

BIOLOGIA POPULACJI MIŁKA WIOSENNEGO *ADONIS VERNALIS* L. W REZERWACIE „SKOWRONNO”

BIOLOGY OF THE POPULATION OF *ADONIS VERNALIS* L.
IN THE SKOWRONNO NATURE RESERVE (SOUTHERN POLAND)

Małgorzata JANKOWSKA-BŁASZCZUK

Instytut Biologii, Zakład Botaniki, ul. Konopnickiej 14, 25–113 Kielce

Abstract. Comparative analysis of above- and below-ground plant organs of *Adonis vernalis* has enabled to present model for rhizome development and distinguish a developmental phase of individuals. It has been found that fecundity of individuals depends on a rhizome developmental stage. Germination rate of seedlings and their survival depending on germination date were assessed.

Key words: *Adonis vernalis*, morphological properties, seedlings cohorts, module of clump

Manuscript received: June 1995

accepted: August 1995

Treść. W pracy przedstawiono właściwości biologiczne populacji gatunku chronionego *Adonis vernalis*. Analiza budowy morfologicznej kęp i poszczególnych osobników miłka pozwoliła na przedstawienie modelu rozwoju wieloletniego kłącza oraz wyróżnienia kolejnych faz rozwojowych w ontogenezie tego gatunku. Określono zależność między wielkością kłącza a płodnością osobników, a także scharakteryzowano tempo wschodów siewek i ich przeżywalność w zależności od terminu wschodów.

WSTĘP I CEL PRACY

CHARAKTERYSTYKA GATUNKU

Badania populacyjne roślin rzadkich i chronionych są nieodzownym elementem prawidłowej oceny aktualnego stanu zagrożenia poszczególnych populacji czy gatunków. Badania takie prowadzone są na co najmniej dwu poziomach organizacji świata roślinnego – osobniczym i populacyjnym. Efektem prac na poziomie osobniczym jest przedstawienie modelu wzrostu osobniczego, bazującego na danych dotyczących właściwości morfologiczno-rozwojowych, traktowanych jako fenotypowe odzwierciedlenie strategii życiowej gatunku.

Celem podjętych badań w rezerwacie muraw kserotermicznych w Skowronnie było poznanie biologicznych właściwości gatunku w konkretnym miejscu jego występowania; szczególną uwagę zwrócono na typ wzrostu i morfologię trwałych organów tej byliny oraz związaną z nią płodność osobników.

Miłek wiosenny jest gatunkiem, który ze względu na swe właściwości lecznicze, a również walory estetyczne (ryc. 1) wzbudzał już od dawna zainteresowanie zarówno botaników, jak i farmakologów. Jedną z pierwszych monografii poświęconych rodzajowi *Adonis*, wydana w roku 1876, dotyczyła rozmieszczenia poszczególnych gatunków w Europie i stanowiła zarazem klucz do ich oznaczania (Cougniaux 1876).

Adonis vernalis jest byliną charakterystyczną dla muraw kserotermicznych typu subkontynentalnego (Podbielkowski 1987), a jego rozmieszczenie w Polsce podawane jest jako przykład dysjunktywnego zasięgu rośliny stepowej (Strasburger 1972). Jako geoelement pontyjski niżowych stepów południowo-wschodnio europejskich w Polsce ogranicza swe występowanie do muraw kserotermicznych położonych ekstralocalnie w południowej części



Ryc. 1. Typowa kępa miłka wiosennego *Adonis vernalis* L.

Fig. 1. Typical clump of *Adonis vernalis* L.

fol. A. Błaszczuk

kraju na wychodniach gipsowych i lessach, a na północy na krawędziach dolin (Gawłowska 1956, Kornaś, Medwecka-Kornaś 1986) (ryc. 2).

Według Starego (1952) miłek z obszarów południowo-wschodniej Europy (zwartego zasięgu występowania) w sprzyjających warunkach klimatycznych przemieszczał się ku zachodowi w trzech falach. Pierwsza dotarła przez Węgry wzdłuż Dunaju do południowej Słowacji, Moraw i środkowych Czech, pozostawiając relikтовую formę *Adonis vernalis* f. *soproniensis* (Gawłowska 1956 za Starym 1952). Druga fala, obok Rumunii, Węgier, Słowacji i Czech, objęła także Turynię, skąd przez Ren przeniknęła do Szwajcarii, Francji, Włoch i Hiszpanii. Trzecia fala szła na północ od Karpat przez Polskę w kierunku wysp Oetland i Gottland. Gawłowska (1956) podaje, że pierwsze dwie fale rozprzestrzeniania przypadają prawdopodobnie na okres przedlodowcowy (schylek trzeciorzędu), trzecia na okres polodowcowy.

Adonis vernalis jest byliną, podlegającą ochronie gatunkowej. Dorosłe osobniki tworzą okazałe kępy o kilku do kilkudziesięciu kwiatach (ryc. 1). Część nadziemną stanowią rozgałęziające się sympodialnie pędy dochodzą-

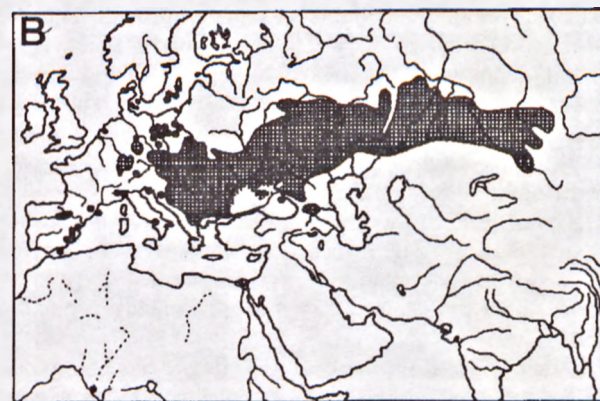
ce do 50 cm długości, dołem okryte brzośkami, luskowatymi liśćmi; część z nich jest płona, część kwitnąca, jednokwiatowa. Rozmnaża się generatywnie: jako jeden z pierwszych hemikryptofitów stepowych rozpoczyna kwitnienie już w pierwszej połowie kwietnia. Kwiaty miłka zaliczane są przez Szafera (1969) do typowych kwiatów pyłkowych charakteryzujących się ogromną produkcją pyłku, brakiem zapachu, miodników oraz samopłodnością. Są duże (średnica 4–7 cm) cytrynowo-żółte, o licznych słupkach osadzonych spiralnie na wypukłym dnie kwiatowym. W czasie dojrzewania tworzy się zbity owocostan, gdzie owocem jest jednonasienny orzeszek o budowie zbliżonej do pestkowca (Kulpa 1960).

U miłka występuje zjawisko przedślupności, a jedynie w bardzo niesprzyjających warunkach może nastąpić samozapylenie. Owocem dojrzewającym pod koniec czerwca, osypują się pod roślinę macierzystą, bądź też przenoszone są przez pasące się zwierzęta na dalsze odległości; mogą być również rozprzestrzeniane przez mrówki (Gawłowska 1956, Kulpa 1960).

