

Katedra Botaniki, Wydział Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: ernest.stawiarz@up.lublin.pl

ERNEST STAWIARZ, ANNA WRÓBLEWSKA

Kwitnienie i pożytek pyłkowy *Linum perenne* L.

Flowering and pollen flow of *Linum perenne* L.

Streszczenie. Przez cztery lata (2004–2007) badano w warunkach uprawy dynamikę i obfitość kwitnienia oraz szacowano wydajność pyłkową kwiatów *Linum perenne* (f. Linaceae). Opracowano także niektóre cechy morfologiczne kwiatów i ziaren pyłku. Kwitnienie gatunku trwało średnio 109,5 dnia. W pełni kwitnienia na jednym pędzie notowano od 19 do 33 równocześnie otwartych kwiatów. W sezonie wegetacyjnym na 1 m² zwartego łanu rośliny wytwarzały w kolejnych latach badań średnio 35 pędów, a każdy z nich od 98,2 do 100,7 kwiatu. Kwiat lnu trwałego, o średnicy wynoszącej średnio 20 mm, charakteryzuje się heterostylią i krótkotrwałym kwitnieniem. Ziarna pyłku badanego taksonu są trójbrzdowe, o grubej egzynie. Średnie wymiary ich osi biegunowej (P) i równikowej (E) to odpowiednio 64,45 i 62,43 μm. Stosunek P : E wyniósł 1,03. Średnie wartości wskaźnika kształtu (P : E) dla kwiatów o wysoko i nisko osadzonych pręcikach wyniosły odpowiednio 1,04 i 1,02. Masa pyłku z 10 kwiatów *Linum perenne* wyniosła średnio 6,54 mg, przy czym kwiaty o wysoko osadzonych pręcikach wytworzyły 6,90 mg pyłku, a o nisko osadzonych 6,18 mg. Wydajność pyłkowa jednego pędu wahała się od 55,75 do 74,37 mg (średnio 65,14 mg), co w przeliczeniu na 1 m² wyniosło od 1,96 do 2,55 g (średnio 2,27 g). Wśród entomofauny wizytującej kwiaty *Linum perenne* w warunkach Lublina rejestrowano głównie pszczoły samotnice, wśród których dominowały owady z rodzaju *Halictus*.

Słowa kluczowe: *Linum perenne*, biologia kwitnienia, wydajność pyłkowa

WSTĘP

Rodzaj *Linum* (rodzina Linaceae – Inowate) obejmuje ponad 200 gatunków roślin jednorocznych, dwuletnich i bylin występujących w różnych strefach klimatycznych świata. Większość z nich spotykana jest w warunkach naturalnych, najczęściej na suchych łąkach, wapiennych wzgórzach i skałach. W Polsce do najbardziej znanych należy pochodzący z Bliskiego Wschodu len zwyczajny (*Linum usitatissimum*), uprawiany jako roślina oleista i włóknodajna. Wśród przedstawicieli rodzaju *Linum* na uwagę zasługuje powszechny w południowej oraz wschodniej Europie i zadomowiony we florze polskiej

len trwały (*Linum perenne*) [Mirek i in. 2002, Silska i Praczyk 2009, Tokarska-Guzik i in. 2012], który ze względu na dekoracyjne kwiaty uprawiany jest w ogródkach przydomowych, szczególnie chętnie na skalniakach, rzadziej w pojemnikach. W obrębie *Linum perenne* wyróżniono na terenie Europy kilka podgatunków [Ockendon 1971].

W nielicznych pozycjach literatury można znaleźć informacje o gatunkach z rodzaju *Linum*, których kwiaty mogą dostarczać owadom pyłku oraz niewielkich ilości nektaru [Rawski 1948, Howes 1979, Mountain i in. 1981, Jabłoński 1997, Seçmen i in. 2010].

Niniejsza praca miała na celu poznanie przebiegu i obfitości kwitnienia, opracowanie niektórych cech morfologicznych kwiatów i ziaren pyłku oraz oszacowanie wydajności pyłkowej kwiatów *Linum perenne* L. w warunkach południowo-wschodniej Polski.

