacji pełnika uznać można skupienie pędów nadziemnych określane jako kępa. Jest to zgodne z fitocenotycznym podejściem w demografii roślin, które opiera się na wyróżnianiu ośrodków "oddziaływania na środowisko" (Smirnova i in. 1976).

W oparciu o kryteria morfologiczno-rozwojowe wydzielono w wielkim cyklu życiowym *Trollius europaeus* stany wickowe

i określono czas trwania danego stadium. Długość poszczególnych faz rozwoju jest cechą plastyczną, modyfikowaną w znacznym stopniu przez czynniki zewnętrzne (Falińska 1990, Lubljagina 1985). Dlatego przedstawione powyżej wyniki, uzyskane na podstawie obserwacji *ex situ*, wymagają uzupełnienia o badania w warunkach naturalnych. Powyższa uwaga dotyczy także terminów pojawów fenologicznych.

WNIOSKI

1. *Trollius europaeus* jest kaulofitem typowym o trwałości rizomu około 4-5 lat wytwarzającym di- lub tricykliczne nadziemne pędy monokarpiczne.

2. Na podstawie analizy rozwoju osobniczego zaliczono pełnik europejski do roślin niejawnopolicentrycznych i stwierdzono formowanie rozgałęzionej, zwięzłej formy kępowej. W wyniku procesu dezintegracji w obrębie kępy, w miarę jej rozwoju, powstaje klon rosnących w dużym zagęszczeniu weget.

3. W oparciu o kryteria morfologiczno-rozwojowe wyróżniono i scharakteryzowano w rozwoju *Trollius europaeus* następujące stany wiekowe: siewka, osobnik juwenilny, wirginilny, generatywny i subsenilny.

4. Wyniki uzyskane na podstawie obserwacji fenologicznych pozwalają zaliczyć pełnik do bylin z rytmicznym pojawianiem się organów nadziemnych, wytwarzających dwie generacje pędów w sezonie wegetacyjnym.

SUMMARY

The paper presents individual development of protected plant *Trollius europaeus* L. According to Żukowski, Jackowiak (1995) this species in Western Pomerania and Wielkopolska belongs to category of vulnerable taxa (V) which are likely to move into the endangered category. Morphological-developmental description is based on studies conducted on plants cultivated in Botanical Garden of A. Mickiewicz University in the years 1992-96. In order to analyse phenology of globe flower the authoress also included data from previous observations carried out in 1958-59 and 1980-81.

Trollius europaeus is an example of typical caulophyte. Its persistent organ is the rhizome

formed by system of thickened bases of stems and adventitious roots. The persistence of the rhizome is about 4-5 years. The growth cycle of above-ground monocarpic stems usually lasts 2 or 3 years from rosette phase to blooming and forming fruits. Basing on morphological properties, the following developmental stages were distinguished: seedlings, juveniles, virginiles, generative individuals and subsenile individuals. During the many-year growth cycle individuals of globe flower form a distinct aggregations of vegetative rosettes and flowering shoots connected by durable rhizome (so-called clumps). Such polycormones could be considered as units that can be counted in the field demographic investigations. In consequence of decay process of the oldest part of rhizome and desintegration of polycormones they changed into clones of close located but morphological separated vegets.

Basing on phenological observations it was found that *Trollius europaeus* belongs to the group of perennials with rhythmical appearance of above-ground organs, producing two stem generations during vegetative season.

LITERATURA

Denisiuk Z., 1965. Zagadnienia ochrony przyrody w łąkarstwie. Chrońmy Przyr. Ojczystą 21(5): 5-17.

Falińska K., 1981. Eksperymentalne badania biologii populacji wieloletnich roślin zielnych. Wiad. Bot. 25(3): 209-230.

Falińska K., 1984. Demografia roślin. Wiad. Bot. 28(2): 105-130.

Falińska K., 1990. Osobnik, populacja, fitocenoza. PWN. Warszawa: 310.

Falińska K., Żyromska-Rudzka H., 1986. Struktura wiekowa populacji. W: Andrzejewski R., Falińska K. (red). Populacje roślin i zwierząt. PWN. Warszawa: 78-110.

Górska M., 1969. Przebieg pór fenologicznych w Ogrodzie Botanicznym UAM w latach 1958-1967. Wiad. Bot. 13(3): 215-221.

Górska-Zajęzkowska M., (msc.) Przebieg pór fenologicznych w Ogrodzie Botanicznym UAM w latach 1980-96.

Harper J. L., 1986. Biologia populacyjna i ewolucja organizmów klonalnych. Moduły i rozgałęzienia a pobieranie składników pokarmowych. Wiad. Ekol. 32(4): 327-359.

Jankowska-Blaszczuk M., 1995. Biologia populacji młka wiosennego *Adonis vernalis* w rezerwacie "Skowronno". Ochr. Przyr. 52: 47-58.

Kukielska C., 1974. Badania części podziemnych roślin łąkowych i wpływ środowiska na korzenie się roślin. Wiad. Ekol. 20(3): 240-263.

Lublajagina N.P., 1985. Ekologiczno-biologiczka charakteristika *Trollius asiaticus* (*Ranunculaceae*). Bot. Żur. 70(12): 1653-1658.

Łukasiewicz A., 1962. Morfologiczno-rozwojowe typy bylin. PTPN, Wyd. Mat-Przyr., Pr. Kom. Biol. 27 (1): 1-400.

Łukasiewicz A., 1967. Rytmyka rozwojowa bylin (ze szczególnym uwzględnieniem fenologii organów nadziemnych). PTPN Wyd. Mat-Przyr. Pr. Kom. Biol. 31 (6): 1-156.

Łukasiewicz A., 1984. Potrzeba ujednolicenia metodyki fenologicznej w polskich ogrodach botanicznych i arboretach. Wiad. Bot. 28(2): 153-158.

Łukasiewicz A., Wójtowicz W., 1989. Projektowane kolekcje rodzimych gatunków roślin rzadkich i ginących w Ogrodzie Botanicznym UAM w Poznaniu. Wiad. Bot.: 33(3): 57-64.

Matuszkiewicz M., 1982. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. PWN, Warszawa, ss. 298.

Smirnova O.V., Zaugolnova L. B., Ermakova I. M. at al., 1976. Cenopopulacji rastenij. Izd. Nauka, Moskwa, ss. 217.

Wasilewska A., 1982. (msc.) Rytmyka sezonowa wybranych gatunków roślin chronionych w Polsce. Pr. mgr wykonana w OB UAM: 53+tab., ryc.

Wiśniewska M., 1960. (msc.) Rytmyka rozwojowa wybranych gatunków z rodziny *Ranunculaceae*. Pr. mgr wykonana w OB UAM: 66+tab., ryc.

Żukowski W., Jackowiak B. (red.), 1995. Ginące i zagrożone rośliny naczyniowe Pomorza Zachodniego i Wielkopolski. Prace ZTR UAM w Poznaniu. 3: 1-142.