Prowadzone przez Kulpę (1960) i Formanowicz (1958) szczegółowe badania nad biologią kielkowania miłka wio-

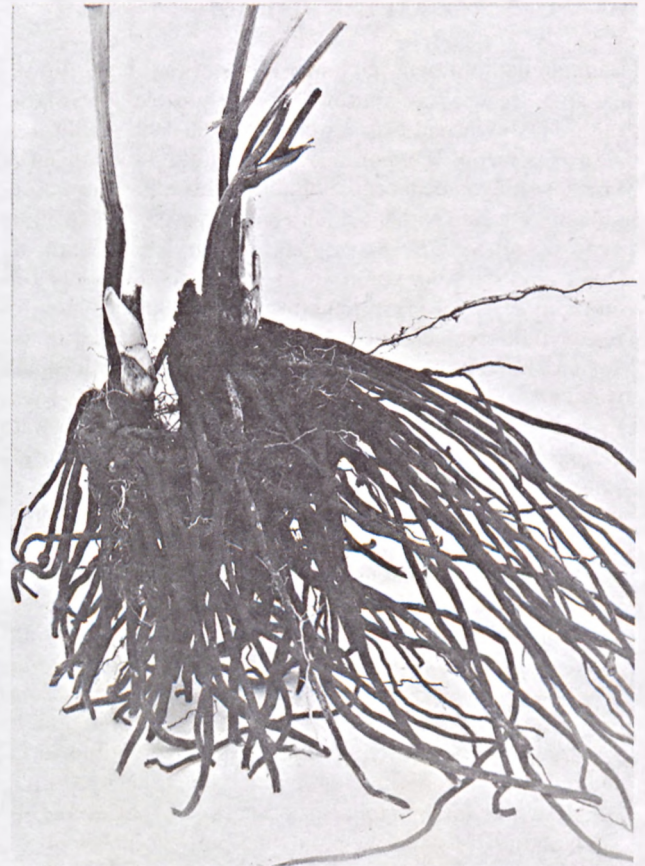
sennego wykazały, że siła kiełkowania nasion nie przekracza 50%, a nierzadko wynosi zaledwie 30%. Kiełkowanie nasion przebiega powoli, jest nierównomierne, a w warunkach laboratoryjnych młok w ogóle nie kiełkuje bez zabiegów wstępnych. Również w publikacjach Turowskiej (1938) i Fitulskiej (1957) znajdujemy stwierdzenia o szybkiej utracie zdolności kiełkowania nasion młoka. Kulpa (1960) stwierdza, że jednym z głównych czynników hamujących kiełkowanie nasion jest owocnia. Rolę substancji hamujących kiełkowanie odgrywiają według niego glikozydy zawarte w owocni i wytwarzający się po jej namoczeniu amoniak. Inhibicyjny wpływ owocni polega także na jej nieprzenikliwości dla światła. Nasiona młoka są wyraźnie światłolubne.

Ważnym szczegółem jest także stwierdzona przez Kulpę (1960) geofilna budowa siewek młoka. Skiełkowane



Ryc. 2. Rozmieszczenie młoka wiosennego: A – w Polsce (Gawłowska 1956), B – na świecie (Meusel, Jäger, Weinert 1965)

Fig. 2. Distribution of *Adonis vernalis*: A – in Poland (Gawłowska 1956), B – in the world (Meusel, Jäger, Weinert 1965)



Ryc. 3. Dwumodulowy osobnik młoka wiosennego

Fig. 3. Two-modular individual of *Adonis vernalis*

fol. A. Błaszczuk

w danym roku siewki wypuszczają nad ziemię liścienie i ewentualnie pierwszy liść, zaś epikotyl pozostaje w uśpieniu i rozwija się dopiero na wiosnę następnego roku. Sposób kiełkowania jest określony dla młoka jako przejściowy od epi- do hypogejicznego i jest cechą przystosowawczą do klimatu kontynentalnego, ponieważ dzięki ukryciu w ziemi stożka wzrostu pędu młodych roślin są one odporniejsze na silne wahania temperatur.

Właściwości morfologiczno-rozwojowe trwałych organów *Adonis vernalis* klasyfikują ten gatunek wg Łukasiewicza (1962) jako formę przejściową między rhizokaulofitem a kaulofitem, z przewagą cech kaulofitów. System korzeniowy młoka to silnie zgrubiałe kłącze parocentymetrowej długości z odchodzącymi od niego nierozgałęzionymi, ciemnobrązowymi korzeniami przybyszowymi i trwałymi nasadami pędowymi (ryc. 3).

Wymagania siedliskowe młoka wiążą się ściśle z zawartością w glebie węgla wapnia, próchnicy oraz przyswajalnego potasu i fosforu. Występuje w zespołach murawowych wykształconych na glebach wapiennych i gipsowych oraz na lessach i glinach bogatych w węgiel wapnia o odczynie zasadowym lub obojętnym.

TEREN BADAŃ

Badania nad biologią populacji miłka wiosennego prowadzono w rezerwacie muraw kserotermicznych w Skowronnie Dolnym pod Pińczowem w latach 1987–1989. Rezerwat położony na północno-zachodnim krańcu Garbu Pińczowskiego, będącego południowo-środkowym subregionem Niecki Nidziańskiej (Klimaszewski 1946, Flis 1956, Kondracki 1978), zajmuje obszar 1,93 hektara na stoku o ekspozycji południowo-zachodniej. Cały obszar otoczony jest ze wszystkich stron polami uprawnymi. Teren charakteryzuje się bardzo urozmaiconą rzeźbą – występują tu liczne rozcięcia, lejki krasowe oraz małe skałki wapienne. Dolna część stoku jest silnie nachylona, wyżej zaznacza się znaczne spłaszczenie. Na terenie rezerwatu widoczne są pozostałości starych łomów wapienia, formy krasowe, liczne ślady działań wojennych. Rezerwat, co wynika z dokumentacji Wojewódzkiego Konserwatora Przyrody w Kielcach, został całkowicie zdewastowany w okresie II wojny światowej.

Roślinność rezerwatu stanowią zbiorowiska należące do dwu zespołów; jest to zubożała postać *Thalictro-Salvietum*, gdzie można wyróżnić płaty z *Agropyron intermedium* i *Brachypodium pinnatum* oraz zespół *Sisymbrio-Stipetum* wykształcony na bardzo małej przestrzeni na zboczach o ekspozycji południowej i południowo-zachodniej. W pojedynczych miejscach na północnych i północno-wschodnich stokach poszczególnych wyniesień spotkać można słabo wykształcone płaty zespołu *Scorzenero-Seslerietum* (Jankowska 1976). Miłek występuje licznie w zespole *Thalictro-Salvietum* szczególnie na zboczach o ekspozycji południowej i południowo-zachodniej.

Zbadane przez Jankowską (1976) gleby w płacie *Thalictro-Salvietum* autorka zalicza do rędzin wapiennych w stadium inicjalnym. Badania składu mechanicznego wykazały, że górne warstwy gleby stanowią glinę lekką, pylistą.

Badany trzykrotnie w latach 1988–1989 rozkład temperatury minimalnej przy powierzchni gleby wskazuje na stosunkowo najsilniejsze wychładzanie nocne miejsc zagłębionych i płaskich. Temperatura badana na głębokości 5 cm w listopadzie, marcu i maju jest wyższa na zboczu niż w miejscu płaskim lub zagłębionym.

MATERIAŁ I METODY

MORFOLOGIA I MATERIAŁ OSOBNICZY

Określenie właściwości morfologiczno-rozwojowych różnowiekowych organizmów miłka przeprowadzono na podstawie analizy porównawczej ich systemów korzeniowych oraz pędów nadziemnych. Pobrano z siedliska naturalnego 30 kęp miłka. Kępę określono jako wyraźnie wyodrębniającą się w przestrzeni grupę pędów (ryc. 1). Z wykopanych kęp wymywno ziemię, usuwano korzenie innych roślin oraz wyodrębniano osobniki. Wykonywano

dokumentację morfologii pędów nadziemnych osobników oraz szkicowano i fotografowano ich kłącza z korzeniami przybyszowymi. Następnie usuwano korzenie przybyszowe i określano wielkość i kształt samego kłącza. Na podstawie analizy przekrojów poprzecznych kłączy szacowano ich wiek z dokładnością do 5 lat. Przyjęto zgodnie z Harperem (1977) i sugestiami Falińskiej (1984, 1986), dotyczącymi zakresów znaczeniowych wprowadzanych do demografii roślin terminów, że odcinek kłącza z wieloletnią nasadą pędów, u podstawy których formują się co roku pąki odnawiające jest modulem osobnika dojrzałego (ryc. 3).