MATERIAŁ I METODY

Przez cztery sezony wegetacyjne (2004–2007) prowadzono na poletku doświadczalnym Katedry Botaniki Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie badania lnu trwałego – *Linum perenne* L. Opracowano: biologię kwitnienia gatunku, cechy morfologiczne kwiatów i ziaren pyłku oraz oszacowano obfitość pylenia kwiatów. Ponadto w sezonie 2004 dokonano szczegółowych obserwacji dynamiki rozkwitania kwiatów na pędach. Obserwacje kwitnienia rozpoczynano z chwilą pojawiania się na roślinach pierwszych kwiatów i kontynuowano je do momentu przekwitnięcia ostatnich. Codziennie o tej samej porze, we wczesnych godzinach rannych rejestrowano na dziesięciu losowo wybranych pędach liczbę otwartych kwiatów. W badaniach posługiwano się zaleceniami Łukasiewicza [1984], wyróżniając następujące fazy kwitnienia roślin: początek kwitnienia – kiedy pojawiły się pierwsze rozwinięte kwiaty na pędach, pełnia kwitnienia – 50–70% otwartych kwiatów i koniec kwitnienia, gdy niemal u 100% kwiatów opadły płatki korony. W celu poznania długości życia pojedynczych kwiatów znakowano w kolejnych sezonach badań po dziesięć kwiatów w stadium luźnego pąka i obserwowano ich rozwój aż do zakończenia kwitnienia. W kolejnych latach badań mierzono na dziesięciu różnych roślinach średnicę dziesięciu kwiatów w pełni ich kwitnienia. Pod koniec każdego okresu wegetacji dokonywano pomiarów wysokości roślin oraz oszacowywano całkowitą liczbę kwiatów na pędach i liczbę pędów na powierzchni 1 m².

Wydajność pyłkową lnu trwałego zbadano z zastosowaniem zmodyfikowanej metody eterowo-wagowej Warakomskiej [1972]. W tym celu w każdym roku badań, w okresie pełni kwitnienia gatunku pobierano na szkiełka zegarkowe dojrzałe, lecz jeszcze niepyłące główki pręcikowe z 10 kwiatów (100 pylników). Po wysuszeniu ich w suszarce w temperaturze 30°C, a następnie kilkakrotnym płukaniu etanolem i eterem ściany pylników usuwano, a pozostały na szkiełkach pyłek ważono. Doświadczenie przeprowadzono w 6 powtórzeniach, oddzielnie dla kwiatów o wysoko i nisko osadzonych pręcikach. Z uzyskanego pyłku wykonano mikroskopowe preparaty glicero-żelatynowe, a następnie zmierzono długość osi biegunowej i równikowej ziaren pyłku za pomocą mikroskopu świetlnego Nikon Eclipse E600, przy powiększeniu 40 × 15.

W okresie pełni kwitnienia roślin, w sprzyjających warunkach pogodowych, zwracano uwagę na pojawiające się na poletku owady wizytujące kwiaty lnu trwałego.

WYNIKI

Len trwały (*Linum perenne* L.) jest byliną o wzniesionych, wiotkich, rozgałęziających się u szczytu pędach, osiagających pod koniec okresu wegetacji wysokość w granicach 60–70 cm (fot. 1A, B). W warunkach południowo-wschodniej Polski jego kwitnienie trwało od 104 do 120 dni (średnio 109,5) i rozpoczynało się w drugiej dekadzie maja, tylko w jednym sezonie już w pierwszej. Pełnia kwitnienia przypadała w jego 3. i 4. tygodniu, gdy na jednym pędzie notowano od 19 do 33 równocześnie otwartych kwiatów (tab. 1, fot. 1A, B, rys. 1). Rozkwitanie kwiatów na roślinach postępowało nierównomiernie. Po kilku dniach obfiteszego kwitnienia następowały dni odpoczynku roślin, charakteryzujące się znacznie mniejszą liczbą otwierających się kwiatów na pędach (rys. 1). W okresie wegetacji na 1 m² powierzchni tworzącej zwarty łań pojedyncze rośliny wytworzyły w latach badań średnio 35 pędów, a każdy z nich od 98,2 do 100,7 kwiatu (tab. 1).



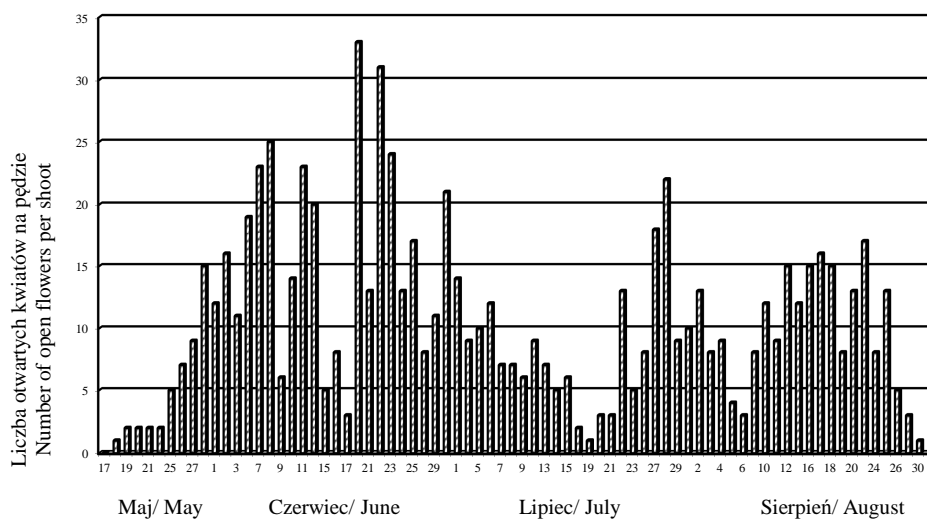
Fot. 1. *Linum perenne* L.: A, B – pełnia kwitnienia, C, D – lokalizacja pręcików w kwiecie (fot. E. Stawiarz)

Phot. 1. *Linum perenne* L.: A, B – full bloom, C, D – position of the stamens in the flower (photo E. Stawiarz)

Tabela 1. Pora i obfitość kwitnienia *L. perenne*
 Table 1. Period and the abundance of flowering of *L. perenne*

Rok Year	Kwitnienie – miesiąc i dekada Flowering – month and decade												Długość kwitnienia w dniach Length of flower- ing in days	Liczba kwiatów na pędzie Number of flowers per shoot					
	maj May			czerwiec June			lipiec July			sierpień August				wrzesień September		zakres range	średnia mean		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		1	2			3	
2004																	106	78–153	100,7
2005																	108	51–135	104,5
2006																	104	57–128	98,2
2007																	120	63–140	95,8
Średnia Mean	–												109,5	–	99,8				

■ pełnia kwitnienia/ full flowering



Rys. 1. Dynamika kwitnienia *L. perenne* w sezonie wegetacyjnym 2004
 Fig. 1. Flowering dynamics of *L. perenne* in 2004

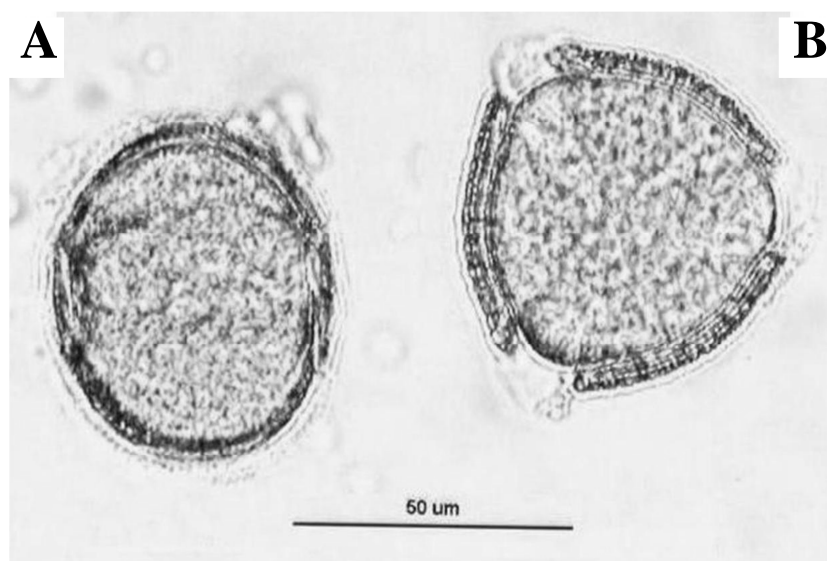
Kwiaty lnu trwałego (fot. 1C–D) są obupłciowe. Charakteryzują się promienistą symetrią okwiatu, który zawiera 5 niezrośniętych ze sobą zielonych działek kielicha i 5 wolnych płatków korony o błękitnym zabarwieniu. Centralną część kwiatu zajmuje 5 pręcików o rozszerzonej u nasady nitce pręcikowej oraz jeden górny pięciokomorowy słupek z 5 wolnymi szyjkami zakończonymi główkowatymi znamionami. U różnych okazów badanego gatunku lnu występują dwa typy kwiatów różniące się od siebie wy-

sokością położenia szyjki słupka w stosunku do pręcików (heterostylia). Są to kwiaty o długich szyjkach słupka i nisko usytuowanych pręcikach (fot. 1D) oraz krótkich szyjkach słupka i wysoko osadzonych pręcikach (fot. 1C). Średnica w pełni rozwiniętych kwiatów *Linum perenne* wynosiła w poszczególnych sezonach badań średnio 20 mm. Ich płatki korony rozchylały się już we wczesnych godzinach porannych (od godz. 5 do 8) i opadały po kilku godzinach kwitnienia, pomiędzy 10 a 12 czasu środkowoeuropejskiego.