Porównywano także morfologię systemu korzeniowego i pędów nadziemnych siewek, osobników juwenilnych oraz starszych osobników niekwitnących (po 50 w każdej grupie). Niska liczba pobranych roślin wynika z konieczności ochrony tego dość rzadko występującego w Polsce gatunku. Siewki wykopywano wczesną wiosną i późną jesienią, pozostałe osobniki w II połowie sierpnia, gdy na kłączach uformowane są już pąki odnawiające.

Analiza tak zebranego materiału stała się podstawą do wyróżnienia faz rozwojowych osobników badanego gatunku, przedstawienia modelu rozwoju jego trwałych organów oraz określenia relacji liczbowych między jednostkami demograficznymi.

Obserwacje nad ontogenezą miłka prowadzono również na 50-ciu jednometrowych poletkach. W geometrycznym środku każdego poletka wybrano po jednej kępie i przez trzy lata co 6 dni przez cały okres wzrostu pędów miłka (od końca marca do początków lipca) notowano długość pędów wegetatywnych i generatywnych, liczbę modułów w kępach oraz ich fenologię. Badania te pozwoliły na ocenę rytmiki rozwojowej pędów wegetatywnych i generatywnych, architektury kęp, ich tempa rozrastania oraz reakcji na uszkodzenia związane z wypaleniem i wypasaniem murawy.

PŁODNOŚĆ OSOBNIKÓW

Płodność osobników badano na oznaczonych 40 kępach (10 spośród nich to kępy budowane przez pojedyncze osobniki jednomodułowe, reszta to kępy wielomodułowe). Ze wszystkich kęp pobierano owocostany z oznakowanych pędów i liczone owoce. Wielomodułowe kępy wykopywano, określano liczbę osobników, po czym kłącza sadzono z powrotem w te same miejsca. Dla każdego osobnika określano liczbę owocostanów, liczbę owoców w owocostanach oraz procent owoców ze słabo wykształconymi nasionami. Owoce takie były wyraźnie mniejsze i wcześniej zasychały. Ogółem w 40 kępach przeanalizowano 96 osobników.

Celem prowadzonych obserwacji było określenie płodności osobników miłka rosnących pojedynczo oraz w wielosobnikowych kępach, a także porównanie płodności osobników z rozrośniętymi kłączami (wielomodułowych) z płodnością osobników o kłączach małych, jednomodułowych.

WSCHODY SIEWEK

W warunkach naturalnych rezerwatu prowadzono eksperyment polegający na wysiewie w murawę owoców pobranych losowo z różnowiekowych osobników na poletko o wymiarach 1,2 x 1,2 m, które podzielono na 144 kwadraty, każdy o boku 10 cm. Przez trzy kolejne sezony wegetacyjne wysiewano po 1000 nasion w okresie naturalnego obsiewu miłka. Poletka usytuowano w miejscach wolnych od występowania osobników miłka oraz nasion tego gatunku. Obserwacje prowadzono w trzech seriach: pierwsza w okresie września i października, druga w kwietniu i maju oraz trzecia na przełomie lipca i sierpnia. Wyrosłe w kwadratach 10x10 cm rośliny kartowano w skali 1:4 oraz śledzono ich losy przez kolejne lata, co roku zakładając nowe poletko. Uzyskane wyniki pozwoliły odpowiedzieć na pytanie, jak kształtuje się przeżywalność nie tylko siewek, ale również osobników juwenilnych pochodzących z kolejnych kohort.

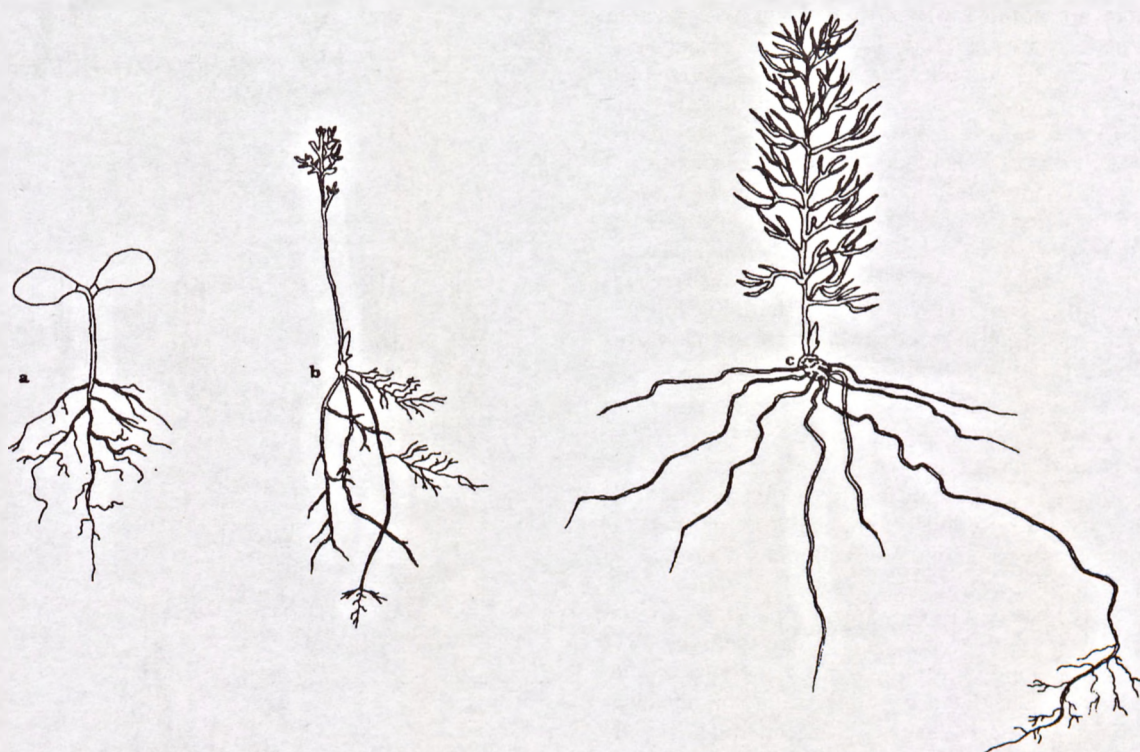
WYNIKI

FAZY ROZWOJOWE OSOBNIKÓW

Na podstawie analizy porównawczej cech morfologicznych różnowiekowych osobników miłka wiosennego wyróżniono następujące ich fazy rozwojowe:

Faza 1 obejmuje okres rozwoju siewki. Stwierdzono, że kiełkujące późną jesienią lub wczesną wiosną siewki wytwarzają duże, intensywnie zielone liścienie, które w przypadku kohorty jesiennej utrzymują się przez całą zimę aż do wiosny. W nielicznych przypadkach jesienią wyrasta pierwszy liść właściwy. Długość trwania tej fazy jest określona przez czas utrzymywania się liścieni i u przedstawionego gatunku wykazuje silne zróżnicowanie – od 5–6 miesięcy dla siewek kohorty jesiennej do 5–6 dni dla siewek kohorty wiosennej. Czas utrzymywania się liścieni jest zatem bezpośrednio związany z terminem kiełkowania nasienia. W kohorcie wiosennej stwierdzono prawidłowość polegającą na skracaniu okresu utrzymywania się liścieni wraz z opóźnianiem terminu kiełkowania (od 2–3 tygodni dla siewek marcowych do 4–5 dni dla siewek wczesnych w pierwszej połowie maja). System korzeniowy siewek jest dobrze rozwinięty – u siewek kohorty jesiennej może na wiosnę osiągać nawet do kilkunastu centymetrów (ryc. 4).