Tabela 2. Wymiary ziaren pyłku *L. perenne* w μm
Table 2. Dimensions of pollen grains of *L. perenne* in μm

Rok Year	Położenie pręcików w kwiecie Position of the stamens in the flower	Oś biegunowa (P) Polar axis (P)		Oś równikowa (E) Equatorial axis (E)		Współczynnik kształtu (P : E) Shape index (P : E)
		zakres range	średnia mean	zakres range	średnia mean	
2004	niskie/ low	60,65–74,1	67,85 \pm 3,66	57,28–75,37	65,43 \pm 4,16	1,04
	wysokie/ high	63,47–75,11	69,37 \pm 2,98	55,76–69,92	62,32 \pm 3,50	1,11
	średnia/ mean	–	68,61	–	63,87	1,07
2005	niskie/ low	55,92–72,82	60,99 \pm 3,42	53,21–71,05	59,90 \pm 3,53	1,02
	wysokie/ high	56,46–65,81	62,59 \pm 2,18	54,80–67,36	61,63 \pm 2,66	1,02
	średnia/ mean	–	61,79	–	60,76	1,02
2006	niskie/ low	61,18–62,53	64,48 \pm 1,90	58,30–72,18	63,66 \pm 2,63	1,01
	wysokie/ high	61,17–70,25	65,43 \pm 2,20	59,61–67,97	63,99 \pm 1,80	1,02
	średnia/ mean	–	64,95	–	63,82	1,02
2007	niskie/ low	58,31–70,57	62,50 \pm 2,55	57,38–68,00	61,82 \pm 2,39	1,01
	wysokie/ high	55,06–69,03	62,39 \pm 2,52	55,08–64,07	60,71 \pm 2,21	1,03
	średnia/ mean	–	62,44	–	61,26	1,02
Średnia Mean	niskie/ low	–	63,93	–	62,42	1,02
	wysokie/ high	–	64,97	–	62,44	1,04
	średnia/ mean	–	64,45	–	62,43	1,03

Badany gatunek lnu dostarcza owadom wyłącznie pożytku pyłkowego. Ziarna pyłku badanego taksonu są trójbruzdowe, o grubej egzynie. W rzucie biegunowym (P) charakteryzują się kształtem okrągłym w zarysie, w rzucie równikowym (E) są owalne (Fot. 3A, B). Średnie wymiary osi biegunowej i równikowej ziaren pyłku lnu trwałego ze wszystkich lat badań to odpowiednio 64,45 i 62,43 μm . Stosunek P : E wyniósł 1,03. Wyniki pomiarów wykazały nieco większe wartości dla osi biegunowej (64,97 μm) i równikowej (62,44 μm) pyłku pochodzącego z kwiatów o wysoko osadzonych pręcikach. Ziarna pyłku z kwiatów o nisko osadzonych pręcikach osiągnęły wymiary osi biegunowej i równikowej odpowiednio 63,93 i 62,42 μm . Średnie wartości wskaźnika kształtu (P : E) dla kwiatów o wysoko i nisko osadzonych pręcikach wyniosły odpowiednio 1,04 i 1,02 (tab. 2).

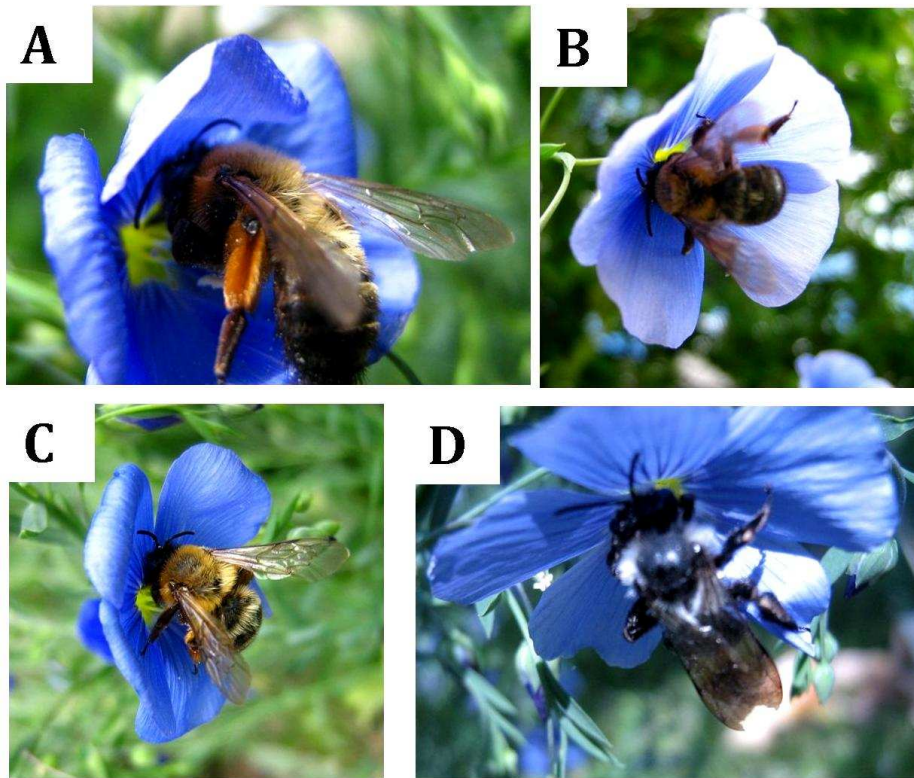


Fot. 2. Ziarna pyłku *L. perenne* widziane w mikroskopie świetlnym: A – rzut równikowy, B – rzut biegunowy (fot. A. Wróblewska)
 Phot. 2. Pollen grains of *L. perenne* viewed under a light microscope: A – equatorial view, B – polar view (photo A. Wróblewska)

Masa pyłku z 10 kwiatów *Linum perenne* wyniosła średnio 6,54 mg, przy czym kwiaty o wysoko osadzonych pręcikach wytworzyły 6,90 mg pyłku, a o nisko osadzonych 6,18 mg. W każdym roku badań notowano większą wydajność pyłkową kwiatów o pręcikach wysokich w stosunku do kwiatów o niskim usytuowaniu pręcików. Wydajność pyłkowa jednego pędu wahała się od 55,75 do 74,37 mg (średnio 65,14 mg), a w przeliczeniu na powierzchnię 1 m² wyniosła od 1,96 do 2,55 g (średnio 2,27 g) – tab. 3.

Tabela 3. Wydajność pyłkowa *L. perenne*
 Table 3. Pollen production of *L. perenne*

Rok Year	Masa pyłku z 10 kwiatów Mass of pollen per 10 flowers (mg)				Masa pyłku z 1 pędu Mass of pollen per 1 shoot (mg)	Masa pyłku na 1 m ² Mass of pollen per 1 m ² (g)
	pręciki wysokie high stamens		pręciki niskie low stamens			
	zakres range	średnia mean	zakres range	średnia mean		
2004	6,65–9,35	7,66 ±0,91	5,90–8,24	7,11 ±0,77	74,37	2,55
2005	5,60–6,80	6,29 ±0,44	4,02–4,86	4,38 ±0,33	55,75	1,96
2006	5,80–8,30	6,62 ±0,95	4,35–8,80	6,20 ±1,51	62,95	2,21
2007	5,10–7,95	7,05 ±0,69	5,70–7,85	7,04 ±0,68	67,49	2,37
Średnia Mean	–	6,90	–	6,18	65,14	2,27



Fot. 3. Pszczoły samotnice wizytujące kwiaty *L. perenne* (fot. E. Stawiarz)
Phot. 3. Wild solitary bees visiting flowers of *L. perenne* (photo E. Stawiarz)

W okresie pełni kwitnienia roślin wśród entomofauny wizytującej kwiaty *Linum perenne* w warunkach Lublina rejestrowano głównie pszczoły samotnice (fot. 3). W grupie tych owadów zdecydowanie dominowały pszczoły z rodzaju *Halictus*, które korzystały z oferowanego przez kwiaty pożytku pyłkowego. Sporadycznie notowano obecność owadów z innych grup systematycznych – pszczół miodnych i trzmieli.

DYSKUSJA

W warunkach południowo-wschodniej Polski kwitnienie lnu trwałego rozpoczyna się w drugiej dekadzie maja i trwa przez 14–17 tygodni. Jedyne w roku 2007 pojawianie się pierwszych kwiatów zanotowano wcześniej, na co przypuszczalnie mogły mieć wpływ korzystniejsze warunki pogodowe w okresie wzrostu roślin i formowania się pąków kwiatowych. Z kolei kwitnienie *Linum flavum* i *L. hirsutum* na Wyżynie Małopolskiej, według opisu Kostuch i Misztal [2009], trwa dużo krócej od połowy czerwca do końca lipca, w porównaniu z *L. perenne*.

Na nierównomierne rozkwitanie kwiatów w kolejnych dniach okresu kwitnienia *L. perenne* mogły mieć wpływ występujące u tego gatunku dwupostaciowe kwiaty. Na taką zależność zwróciła uwagę Denisow [2002], podkreślając, że kwiaty o różnej budowie słupkowie i pręcikowie u badanego przez autorkę *Chaenomeles japonica* wykazywały różny rytm rozkwitania w ciągu dnia. Płatki korony lnu trwałego rozchylały się we wczesnych godzinach porannych, podobnie jak u lnu zwyczajnego, którego kwiaty rozkwitają między godz. 5 a 6 [Szafer 1969].

Obserwacje kwiatów *Linum perenne* potwierdziły charakterystyczne dla większości gatunków z rodzaju *Linum* występowanie heterostylii, o której donoszą m.in. Ockendon [1968, 1971], Dulberger [1981], Armbruster in. [2006], Pendleton i in. [2008], Güvensen i in. [2013]. Zjawisko to zapobiega przypadkowemu samozapyleniu kwiatu i wspomaga systemy reprodukcyjne u różnych gatunków roślin [Ockendon 1968, Wolfe 2001, Denisow 2002, Güvensen i in. 2013]. Średnica w pełni rozwiniętych kwiatów badanego taksonu wyniosła średnio 20 mm i była większa od podawanej przez Talebiego i in. [2012a] dla czterech innych gatunków lnu na terenie Iranu. Wymiary średnicy kwiatów *Linum perenne* badane przez Nichollsa [1986] w Szwajcarii wykazały zmienność w granicach 18–33 mm. Według opinii Wolfe [2001] położenie szyjki słupka w stosunku do pręcików nie ma wpływu na wymiary kwiatów.