Faza 2 jest to juwenilny okres w rozwoju ontogenetycznym. Charakteryzuje się powolnym zanikaniem pierwotnego systemu korzeniowego w 2–3 roku życia rośliny i kształtowaniem się niewielkiego, lekko zgrubiałego kłącza wraz z korzeniami przybyszowymi. Już w pierwszym roku życia juwenilnego osobnika wykształcają się latem pąki odnawiające, uformowane przy nasadzie lodygi pierwotnej. Z pąków tych na wiosnę następnego roku



Ryc. 4. Młodsze fazy rozwojowe miłka wiosennego: a – siewka, b – osobnik juwenilny młodszy (J_1), c – osobnik juwenilny starszy (J_2)

Fig. 4. Young developmental phases of *Adonis vernalis*: a – seedling, b – younger juvenile individual, c – older juvenile individual

formują się pędy odnawiające. Nasady pierwszych jak i późniejszych pędów tworzą się zawsze nieco powyżej nasad ich pędów macierzystych. W ciągu pierwszych dwu lat pędy nadziemne z reguły pojedyncze, nierozgałęzione osiągają do 5 cm długości. Okres ten ze względu na niewykształcony jeszcze w tym czasie, charakterystyczny dla tego gatunku kłączowy system korzeniowy zdecydowano się wyodrębnić jako wczesnojuwenilną fazę rozwojową (j_1). W późniejszym okresie juwenilnym (j_2) osobniki intensywnie rozbudowują podziemne kłącze z korzeniami przybyszowymi, zwiększa się również średnica trwałej nasady pędowej (ryc. 4) Pędy nadziemne, z reguły pojedyncze, osiągają do kilkunastu centymetrów wysokości. Należy podkreślić, że o ile czas trwania fazy wczesnojuwenilnej z reguły nie przekracza 2–3 lat, to faza j_2 może w niektórych przypadkach trwać wielokrotnie dłużej.

Faza 3 charakteryzuje się występowaniem w pełni wykształconego, wieloletniego kłącza z licznymi korzeniami przybyszowymi. Części nadziemne stanowią pojedyncze bądź rozgałęzione u podstawy wegetatywne pędy. Osobniki w tej fazie rozwoju, tj. osobniki wirginilne, często osiągają pokrój pędów nadziemnych bardzo zbliżony do pokroju osobników kwitnących. W ogromnej większości są to rośliny, które jeszcze nie osiągnęły fazy generatywnej. Z punktu widzenia ich rozwoju morfologicznego są osobnikami dojrzałymi, z uwagi na brak funkcji reprodukcyjnych nie można ich zaliczyć do osobników dojrzałych. Występuje niewielki procent osobników wirginilnych, które uprzednio kwitły, a przerwa w wytwarzaniu organów generatywnych trwała 1–2 sezony wegetacyjne.

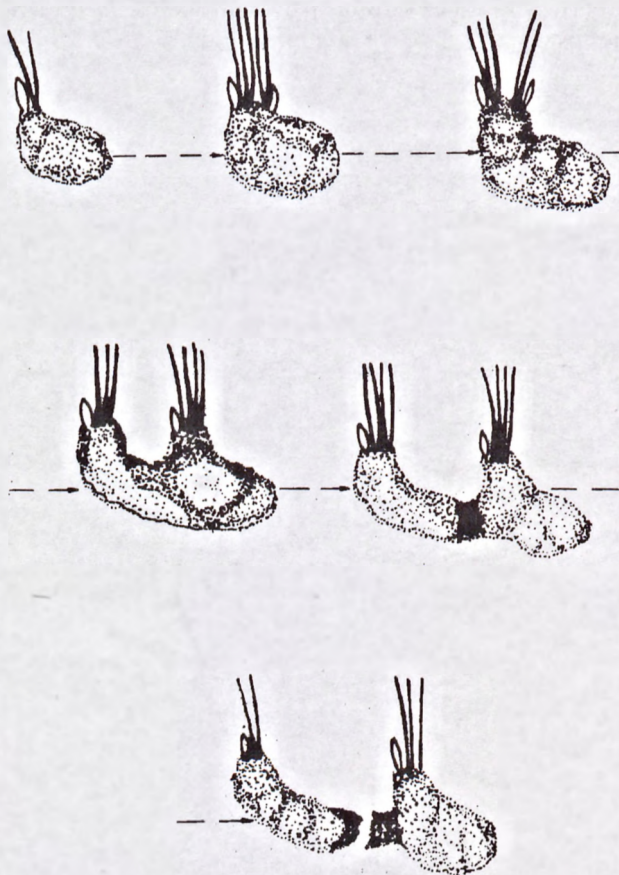
Faza 4 obejmuje osobniki dojrzałe, kwitnące. U takich osobników najważniejszym trwałym organem jest silnie skrócone kłącze oraz ukształtowane na nim wieloletnie nasady pędów (ryc. 3). Z kłącza odchodzą bardzo liczne korzenie przybyszowe. Jest ono usytuowane na ogół ukośnie bądź poziomo w stosunku do powierzchni gleby. U nasady pędu tworzy się co roku w lipcu – sierpniu pąk odnawiający, z którego w następnym roku na wiosnę wyrastają nowe pędy. Wraz z upływem czasu liczba pędów pochodzących z jednego pąka odnawiającego rośnie, rozrasta się nasada pędów oraz samo kłącze.

MORFOLOGIA I ROZWÓJ TRWAŁYCH ORGANÓW

Analiza porównawcza różnowickowych systemów korzeniowych wykazała, że młode kilkuletnie osobniki generatywne mają najczęściej walcowato-jajowate, nierozczłonkowane, silnie skrócone kłącze. Pędy nadziemne takich osobników pochodzą z uformowanego u podstawy trwałej nasady pędowej pojedynczego pąka odnawiającego. Wraz z rozwojem kłącza liczba pędów wzrasta. Zaobserwowano, że na pewnym etapie kłącze wytwarza drugi pąk odnawiający, usytuowany także u podstawy wieloletniej nasady pędów. W następnym roku wyrastają bardzo blisko siebie dwie grupy pędów, pochodzące z dwu pąków odnawiających. Pędy nadziemne pojedynczego osobnika tworzą wówczas zwartą, często nawet kilkunastopędową kępę.

Coroczny rozwój pędów pochodzących z dwu pąków odnawiających powoduje wyodrębnienie dwu niezależnych trwałych nasad pędowych. Rozrastanie się kłącza sprawia, że odległość między wytwarzanymi co roku pąkami odnawiającymi rośnie, zwiększa się także odległość między nasadami pędów. Takie osobniki formują kępy, w obrębie których łatwo można wyodrębnić grupy pędów pochodzących z poszczególnych pąków odnawiających. Wraz z dalszym rozrostem kłącza następuje starzenie się i zamieranie jego części środkowej. Procesy te prowadzą do podziału wieloletniego, rozrośniętego kłącza na dwa niezależne już, rozrastające się odcinki. Korzenie przybyszowe obu nowo powstałych osobników są ze sobą silnie splecione, ale wykazują odrębność morfologiczną.

Przedstawiony na ryc. 5 model rozwoju kłącza obrazuje schematycznie kolejne fazy rozwoju trwałych organów. Obserwowana różnorodność morfologiczna wykopanych kłączy wskazuje na oddziaływanie różnych czynników zewnętrznych, wpływających na stopień rozczłonkowania kłącza czy ogólnie na jego wielkość. Deformacje kłączy są najprawdopodobniej wynikiem zgniecenia pąków odnawiających, nadgryzania i wypalania górnej nasady pędów. W reakcji na niszczące czynniki rośliny formowały pąki w innej, nienaruszonej części kłącza.