Pylenie kwiatów, podobnie jak ich otwieranie się, następuje w godzinach rannych lub wczesnych przedpołudniowych. Uwolniony ze ścian pylników pyłek, barwy białawej, jest łatwo dostępny dla owadów. Ziarna pyłku badanego gatunku, o średnich wymiarach osi biegunowej i równikowej wynoszących odpowiednio 64,45 i 62,43 μm , zaliczane są według klasyfikacji Erdtmanna [1954] do ziaren dużych, bowiem ich wymiary osiągają powyżej 50 μm . Na duże zróżnicowanie wymiarów pyłku w obrębie rodzaju *Linum* wskazali Xavier i in. [1980]. Uzyskane wyniki pomiarów dla *L. perenne* wskazują na większe wartości osi biegunowej i równikowej dla ziaren pyłku z pręcików wysoko usytuowanych w kwiecie, w porównaniu z pyłkiem pochodzącym z kwiatów o niskich pręcikach. Badania Nichollsa [1986] nie wykazały u omawianego gatunku różnic w wymiarach pyłku pochodzącego od tych dwu typów kwiatów, podczas gdy Seçmen i in. [2010] uważają, że istnieje ścisła zależność między wymiarami ziaren pyłku i obfitością wytwarzania pyłku w kwiecie. Kształt ziaren pyłku *Linum perenne*, zarówno w kwiatach o wysoko, jak i nisko usytuowanych pręcikach, jest okrągły w rzucie biegunowym i owalny w rzucie równikowym, współczynnik kształtu (P : E) wyniósł odpowiednio 1,4 i 1,2. Perveen i Qaiser [2008], opracowując klucz do oznaczania pyłku Linaceae w Pakistanie, wyróżnili w obrębie rodziny ziarna *Linum perenne* typ o współczynniku kształtu P : E równym 0,99. Według Talebiego i in. [2012b] współczynnik kształtu badanych w Iranie piętnastu taksonów z rodzaju *Linum* zawierał się w przedziale 0,88–1,80.

We wszystkich latach badań masa pyłku uzyskana z 10 kwiatów lnu trwałego była większa w kwiatach wysokopęcikowych (6,29–7,66 mg) w porównaniu z masą pyłku z kwiatów o nisko usytuowanych pręcikach (4,38–7,11 mg). Większa masa pyłku z 10 kwiatów o wysokich pręcikach koreluje dodatnio z odnotowanymi w niniejszych badaniach większymi wymiarami ziaren pyłku w tych kwiatach. Ponadto według Nichollsa [1986] jeden kwiat *Linum perenne* o wysoko usytuowanych pręcikach wytwarza więcej pyłku (2640 ziaren) w porównaniu z liczbą ziaren w kwiecie o nisko osadzonych pręcikach (2140). Na większą masę pyłku w tego typu kwiatach mogą mieć wpływ także

rozmiary pylników, które według Cohen [2010] charakteryzują się większymi wymiarami w porównaniu z pylnikami w kwiatach krótkopęcikowych. Średnia wydajność pyłkowa z powierzchni 1 m² zwartej uprawy *Linum perenne* wyniosła 2,27 g i była ściśle zależna od masy pyłku wytworzonej przez 10 kwiatów, a także od liczby pędów i obfitości kwitnienia na badanej powierzchni.

Kwiaty lnu trwałego, szczególnie w pełni kwitnienia, odwiedzane były głównie przez pszczoły samotnice zainteresowane zbiorem pyłku. Były to najczęściej pszczoły z rodzaju *Halictus*. Sporadycznie notowano obecność pszczół miodnych. Wśród licznych gatunków roślin wykorzystywanych przez pszczoły miodne jako źródło pokarmu na terenie Nowej Zelandii Huryn [1995] wymienia *Linum monogynum*. Wyniki obserwacji autorów niniejszej pracy potwierdziły opinię Navathy i in. [2012] o dużym udziale owadów z rodzaju *Halictus* w zapyłaniu *Linum usitatissimum* w Indiach. W grupie zapyłaczy częściej wizytujących kwiaty *L. usitatissimum* Huryn [1995] oraz Navatha i in. [2012], poza pszczołami samotnicami, wymieniają także muchówki i motyle. Ockendon [1968], Seçmen i in. [2010] oraz Güvensesen i in. [2013], badający entomofaunę zapyłającą różne gatunki z rodzaju *Linum* na terenie zachodniej Turcji, podają, że owady najchętniej odwiedzają kwiaty tych taksonów, które wytwarzają zarówno nektar, jak i pyłek kwiatowy. Według tych autorów najbardziej aktywnymi zapyłaczami lnu są motyle.

Zbiór przez pszczoły miodne pyłku z kwiatów *Linum* potwierdzają wyniki analizy mikroskopowej obnóży pyłkowych pozyskanych z pasiek w Bułgarii [Atanassova i Lazarova 2010]. W grupie 19 taksonów pyłku, uważanych przez autorki za ważny, zarejestrowano w kilku badanych próbkach ziarna pyłku *Linum*. Obecność pyłku lnu trwałego w pojedynczych próbkach obnóży pszczelich w Hiszpanii opisują Sá-Otero i in. [2009].

WNIOSKI

1. Kwitnienie *Linum perenne* w warunkach południowo-wschodniej Polski trwa przez 14–17 tygodni. W okresie pełni kwitnienia, która trwa od 3. lub 4. tygodnia kwitnienia gatunku, rośliny charakteryzują się największą wartością dekoracyjną, dzięki której len trwały może być polecany do uprawy w zieleni przydomowej jako ogrodowa bylina ozdobna.

2. Badany gatunek lnu może stanowić dla entomofauny zapyłającej uzupełniające źródło pożytku pyłkowego późną wiosną i w lecie. Z oferowanego przez kwiaty pyłku korzystają najczęściej pszczoły samotnice, których obecność na kwiatach może mieć wpływ na stopień zapylenia i zawiązywania nasion, a w konsekwencji na obfitość plonu nasion.

PIŚMIENNICTWO

- Armbruster W.S., Pérez-Barrales R., Arroyo J., Edwards M.E., Vargas P., 2006. Three-dimensional reciprocity of floral morphs in wild flax (*Linum suffruticosum*): a new twist on heterostyly. *New Phytol.* 171, 581–590.
- Atanassova J., Lazarova M., 2010. Pollen analysis of bee pollen loads from the region of the town of Shumen (NE Bulgaria). *CR Acad. Bul. Sci.* 63 (3), 369–374.

- Cohen J.I., 2010. 'A case to which no parallel to exists': the influence of Darwin's different forms of flowers. *Am. J. Bot.* 97 (5), 701–716, DOI 10.3732/ajb.0900395.
- Denisow B., 2002. The blooming and melliferous value of tristylous flowers of Japanese quince (*Chaenomeles japonica* Lindl.). *J. Apic. Sci.*, 46 (2), 15–22.
- Dulberger R., 1981. Dimorphic exine sculpturing in three distylous species of *Linum* (Linaceae). *Plant Syst. Evol.* 139, 113–119.
- Erdtman E., 1954. An introduction to pollen analysis. *Chronica Botanica*, Waltham, Massachusetts.
- Güvensen A., Seçmen Ö., Şenol S.G., 2013. Heterostyly in *Linum aretioides*. *Turk. J. Bot.* 37, 122–129, DOI 10.3906/bot-1202-43.
- Howes F.N., 1979. *Plants and Beekeeping. An account of those plants, wild and cultivated, of value to the hive bee, and for honey production in the British Isles.* Faber and Faber, London.
- Hurn V.M.B., 1995. Use of native New Zealand plants by honey bees (*Apis mellifera* L.): a review. *New Zeal. J. Bot.* 33 (4), 497–512, DOI 10.1080/0028825X.1995.10410621.
- Jabłoński B., 1997. Potrzeby zapylania i wartość pszczelarska owadopylnych roślin uprawnych. Oddział Pszczelnictwa ISK, Puławy.
- Kostuch R., Misztal A., 2009. Spektra kwitnienia wybranych roślin kserotermicznych Wyżyny Miechowskiej. *Infrastrukt. Ekol. Teren. Wiej.* 6, 131–139.
- Łukasiewicz A., 1984. Potrzeba ujednoczenia metodyki fenologicznej w polskich ogrodach botanicznych i arboretach. *Wiad. Bot.* 28 (2), 153–158.
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zając A., Zając M. (red.), 2002. Flowering plants and pteridophytes of Poland. A checklist. *Krytyczna lista roślin naczyniowych Polski. Biodiversity of Poland*, 1. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- Mountain M.F., Day R., Quartley C.H., Goatcher A., 1981. *Garden plants valuable for bees.* IBRA, London.
- Navatha L., Sreedevi K., Chaitanya T., Rajendra Prasad P., Naidu M.V.S., 2012. Species richness and foraging activity of insect visitors in linseed (*Linum usitatissimum* L.). *Curr. Biot.* 5 (4), 465–471.
- Nicholls M.S., 1986. Population composition, gender specialization, and the adaptive significance of distyly in *Linum perenne* (Linaceae). *New Phytol.* 102, 209–217, DOI 10.1111/j.1469-8137.1986.tb00811.x.
- Ockendon D.J., 1968. Biosystematic studies in the *Linum perenne* group. *New Phytol.* 67, 787–813.
- Ockendon D.J., 1971. Taxonomy of the *Linum perenne* group in Europe. *Watsonia* 8, 205–235.
- Nicholls M.S., 1986. Population composition, gender specialization, and the adaptive significance of distyly in *Linum perenne* (Linaceae). *New Phytol.* 102, 209–217, DOI 10.1111/j.1469-8137.1986.tb00811.x.
- Pendleton R.L., Kitchen S.G., Mudge J., McArthur E.D., 2008. Origin of the flax cultivar 'Appar' and its position within the *Linum perenne* L. complex. *Int. J. Plant Sci.* 169 (3), 445–453.
- Perveen A., Qaiser M., 2008. Pollen flora of Pakistan – LIX. Linaceae. *Pak. J. Bot.* 40 (5), 1819–1822.
- Rawski W., 1948. Pożytek pszczeli. Cz. 3. Wartość pożytkowa roślin dzikich i uprawnych. *Ex Libris*, Warszawa.
- Sá-Otero M.P., Armesto-Baztan S., Díaz-Losada E., 2009. Analysis of protein content in pollen loads produced in north-west Spain. *Grana* 48 (4), 290–296, DOI 10.1080/00173130903149140.
- Seçmen Ö., Güvensen A., Şenol S.G., Gücel S., 2010. Pollination behaviour of *Linum aretioides* Boiss. (Linaceae) and its relations with air temperature and humidity. *Tur. J. Bot.* 34, 355–365.