Ryc. 5. Model rozwoju kłącza miłka wiosennego
Fig. 5. Rhizome development in *Adonis vernalis* – a scheme

Analizując model rozwoju trwałych organów miłka, można wyróżnić dla osobników dojrzałych zasadniczo dwa typy kłaczy. Pierwszy z nich reprezentuje kłaczka o jednym, rzadziej paru pąkach odnawiających, usytuowanych u podstawy pojedynczej, wieloletniej nasady pędowej (osobniki jednomodułowe); drugi to kłaczka o wyraźnie oddzielonych od siebie, wieloletnich nasadach pędowych z pąkami odnawiającymi (osobniki wielomodułowe).

MODUŁOWA ARCHITEKTURA OSOBNIKÓW I KĘP

Wyniki badań nad właściwościami morfologicznymi trwałych organów wskazują, że określenie liczby osobników w kępie jest na ogół niemożliwe bez analizy jej systemu korzeniowego. Wyodrębniające się przestrzennie

grupy pędów w obrębie kępy odpowiadają liczbie modułów tej kępy. Określenie, że kępa jest jednomodułowa oznacza, że buduje ją tylko jeden osobnik. Przy większej od 1 liczbie modułów w kępach liczba osobników jest nieznana. Stwierdzono bowiem, że kępy mogą być formowane przez jeden lub kilka osobników wielomodułowych, wyłącznie przez same osobniki jednomodułowe, bądź też przez osobniki jedno- i wielomodułowe razem.

Analiza systemów korzeniowych 30 wielomodułowych kęp wykazała, że były one budowane przez 86 osobników jedno-, dwu-, trzy- i czteromodułowych. Nie znaleziono osobników o kłaczach pięcio- i więcej modułowych. Przyjęto zatem, że kępa w której wyróżnia się więcej niż cztery moduły zawiera co najmniej 2 osobniki. Dane zawarte w tabeli 1 przedstawiają relacje ilościowe między osobnikami i modułami w kępach, a także dają ogólny obraz

Tabela 1. Relacje między liczbą osobników i modułów w kępach

Table 1. Relationship between number of individuals and modules in clumps

Nr kępy No of clump	Liczba osobników Number of individuals	Liczba modułów Number of modules	Liczba osob. 1 mod. Number of 1-mod individuals	Liczba osob. 2 mod. Number of 2-mod. individuals	Liczba osob. 3 mod. Number of 3-mod. individuals	Liczba osob. 4 mod. Number of 4-mod. individuals
1	1	2	—	1	—	—
2	1	3	—	—	1	—
3	1	2	—	1	—	—
4	1	4	—	—	—	1
5	1	2	—	1	—	—
6	2	5	—	1	1	—
7	2	4	1	—	1	—
8	2	7	—	—	1	1
9	2	3	1	1	—	—
10	2	2	2	—	—	—
11	2	2	2	—	—	—
12	2	6	—	—	2	—
13	2	4	—	2	—	—
14	2	3	1	1	—	—
15	3	8	—	2	—	1
16	3	6	1	1	1	—
17	3	6	2	—	—	1
18	3	6	1	1	1	—
19	3	4	2	1	—	—
20	4	8	2	1	—	1
21	4	5	3	1	—	—
22	4	6	2	2	—	—
23	4	10	1	1	1	1
24	4	7	2	1	1	—
25	4	8	1	2	1	—
26	4	5	3	1	—	—
27	5	13	1	1	2	1
28	5	12	2	—	2	1
29	5	10	3	—	1	1
30	5	8	3	1	1	—
Razem Total	86	171	36	24	17	9

udziału osobników jedno i wielomodułowych w badanej próbie. Warto podkreślić jest fakt, że w kępach wielomodułowych stosunek liczby modułów do osobników wyniósł 1,99, a zatem w kępach takich jest dwukrotnie więcej modułów niż osobników.

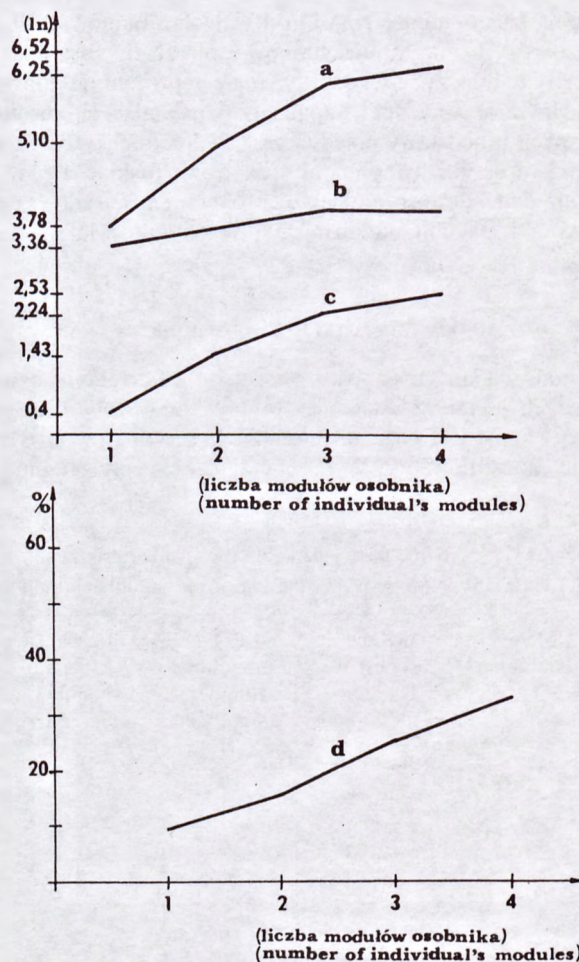
Dane te nie stanowią podstawy dla charakterystyki rozwoju ontogenetycznego. Natomiast są źródłem informacji przy analizie zmian ilościowych na poziomie populacji i służą do oszacowania liczby osobników generatywnych na podstawie znanej liczby kęp i modułów w kępach.

PLODNOŚĆ

Wyniki badań nad płodnością osobników miłka (ryc. 6) wskazują wyraźnie na ścisły związek między liczbą wytworzonych nasion a rozrostem kłącza, który bezpośrednio determinuje arcał i liczbę modułów osobnika. Wraz z liczbą modułów formowanych przez rośliny wzrasta w znacznym stopniu liczba owocostanów. Również liczba nasion w owocostanach osobników większych (3–4 modułowych) jest wyższa niż u jedno- czy dwumodułowych. Wzrost liczby owocostanów oraz liczby nasion w owocostanach u osobników silniej rozrośniętych powoduje wysokie różnice w płodności między poszczególnymi grupami osobników (tab. 2).

Dane te mają szczególne znaczenie przy określaniu liczby nasion produkowanych przez całą kępę. Przy prognozach dotyczących liczby nasion jakie wyprodukuje w danym roku kępa nie można opierać się wyłącznie ani na liczbie osobników, które wchodzi w jej skład, ani na liczbie wyróżnionych w niej modułów. Prezentowane w tabeli 2 dane wskazują wyraźnie, że czteromodułowa kępa budowana przez cztery młode, jednomodułowe osobniki wyprodukuje kilkakrotnie mniej owoców niż kępa czteromodułowa, którą stanowi pojedynczy rozrośnięty osobnik.

Stwierdzono, że udział osobników ze słabo wykształconymi nasionami (owoce wyraźnie mniejsze, nie osypujące się) wzrasta u osobników starszych, bardziej rozrośniętych. Nie wyrównuje to jednak płodności osobników ba-



Ryc. 6. Płodność osobników miłka w zależności od liczby modułów (1–4): a – liczba nasion na osobnika, b – liczba nasion w owocostanie, c – liczba owocostanów na osobnika, d – udział nasion słabo wykształconych

Fig. 6. Fecundity of *Adonis vernalis* individuals, depending on a number of individual's modules (1–4): a – number of seeds per individual, b – number of seeds in fruitification, c – number of fruitifications per individual, d – proportion of badly formed seeds

Tabela 2. Płodność osobników miłka

Table 2. Fecundity of *Adonis vernalis* individuals

	Osobniki 1-modułowe 1-module individuals			Osobniki 2-modułowe 2-module individuals			Osobniki 3-modułowe 3-module individuals			Osobniki 4-modułowe 4-module individuals		
	śr. x	wariancja	przedz. ufn.	śr. x	wariancja	przedz. ufn.	śr. x	wariancja	przedz. ufn.	śr. x	wariancja	przedz. ufn.
A	1,5	0,69	0,2	4,2	1,31	0,6	9,43	1,12	0,6	12,6	1,28	0,95
B	44,0	15,0	4,5	165,8	54,3	23,36	519,0	49,88	27,3	684,1	45,84	34,04
C	9,4	2,1	0,64	15,1	3,33	1,43	25,6	3,54	1,94	32,5	3,82	0,89
D	28,9	–	–	38,8	–	–	54,9	–	–	54,3	–	–

A – liczba owocostanów na osobnika (number of fruitifications/individual)

B – liczba owoców na osobnika (number of fruits/individual)

C – procent nasion słabo wykształconych (percentage of badly formed seeds/ individual)

D – liczba owoców w owocostanie (number of fruits/fruitification)

danych grup. Można jedynie przypuszczać, że wśród osobników bardzo starych dochodzi do ograniczenia, a potem spadku płodności wskutek bardzo wysokiego procentu nasion źle wykształconych, o bardzo niskiej sile kiełkowania.

POJAW I PRZEŻYWALNOŚĆ SIEWEK

Trzyletnie obserwacje wschodów na poletkach eksperymentalnie obsiewanych wykazały, że miłek wiosenny jest gatunkiem, u którego występują dwa wyraźnie oddzielone w czasie masowe pojawy siewek – kohorta jesienna i wiosenna. Stwierdzono również, że nasiona pochodzące z tego samego obsiewu kiełkują nie wcześniej niż jesienią tego samego roku i jest to kohorta pierwsza – jesienna. Część nasion kiełkuje na wiosnę następnego roku (druga kohorta – wiosenna), przy czym wschody znacznie bardziej rozciągnięte są w czasie niż w przypadku wschodów jesiennych. Nie zaobserwowano wschodów miłka w następnym roku po wysianiu jesienią, natomiast notowano przypadki występowania siewek na wiosnę w drugim roku od wysiewu (trzecia kohorta wiosenna). Stwierdzono, że kohorta jesienna jest liczniejsza od wiosennej (tab. 3). Stosunek liczby siewek wzeszłych wiosną do wzeszłych jesienią poprzedniego roku wynosi w przybliżeniu 0,8. Na

3000 owoców wysianych w kolejnych latach wzeszło razem 538 siewek, z czego 56% stanowiły osobniki pojawiające się jesienią w tym samym roku, w którym wysiano owoce. Wiosną następnego roku skiełkowało 37% ogółu obserwowanych siewek, a reszta, tj. 7%, pojawiła się na wiosnę w dwa lata po wysiewie.

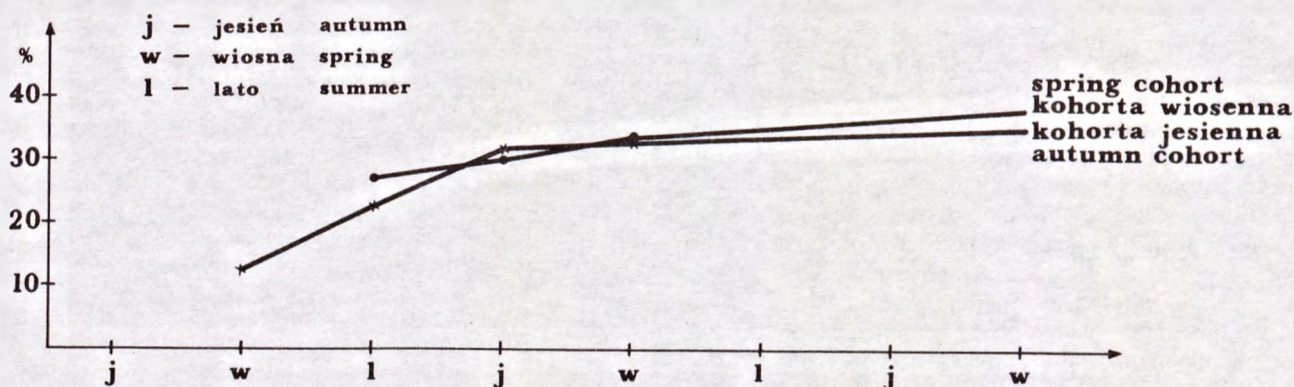
Szczegółowe śledzenie losów osobników miłka z zaznaczeniem, z której kohorty pochodzą pozwoliło na porównanie przeżywalności nie tylko siewek, lecz również organizmów juwenilnych (ryc. 7). Stwierdzono, że wśród osobników kohorty wiosennej po upływie jednego roku rozwija się dalej około dwu trzecich wzeszłych roślin. Po dwu latach śmiertelność wzrasta raczej nieznacznie i kształtuje się na poziomie 38%. Proporcje te w przypadku kohorty jesiennej są podobne. Wśród roślin 2,5 rocznych notowano 35% śmiertelność, w stosunku do stanu wyjściowego. Warto zaznaczyć, że największe różnice w przeżywalności obu kohort widoczne są w pierwszym półroczu ich wzrostu, gdzie śmiertelność kohorty jesiennej jest dwukrotnie niższa od wiosennej.

DYSKUSJA

Znajomość biologii osobników (długowieczności, architektury – zwłaszcza organizmów modułowych) staje się szczególnie ważna, gdy mamy do czynienia z populacjami roślin wieloletnich. Rośliny te nastroczają wiele trudności w określaniu podstawowych dla charakterystyki populacji kwestii, jaką jest problem ścisłego określenia granic osobnika i związane z tym duże rozbieżności w traktowaniu jego elementów (White 1979). Jednym z nurtów prac populacyjnych jest analiza szeroko rozumianych właściwości biologicznych gatunków rzadkich i chronionych, porównanie ich strategii i form życiowych w różnych punktach zasięgów geograficznych. Rozpatrywane są cechy, które wg autorów tych prac decydują o właściwościach konkurencyjnych gatunku i jego możliwościach przystosowawczych do zmieniających się warunków siedliskowych (Harper 1971, Wells 1971, Bradshaw 1981, Gibson, Hulbert 1987). Ekolodzy, badając populacje ro-

Tabela 3. Wschody siewek na poletkach doświadczalnych
Table 3. Emerging of seedlings on experimental plots

Liczba wysianych nasion Number of seeds sown	Wschody (liczba siewek) Germination (number of seedlings)		
	Jesień Autumn	Wiosna I Spring I	Wiosna II Spring II
1000	90	64	12
1000	106	72	15
1000	104	65	10
Razem – Total	300 (56%)	201 (37%)	37 (7%)
	Razem – Total: 538		



Ryc. 7. Przeżywalność kohorty wiosennej i jesiennej (dane z poletek doświadczalnych)
Fig. 7. Survival of seedlings from autumn and spring cohorts (data from experimental plots)

ślin wieloletnich, nadają wyróżnionym przez siebie jednostkom bardzo zróżnicowaną rangę biologiczną, począwszy od traktowania każdego pojedynczego, zakorzonego pędu jako osobnika (Rabotnov 1950), poprzez wylanianie różnych, często z morfologicznego punktu widzenia niejednoznacznych jednostek typu „ramet”, „modul” (Harper 1977), „weget” (Falińska 1986), „polikorimon” (Penzes 1958), aż do rozpatrywania poszczególnych odcinków ciała z pączkami odnawiającymi za jednostki nazywane metapopulacjami (White 1979) lub subpopulacjami (Harper 1977, 1980).