- Silska G., Praczyk M., 2009. Obowiązujące podstawy prawne i metody ochrony zasobów genetycznych roślin w Polsce – na przykładzie gatunków z rodzaju len (*Linum* L.). *Herba Pol.* 55 (3), 319–327.
- Szafer W., 1969. Kwiaty i zwierzęta. Zarys ekologii kwiatów. PWN, Warszawa.
- Talebi S.M., Sheidai M., Atri M., Sharifnia F., Noormohammadi Z., 2012a. Genome size, morphological and palynological variations, and heterostyly in some species of the genus *Linum* L. (Linaceae) in Iran. *Afr. J. Biotechnol.* 11 (94), 16040–16054, DOI 10.5897/AJB11.3662.
- Talebi S.M., Sheidai M., Atri M., Sharifnia F., Noormohammadi Z., 2012b. Palynological study of the genus *Linum* in Iran (a taxonomic review). *Phytol. Balc.* 18 (3), 293–303.
- Tokarska-Guzik B., Dajdok Z., Zając M., Zając A., Urbisz A., Danielewicz W., Hołdyński C., 2012. Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Warakomska Z., 1972. Badania nad wydajnością pyłkową roślin. *Pszczeln. Zesz. Nauk.* 16, 63–70.
- Wolfe L.M., 2001. Associations among multiple floral polymorphisms in *Linum pubescens* (Linaceae), a heterostylous plant. *Int. J. Plant Sci.* 162, 335–342.
- Xavier K.S., Mildner R.A., Rogers C.M., 1980. Pollen morphology of *Linum* sect. *Linastrum* (Linaceae). *Grana* 19, 183–188.

Źródło finansowania: Pracę sfinansowano ze środków Katedry Botaniki (temat badawczy DS3).

Summary. The studies were carried out during a four-year period (2004–2007) in Lublin (SE Poland). The object of the experiment was *Linum perenne* (f. Linaceae). The observations were focused on the period and dynamics of the flowering as well as on pollen production. The studies were focused, as well, on some morphological features of the flowers and pollen grains. The flowering of the examined species lasted on average 109.5 days. During the full bloom the number of open flowers per one stem was recorded between 19 and 33. In the growing season the plants produced on average 35 stems and each of them from 98.2 to 100.7 flowers on 1 m² of a dense canopy of *L. perenne* in subsequent years of studies. Flax flowers, with a mean diameter of 20 mm, are characterized by heterostyly and short-term flowering. Pollen grains of the investigated species are tricolpate with a thick exine. The average size of their polar and equatorial axes reached 64.45 and 62.43 μm, respectively, P : E ratio amounted to 1.03. The average values of the shape ratio (P : E) for the flower of high and low stamen position amounted to 1.04 and 1.02, respectively. The mean pollen mass from 10 flowers of *Linum perenne* reached 6.54 mg, whereas 10 flowers of high stamen position provided 6.90 mg of pollen, compared to 6.18 mg of flowers of low stamen position. Pollen production per one stem ranged between 55.75 and 74.37 mg (on average 65.14 mg) and between 1.96 and 2.55 g (on average 2.27 g) per 1 m². Among the entomofauna visiting flowers of *Linum perenne* under Lublin conditions, there were recorded mostly solitary bees, among which the representatives of the genus *Halictus* predominated.

Key words: *Linum perenne*, blooming biology, pollen productivity