Przedstawiony w obecnej pracy model rozwoju trwałych organów podziemnych miłka oparty jest na analizie morfologii systemów korzeniowych oraz części nadziemnych. Przy opisie oraz interpretacji zaobserwowanej zmienności w architekturze roślin wzorowano się na pracach Łukasiewicza (1962, 1966, 1970, 1976) dotyczących typologii i właściwości morfologiczno-rozwojowych bylin.

Biorąc pod uwagę wyniki badań nad morfologią i rozwojem miłka, można zaliczyć ten gatunek do grupy reprezentującej kępową formę wzrostu. Kontinuum między dwiema ekstremalnymi formami, formą kępową i rozlogową, obejmuje przeciwstawne typy wzrostu, które są zarazem interpretowane jako odmienne strategie życiowe – strategia falangi związana z kępową formą wzrostu oraz strategia partyzancka reprezentowana przez gatunki rozlogowe (Harper 1986 za Lovett-Doustem 1981).

Szeroko dyskutowana teoria strategii roślin Grime'a (1979) podporządkowuje cały szereg kryteriów biologicznych i ekologicznych fenotypowej reakcji organizmu na stres, zaburzenie bądź konkurencję. Biorąc pod uwagę biologię miłka wiosennego można stwierdzić, że w obrębie faz rozwojowych j₂, rozumianych przez Grime'a jako ustabilizowany etap cyklu życiowego, osobniki badanej populacji wykazują sporo cech związanych zarówno z właściwościami konkurencyjnymi (wytwarzanie podziemnych organów spichrzowych), jak również charakteryzują się umiarkowaną odpornością na stres i zaburzenia (wg Grime'a strategia C-S-R).

Do długotrwałych i stosunkowo częstych susz występujących na murawach kserotermicznych, szczególnie w okresie letnim, miłek przystosował się fenologią swego rozwoju. Intensywny przyrost na długość pędów nadziemnych oraz kwitnienie ma miejsce w okresie wiosennym, kiedy to zapas wilgoci w glebie jest znacznie wyższy w porównaniu z okresem letnim. Odporność na wypalanie związana jest z możliwością odnawiania pędów nadziemnych nawet po ich całkowitym spalaniu w okresie kwitnienia. Strategia reprodukcyjna miłka rozpatrywana wg kryteriów Grime'a reprezentuje typ sezonowego odnawiania w lukach wegetacyjnych. Siewki miłka wschodzą w okresach, kiedy na murawach pojawiają się liczne wolne miejsca, a więc późną jesienią i wczesną wiosną.

W literaturze ekologicznej właściwości biologiczne osobników traktuje się często jako atrybuty ich konkurencyjności. Miłek posiada niewątpliwie wiele z nich; można tu wymienić: stosunkowo duże nasiona (Peters 1985),

wczesne kiełkowanie (Fowler 1984), szybki wzrost siewek (Weaver 1984), szybkie tempo wzrostu pędów nadziemnych (Austin 1982), dużą liczbę korzeni przybyszowych (Suqijama, Takahashi 1985), tolerancję na suszę (Kraus, Beard 1985), wytwarzanie licznych kwiatów (Levin, Anderson 1970).

WNIOSKI

Biologia populacji badanego gatunku wskazuje, że największym zagrożeniem dla zachowania poszczególnych jego stanowisk jest zarastanie muraw przez drzewa i krzewy, które powodują zaciemnianie, przez co całkowicie zahamowują wschody oraz rozwój siewek. Jak podkreślają Szafer i Zarzycki (1972), i wielu innych, polskie murawy nie są to rozległe, klimaksowe ekosystemy trawiaste jak w centralnej Eurazji czy Ukrainie, lecz stosunkowo niewielkie płaty roślinności reliktovej, związanej z suchą, często płytką glebą o charakterze węglanowym. Ochrona rezerwatowa poszczególnych populacji tego gatunku musi mieć zatem charakter czynny, tak aby przeciwdziałać spontanicznym procesom sukcesyjnym. Populacjom miłka nie zagraża umiarkowany wypas muraw czy ich skądinąd naganne wypalanie, lecz przede wszystkim zaciemnianie przez wkraczające krzewy i drzewa.

Z obserwacji autorki wynika, że rezerwat w Skowronie jest pomimo zakazu dość intensywnie użytkowany przez okolicznych rolników. Pasące się bydło nie zjada co prawda miłka, ale łamie kwitnące pędy roślin. Bardzo późne wypalanie murawy, często nawet w połowie maja sprawia, że osobniki młodsze o niezrówniętym jeszcze kłacu zostają całkowicie spalone. Ogólnie wpływa to na obniżenie rozrodczości populacji i niekorzystnie zmienia jej strukturę wiekową. Jeżeli zjawiska te wymną się spod kontroli służb ochrony przyrody, można niestety oczekiwać zmniejszania się liczby stanowisk tego pięknego wiosennego gatunku.

PIŚMIENNICTWO

- AUSTIN M. P. 1982. Use of relative physiological performance value in prediction of performance in multispecies mixtures from monoculture performance. *J. Ecol.* 70: 559–590.
- BRADSHAW M. E. 1981. Monitoring grassland plants in Upper Teesdale. In: *The biological aspects of rare plant conservation*. Ed. Syge. Willey & Sons, Chichester, p. 241–251.
- COUQUINIAUX D. 1876. *Monographie des Adonis de l'Europe*. Bulletin de la Societe Royale de Botanique de Belgique 15: 101–112.
- FALIŃSKA K. 1984. Demografia roślin (Demography of plant). *Wiad. Bot.* 28: 105–130.
- FALIŃSKA K. 1986. Pojęcie osobnika w demografii roślin (Concept of individual in demography of plant). *Wiad. Ekol.* 32: 261–380.
- FITULSKA I. 1957. Miłek wiosenny (*Adonis vernalis* L.). W: *Handbook of plant acclimatization and seedling production*. t. I nr 5: 679–685.

- FLIS J. 1956. Szkic fizyczno-geograficzny Niecki Nidziańskiej. *Czasopismo Geogr.* 27, 2: 123–159.
- FORMANOWICZ H. 1958. Biologia kiełkowania milka wiosennego (Biology of germination of *Adonis vernalis*). *Biul. Inst. Roślin Leczniczych* 3.
- FOWLER N. 1984. The role of germination date, spatial arrangement and neighbour effects in competitive interactions in *Linum*. *J. Ecol.* 72: 307–318.
- GAWŁOWSKA J. 1956. Milek wiosenny (*Adonis vernalis* L.). *Chrońmy Przyr. Ojcz.* 12, 3: 11–21.
- GIBSON D. J., HULBERT L. G. 1987. Effects of fire, topography and year – to year climatic variation on species composition in tallgrass prairie. *Vegetatio* 72: 175–185.
- GRIME J. P. 1979. *Plant Strategies and Vegetation Processes*. Willey & Sons, Chichester.
- HARPER J. L. 1971. Grazing, fertilisers and pesticides in management of grasslands. *Symp. of the British Ecol. Soc. The Scientific Management of Animal and Plant Communities for Conservation*. Eds. E. Duffley & A. S. Watt. Blackwell Scientific Publications, Oxford, p. 15–31.
- HARPER J. L. 1977. *Population biology of plants*. Academic Press, London.
- HARPER J. L. 1980. Plant demography and ecological theory. *Oikos* 35: 244–254.
- HARPER J. L. 1986. Biologia populacyjna i ekologia organizmów klonalnych. Moduły i rozgałęzienia a pobieranie składników pokarmowych (Population biology and evolution of clonal organisms. Modules, branches and the capture of resources.) *Wiad. Ekol.* 32, 4: 327–359.
- JANKOWSKA K. 1976. Ekologia i produkcja pierwotna łąki w Ojcowskim Parku Narodowym i murawy kserotermicznej w rezerwacie stepowym Skowronno koło Pińczowa (The ecology and primary production of the fresh meadow in the Ojców National Park and of the xerothermic grassland in the Skowronno steppe reserve near Pińczów). *Studia Naturae, ser. A.* 11: 1–79.
- KJIMASZIEWSKI M. 1946. Podział morfologiczny południowej Polski. *Czasopismo Geogr.* 17: 133–182.
- KONDRACKI J. 1978. *Geografia fizyczna Polski*. PWN, Warszawa.
- KORNAŚ J., MEDWECKA-KORNAŚ A. 1986. *Geografia roślin*. PWN, Warszawa.
- KRAUS J. V., BEARD J. B. 1985. Effects of clipping on growth, physiology of „Merion” Kentucky bluegrass. *Crop Sci.* 25: 17–20.
- KULPA W. 1960. Biologia kiełkowania milka wiosennego (*Adonis vernalis* L.) (Biology of germination of *Adonis vernalis*). *Rocz. Nauk Roln.* 81: 337–385.
- LEVIN D. A., ANDERSON W. W. 1970. Competition for pollinators between simultaneously flowering species. *Ann. Nat.* 104: 455–467.
- LOVETT-DOUST L. 1981. Population dynamics and local specialization in a clonal perennial (*Ranunculus repens*). The dynamics of ramets in contrasting habitats. *J. Ecol.* 69: 743–755.
- LUKASIEWICZ A. 1962. Morfologiczno-rozwojowe typy bylin (Morphological-developmental types of perennials). *Prace Kom. Biol. PTPN, Poznań*, 27: 1–398.
- LUKASIEWICZ A. 1966. Równika rozwojowa bylin ze szczególnym uwzględnieniem organów podziemnych (Seasonal development of perennials with special concern of underground parts). *Prace Kom. Biol. PTPN, Poznań*, 31: 1–33.
- LUKASIEWICZ A. 1970. Lebenszyklen und Entwicklungsperioden der Stauden. *Bull. Soc. Amis Scien. et Lettres, Poznań, ser. D.* 11: 91–103.
- LUKASIEWICZ A. 1976. Wyróżnianie rocznych przyrostów w naziemnych i podziemnych częściach bylin (Distinguishing annual growth in underground and aboveground parts of perennials). *Bad. Fizjogr. Pol. Zach., ser. B.* 29: 147–178.
- MEUSEL H., JÄGER E., WEINERT F. 1965. *Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora*. Bd. III. G. Fischer Verl., Jena–Stuttgart–New York.
- PENZES A. 1958. Survival of stoloniferous plant colonies (polycormons) of relict character. *Biologia (Bratisl.)* 13: 153–264.
- PETERS N. C. 1985. Competitive effects of *Avena fatua* L. plants from seeds of different weights. *Weed Res.* 25: 67–77.
- PODBIELKOWSKI Z. 1987. *Fitogeografia części świata. cz. I: Europa, Azja, Afryka*. PWN, Warszawa.
- RABOTNOV T. A. 1950. Zimniy cykl mnogoletnich trawiastych rastenij w lугowych cenozach. *Geobotanika* 3: 7–204.
- STARY F. 1952. *Farmakobotanická monographie Adonis vernalis* L. Preslia, Praha.
- STRASBURGER E. 1972. *Botanika*. PWRiL, Warszawa.
- SUQIJAMA S., TAKAHASKI N. 1985. Variation of competitive ability during seedling growth in strains of *Festuca arundinacea* Schreb. *J. Japan Grassl. Sci.* 31: 26–33.
- SZAFER W. 1969. *Kwiaty i zwierzęta. Zarys ekologii kwiatów*. PWN, Warszawa.
- SZAFER W., ZARZYCKI K. (red.) 1972. *Szata roślinna Polski*. Wyd. 2. PWN, Warszawa.
- TUROWSKA I. 1938. Chrońmy milek wiosenny przed zagładą. (Let's protect *Adonis vernalis* from extermination). *Wiad. Ziel.* 6, 5: 221–225.
- WEAVER S. 1984. Differential growth and competitive of *Amaranthus retroflexus*, *Amaranthus powelli* and *Amaranthus hybridus*. *Can. J. Plant Sci.* 64: 715–724.
- WELLS T. 1971. A comparison of the effects of sheep grazing and mechanical cutting on the structure and botanical composition of chalk grassland. *Symp. of the British Ecol. Soc. The Scientific Management of Animal and Plant Communities for Conservation*. Eds. E. Duffley & A. S. Watt. Blackwell Scientific Publications, Oxford, p. 497–515.
- WHITE J. 1979. The plant as a metapopulation. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 10: 109–145.

SUMMARY

The studies on the biology of *Adonis vernalis* population were conducted for 3 years in a xerothermic grassland reserve. They enabled to know the morphological properties of individuals, their fecundity in natural conditions, and survival of seedlings and juveniles.

Due to its properties *Adonis vernalis* has been subject of many botanical studies, some of them started already in the previous century (Couquiaux 1876). As an element of south-east-European lowland steppes, in Poland it is restricted to xerothermic grassland, located extrazonally in the south in gypsum and loess outcrops, and in the north along valley margins (Gawłowska 1956, Kornaś, Medwecka-Kornaś 1986).

Adonis vernalis is a perennial that reproduces mainly generatively. It starts its growth very early, and flowers after mid-April, as one of the first plants within xerothermic grassland. (Gawłowska 1956, Kornaś, Medwecka-Kornaś 1986). In

respect of morphological-developmental properties it is a rhizomatous caulophyte (Łukasiewicz 1962). Adult individuals form big clumps with a few to tens of flowers (Fig. 1). This perennial has a short, in older individuals thickened rhizome which is several cm long and forms dark-brown adventitious roots. Fruits mature from the end of June till July. Seedlings are of two cohorts, autumn and summer.

In order to analyse properties of the morphological structure of *Adonis vernalis* organs 30 clumps dug out from natural habitats were compared. Also the morphology of root systems and above-ground shoots of seedlings, and one-, two-, three-year-old juvenile individuals were studied.

According to Harper's (1977) concept and some suggestions of Falińska (1984, 1986) the sector of a rhizome with a perennial shoot base has been called a module (Fig. 3).

Fecundity of 96 individuals was estimated on 40 clumps. In natural condition, 3x1000 seeds were sown into grassland during three years, which enable to find out the rate of germination, establishment and survival of young plants.

Based on morphological properties, the following developmental phases were distinguished:

Phase 1 – seedlings which germinate in late autumn or early spring; in the case of autumn cohort the cotyledones last

through winter till spring. Occasionally the first small leaf already originates in autumn. The root system of seedlings is well-formed.

Phase 2 – juveniles; the primary root system well developed in seedlings disappears in the 2–3 year of plant's life. There were distinguished younger juvenile individuals – j_1 and older ones – j_2 .

Phase 3 – virginiles, vegetative plants form clumps which have the same architecture and structure like generative ones.

Phase 4 – generative individuals (Fig. 1).

The model for rhizome development in *Adonis vernalis* presented in Fig. 5 illustrates successive phases of the process. An analysis of the root system derived from 30 multimodule clumps shows that they consist of 86 one-, two-, three- and four-module individuals. It has been found out that the number of modules is twice as big as the number of individuals in multimodule clumps.

The three-years' observation on the germination and establishing of *Adonis* on the study plots showed that from 3000 fruits germinated 538 seedlings (56% of them emerged in autumn the same year after sowing, 37% in spring next year and 7% also in spring two years later). The survival of seedlings from both cohorts is shown in Table 3.